

ŪDENS APGĀDE

Prof. Dr. Ing. h. c. M. BĪMANIS

UNIVERSITĀTE RĪGĀ. MĀCĪBAS GRĀMATU SĒRIJA
№ 1

ŪDENS APGĀDE

Dr. ing. h. c. M. BĪMANIS
UNIVERSITĀTES RĪGĀ PROFESORS

OTRAIS PĀRLABOTAIS UN
PAPILDINĀTAIS IZDEVUMS

RĪGĀ,

1943

UNIVERSITĀTES APGĀDS

Priekšvārdi otram izdevumam.

Mūsu laikmetā veltī lielu vērību higiēniski iekārtotiem dzīves apstākļiem kā pilsētās, tā uz laukiem. Tā ir kultūras prasība. Līdz ar higiēnisku dzīves apstākļu uzlabošanos samazinās mirstība, sekmīgi veic slimību, sevišķi lipīgu slimību, apkaņošanu. Rezultātā cilvēka mūžs pagarinās un darbs norit veselīgos apstākļos. Viena no svarīgākām problēmām veselības uzturēšanā ir apgādāšana ar labu, veselīgu dzegšanu ūdeni. Kas ir labs ūdens, kā to atrast un sagādāt, kā padarīt ērti un lēti pieejamu visiem, kam tas vajadzīgs, — tas ir tas jautājums, kas šai grāmatā atrisināts. Grāmatas pirmais izdevums, kas iznāca 1938 g., pilnīgi izpārdots, un sagatavojot otru izdevumu, radās iespēja ievietot arī jaunākos pētījumus un novērojumus. Protams, ka šāds darbs, kam jānodē arī par mācības grāmatu, nevar ietvert visu, kas pētīts un darīts, tas ir atsevišķu monografiju uzdevums. Tā tad arī dažādi jaunumi un priekšlikumi, kas vēl praksē nav pietiekami izmēģināti, nevarēja šai grāmatā atrast vietu.

Novēlu šo grāmatu visiem, kas vēlas iepazīties ar ūdens apgādes problēmas atrisināšanu un kam jā rūpējas par veselības un labklājības uzdevumiem valstī. Sevišķi grāmata noderēs inženieriem, arhitektiem, ārstiem, higiēnistiem, attiecīgu pārvaldes organu vadītājiem un rīkotājiem, tāpat arī būvju uzņēmējiem un izvedējiem. Studenti atradīs te materiālu un palīdzību savām studijām. Grāmatas atsevišķā nodaļā doti norādījumi mūsu lauksaimniecībām, kas būtu jāievēro ūdens apgādes ierīkošanā.

Visiem, kas sekmējuši otra izdevuma iznākšanu, izsaku savu sirsnīgāko pateicību, it sevišķi kolēģām, prof. V. Skārdam, kas deva vērtīgus norādījumus grāmatas papildināšanas materiālam, prof. A. Kešanam, kas rediģēja ķīmiskos apzīmējumus, un inž. A. Pakalniņam, kas kārtoja zīmējumus.

Palieku cerībā, ka darbs nebūs bijis lieks un ka tas pabalstīs veselīgu apstākļu uzturēšanu mūsu dzīvē.

1942. g. vasarā.

Prof. Dr. ing. h. c. M. Bīmanis.

Satura rādītājs.

	Lpp
I. Vispārējie pamati ūdens apgādes ietaisei.	
1. Ūdens patēriņš	13
2. Ūdens īpašības	24
A. Fizikālās īpašības	25
B. Ķīmiskās īpašības	29
C. Baktērioloģiskās un bioloģiskās īpašības	41
D. Laba ūdens sastāva normas	45
E. Ūdens īpašības rūpniecības vajadzībām	46
II. Ūdens uzmeklēšana un ūdens avotu izpētīšana.	
3. Priekšdarbu uzdevumi	52
4. Ūdens izcelšanās apstākļi. Nokrišņu gaita	52
5. Apakšzemes ūdens	61
6. Apakšzemes ūdens izcelšanās	66
7. Avoti	70
8. Dažādu dabisku ūdeņu īpašības	71
9. Apakšzemes ūdeņu attiecība ar virszemes ūdeņiem	77
10. Ūdens daudzuma izmērišana	83
11. Gruntsūdens daudzuma noteikšanas apstākļi	89
Līmeņa noteikšana un novērošanas akas	89
Mērīšanas papēmienu akā	90
Neīsts gruntsūdens līmenis	92
Izohipses	93
12. Gruntsūdens kustības noteikumi	97
Tecēšanas ātrums un viņa noteikšana	97
Darsī likums	100
Koef. k noteikšana	101
Smrekera likums	104
Atkarība no temperatūras	105
Hazena formula	105
13. Gruntsūdens pieteces noteikumi savākšanas ietaisēm	106
1. Horizontālās ieņemšanas ietaise	106
2. Akas vai vertikālās ieņemšanas ietaise	109
3. Artēziskās akas	116
14. Gruntsūdens daudzuma noteikšana	118
a. No nokrišņu augstuma un laukuma	118
b. Metode ar v_0 un p	119
c. Metode ar koef. k	120
d. Thiem'a «e» metode	120
e. Izmēģinājumu akas	126
f. Izmēģinājuma panākumu izmantošana	131

	Lpp.
III. Ūdens iegūšanas ietaises.	
15. Avotu izbūve	132
16. Gruntsūdens saņemšana	146
A. Horizontālas savākšanas ietaises	147
B. Akas	153
a. Raktās vai šachtu akas	154
b. Urbtās vai cauruļu akas.	174
abesiniskās akas	177
īstās urbtās akas	178
akas filtri	184
ieteces pretestība	193
akas galva.	197
aku apvienošana.	199
krājaka	205
C. Artēziskās akas	207
17. Mākslīgs gruntsūdens	210
18. Virszemes ūdens ieņemšanas ietaises	216
A. Lietus ūdens saņemšana.	216
B. Jūras ūdens	220
C. Upes ūdens ieņemšana	220
D. Ezera ūdens ieņemšana	241
19. Mākslīgas ūdens tvertnes	253
Aizsprostu būve	258
Aizsprostu speciālas ietaises.	264
IV. Ūdensavotu izvēle un aizsardzība.	
20. Avotu izvēle	267
21. Ūdens avotu aizsardzība	269
V. Ūdens tīrīšana un uzglabāšana.	
22. Tīrīšanas mērķis un uzdevumi	275
23. Nostādināšana	277
Koagulēšana	287
24. Filtrēšana	297
a. Vispārējie ieskatī	297
b. Lēnie smilšfiltri	300
drenāža	302
filtrsmilts	304
ietece	306
rēgulātors	307
filtra piederumi	311
filtra tīrīšana	313
filtrmateriāla mazgāšana	314
filtru ekspluatācija	318
tīrūdenskrātuve	319

	Lpp.
c. Priekšfiltri	320
Peš-Šabala	323
d. Ātrfiltri	324
konstrukcija	326
darbība	328
spiediena zaudējumi	335
ātruma regulātori	336
dezinfekcija	338
tīrīšana	338
slēgti filtri	340
e. Filtru sistēmu darbības salīdzinājumi	341
f. Nepārplūdināti filtri	342
g. Filtrsmilts aizstāšana ar citiem materiāliem	343
h. Mazfiltri	344
25. Šķīstošo vielu atšķiršana	346
a. Aerācija	347
b. Ūdens atmikstināšana	349
1. Kaļķsodas metode	350
2. Ceolita vai permutita metode	353
3. Kombinēta atmikstināšanas metode	361
4. Elektriskā ūdens tīrīšana	362
c. Atdzelžošana	364
Vaļējās ietaises	366
Slēgtās ietaises	371
Jauktas metodes	374
Mazās ietaises	376
d. Atmanganošana	378
e. Atskābļošana un atgāzēšana	380
Mēchaniska atskābļošana	382
Ķīmiska atskābļošana	384
Skābekļa izņemšana	386
Sērūdeņraža atdalīšana	387
26. Ūdens dezinfekcija	387
a. Novārīšana	388
b. Ultravioletie stari	389
c. Ozonēšana	391
d. Dezinfekcija ar kodīgo kaļķi	398
e. Chlōrēšana	398
Chlōrkaļķis	399
Dažādi chlōra preparāti	403
Chlōrgāze	404
Chlōramins	415
Katadinmetode	416
Elektro katadinmetode	417
27. Smakas un garžas uzlabošana	420
Pārchlōrēšana un atchlōrēšana	422
Aktīvā ogle	424

	Lpp.
VI. Ūdens pumpēšana.	
28. Vispārējie ieskati	432
Mašīnu jauda	434
Saimnieciski visizdvīgākais d	436
Principi mašīnu iekārtas izvēlei	440
29. Pumpji	443
a. Virzuļu pumpji.	443
b. Centrbēgpumpji	447
30. Dzinējspēks	453
a. Vēja motors	455
b. Ūdensspēka mašīnas	455
c. Tvaika mašīnas	459
d. Iekšdegu spēka mašīnas	461
Dīzeļmotori	464
e. Elektromotors	466
31. Sevišķas pumpju ietaises	467
a. Ūdenstriečis	468
b. Spiedgaisa cēlējs	473
c. Pneumatiski dziļpumpji	480
d. Ežektorī	482
e. Pulsometrs	482
f. Lambachpumpis	483
32. Pumpētavas iekārta	485
33. Saimnieciski ieskati mašīnu izvēlē	497
VII. Ūdens krātuves	501
34. Krātuvju uzdevums un lielumi	501
a. Mērķis	501
b. Krātuvju lielums	502
c. Rezervuāra atvietotājs	507
Hidrofori	507
Pneumatiska ūdens apgāde	510
Stāvcaurules	512
Māju ūdens krātuves	513
Ūdenskrātuves ārkārtīgiem gadījumiem	514
35. Krātuvju novietne un augstums	515
Novietne	515
Augstums	517
36. Krātuves iekārta	521
Nodalījumi un priekštelpa.	521
Ielaide, notece, pārtece	521
Aizlaidņu novietne	523
Vēdināšana	523
Ūdens līmeņa rādītāji	523
Ūdens mērītāji	524
Aizsardzība pret temperatūras iespaidiem	524

	Lpp.
37. Krātuvju konstrukcija	525
a. Zemē iebūvētas ūdens krātuves	525
b. Ūdenstorņi	535
Rezervuāra veids	538
Rezervuāra apakšbūve (tornis)	546
VIII. Ūdensvadi.	557
38. Vadu hidrauliskie aprēķini	557
Spiedlīnija	557
Formulas	555
Inkrustācijas	575
Atsevišķas kustības pretestības.	576
Dikeru aprēķināšana	579
Sifonu aprēķināšana	580
Spiediena zaudējumi lokanā caurulē	581
Spiediena zaudējumi dažādos slodzes gadījumos	583
39. Vadu konstrukcijas	586
a. Pašteču vadi	586
b. Ieleju krustojumi	593
1. Diķeris	595
2. Akvedukti	599
3. Vadu tilti	602
c. Dzelzceļu krustojumi	607
d. Spiedvadi	607
40. Ūdensvadu (spiedvadu) materiāli	610
a. Čuguna (ķeta) caurules	610
Centrifugētas caurules	613
Sienu biezums	616
Atloki un uznavas	619
Uznavas aizblīvēšana	623
Atloku caurules	628
Veidgabali	631
b. Dzelzs un tērauda caurules	634
Kniedētās caurules	635
Liedētās caurules	636
Mannesmanna caurules.	637
Cinkotas dzelzs caurules	638
c. Koka caurules	638
Cauruļu izgatavošana	641
d. Alumīnija caurules	644
e. Eternita caurules	644
f. Dzelzsbetona caurules	647
g. Svina caurules	649
h. Dažādu citu materiālu caurules	650
41. Vadu ielikšana zemē	651
Novietne	651
Dzijums	651
Virziena nospraušana	652

	Lpp.
Būvgrāvja rakšana	653
Gruntsūdens apkaņošana	654
Būvgrāvju nostiprināšana	654
Cauruļu likšana	656
Vadu likumi	657
Izmēģinājums spiedienam	659
42. Vadu sevišķas ietaises	660
a. Izlaidņi	660
b. Gaisa ventiļi.	661
c. Aizlaidņi	662
d. Hidranti	665
e. Brīvi pieejamas akas	671
IX. Ielu vadu tīkls un ievadīšana mājās.	
43. Ielu vadu tīkls	672
Sistēmas	672
Aprēķini	675
Vadu lielums	678
Spiedlīnija	678
44. Māju pievienojumi	682
Pieslēgšana pie ielas vada	682
Pievienošanas vada schēma un lielums	685
Materiāli	688
Māju vadi (instalācija)	689
45. Ūdensmērītāji	692
a. Ātruma mērītāji	693
Venturi mērītāji	693
Spārnu rata mērītāji.	695
Voltmaņa mērītāji	696
b. Tilpuma mērītāji	697
Virzuļu mērītāji	697
Ripas ūdens mērītāji.	698
Mērītāju novērtējums	699
Ūdens mērītāju pārbaude	699
46. Ūdensvadu izmaksa	701
Būves izmaksa	701
Eksploatācijas izdevumi	704
47. Ūdens tarifu pamati	705
X. Ūdens apgāde lauku saimniecībās.	
48. Ūdens lauku saimniecībā	714
49. Ūdens sagādāšana lauku saimniecībā	715
50. Ūdens piegādāšana lauku saimniecībās	718
Literatūra	726
Zīmējumu saraksts	727
Tabulas	734
Nosaukumu rādītājs	735

Ievads.

Ūdens apgādes problēma ir tikpat veca, cik veca ir cilvēce, jo neviena organiska dzīvība kā dzīvnieku, tā stādu valstī, tātad arī cilvēks, nevarēja un nevar attīstīties un iztikt bez ūdens. Tuksnesī grunts ir sterila ūdens trūkuma dēļ, un te nevar arī rasties un attīstīties organiska dzīvība. Cilvēki jau no senlaikiem ir atzinuši ūdens lielo nozīmi, un visas vecās kultūras tautas varēja attīstīties un pastāvēt, mācoties ūdeni darīt pakalpīgu savām prasībām. Lielās senās kultūras tautas mācēja piegādāt ūdeni pilsētām, kurās bija miljonu iedzīvotāju, un apūdeņot laukus, lai ražotu pārtiku iedzīvotāju vajadzībām. Kad nelaimīgie kari iznīcināja ūdens piegādes ierīces, zeme pārvērtās atkal par tuksnesi bez organiskas dzīvības, kā tas redzams Mezopotamijā, pa daļai Ēģiptē. Jaunākā laikā ar mākslīgu apūdeņošanu, izlietojot modernos tehnikas panākumus, atkal lieli zemes gabali, kas bija tuksneši, padarīti auglīgi, kā piem., Aizkaukazā, Vidusāzijā un Indijā. Z. A. S. V. rietumos amerikāņi būvē apūdeņošanas ietaises, ņemot palīgā elektrisko enerģiju, kas ar ūdeni apgādās vairāk tūkstošu km² lielu rajonu ar vairākām pilsētām.

Kā redzams, ūdens vajadzīgs nevien cilvēku tiešai lietošanai, bet arī pārtikas līdzekļu sagādāšanai. Bet arī vēl citām vajadzībām jāsaģādā ūdens, un proti, — rūpnieciskām vajadzībām: tvaiku katlu barošanai, iekšdegu motoru un turbīnu dzisināšanai, izejas vielu sagatavošanai un gatavo produktu mazgāšanai un t. t. Dažādiem mērķiem vajadzīgs dažāda labuma ūdens, kā tas no turpmākā būs redzams.

No visa teiktā varam secināt, ka ūdens apgāde nav vien sanitār-techniska problēma, — saģādāt ūdeni cilvēkiem un dzīvniekiem baudīšanai un aptīrīšanai, bet ka ūdens ir rūpniecības produkts, kas nepieciešams dažādām moderna cilvēka dzīves, darbības un ražošanas prasībām. Līdz ar to arī pati ūdens saģādāšana dažādām vajadzībām (ar dažādām īpašībām) ir rūpniecisks uzņēmums, kas prasa vairāk vai mazāk sareģītus paņēmienu.

Grāmatā būs veltīta lielāka vērība ūdenim, kas saģādājams tiešai cilvēku lietošanai, t. i. ūdenim, kas pirmā vietā atbilstu higiēnas prasībām, bet gaģām ejot arī norādīts, kā saģādāt ūdeni atsevišķām rūpniecības vajadzībām.

Jau sensenos laikos atzina, ka baudīšanai vajadzīgs labs ūdens. Tā lasām kādā 2000 g. pr. Kr. sanskrita valodā sarakstītā medicīniskā grā-

matā «Ustruta Sangita» šādu norādījumu: «Labi ir, ja ūdeni tur kapara traukos, izliek saules gaismā un filtrē caur koka ogļu filtru.» Arī vēlāko laiku medicīniskās un arī tehniskās grāmatās atrodam norādījumus, kā uzlabot ūdeni. Arī mūsdienu parastais koagulants, aluns $[\text{Al}(\text{SO}_4)_2]$, bija jau sen pazīstams kā Ķīnā, tā Ēģiptē. Vismazāk ūdens īpašības ievēroja Vidus laikos un tikai visjaunākā laikā, XIX. gadu simtenī, sāka pieiet ūdens īpašību uzlabošanai ar sevišķu izpratni. 1829. g. Džems Simpsons uzbūvēja pirmo lēno smilšu filtru Londonas ūdens apgādei. 1842. g. Klarks (Anglijā) izņem patenti kaļķsūdas metodei ūdens atmikstināšanai. 1885. g. Franklends iekārto regulāru baktērioloģisku analīzi svaigam un filtrētam ūdenim. 1885. g. pirmā ātrfiltru ietaise Sommervilles pils. (Z. A. S. V.). 1888. g. Oesten's (Vācijā) ieteic ūdens atdzelzošanas metodi ar aerāciju. 1891. g. Piefke (Vācijā) ieteic atdzelzošanas metodi ar koksa sadalītāju. 1892. g. choleras epidēmija Hamburgā. Altonā (Hamburgas diviņu pilsēta) ieņēma upes ūdeni lejpus Hamburgas notek-ūdens izlaides, bet viņa nebija epidēmijas, pateicoties tam, ka ūdeni filtrēja lēnos smilšu filtros. Ar to bija dots pierādījums ūdens uzlabošanas nozīmei.

1893. g. pirmie mēģinājumi ūdens dezinfekcijai ar ozonu (Siemens, Vācijā).

1903. g. Maskavas Rubļovas stacijas darbā laišana. Šī ietaise iekārta ļoti priekšzīmīgi uz pilnīga zinātniska pamata un noderēja par paraugu visai Krievijai, bet varēja noderēt par paraugu arī ārpus Krievijas. 1905. g. Houstons iekārtoja pirmo lielāko chlōrēšanas ietaisi Linkolnā (Anglijā). 1905. g. R. Han's (Vācijā) sāk lietot permutitu kā ūdens atmikstinātāju.

1910. g. C. Darnells (Z. A. S. V.) pirmo reiz lietoja šķidro chlōru ūdens chlōrēšanai chlōrkaļķa vietā. 1917. g. D. Res lieto amonizāciju chlōrēšanas procesam (chlōraminu) Otavas pilsētā (Kanādā). 1928. g. Krauze (Vācijā) ieteic apsudrabotus gredzenus ūdens sterilizācijai.

1929. g. pirmā ietaise ūdens atchlōrēšanai ar aktīvo ogli pēc brāļu Adler'u metodes (Aussig).

Kā redzams, mūsu modernās ūdens uzlabošanas metodes dabūja pamatu un varēja attīstīties tikai pēc tam, kad bija nodibinājusies baktērioloģija, tāpat tikai pēdējos 50 gados. Arvien vēl nāk klāt jauni paņēmieni, tā kā ūdens uzlabošanas problēma vēl nav noslēgta.

Ūdens sagādāšanas un uzlabošanas metodes dibinās uz baktērioloģiskiem, bioloģiskiem, ķīmiskiem, ģeoloģiskiem, hidroloģiskiem un higiēniskiem pētījumiem. Ūdens prasību realizēšanai vajadzīgi arī likuma norādījumi. Kā redzams, ūdens apgādes jautājumā jāpiedalās dažādām profesijām un iestādēm.

I. Vispārējie pamati ūdens apgādes ietaisēm.

1. Ūdens patēriņš.

Pirmais jautājums, ar kuru jāsastopas, ķeroties pie ūdens apgādes atrisināšanas, ir: cik lielam ūdens daudzumam ietaise jāparedz? Šis daudzums atkarājas no patērētāju daudzuma un no tā, cik katrs patērētājs ūdens izlieto. Patērētāji ir pilsētas iedzīvotāji, viņu dzīves apstākļiem piemērotas sabiedriskas prasības un rūpniecības ietaises.

1. Iedzīvotājiem ūdens vajadzīgs viņu mājas saimniecībā: dzeršanai, ēdiena pagatavošanai, mazgāšanai, netīrumu noskalošanai, veļas mazgāšanai, lopu un mājas kustoņu dzirdināšanai, puķu un dārzaugu laistīšanai un t. t. Ūdens patēriņš ir lielāks tur, kur dzīvokļos ierīkotas vannas un citas ērtas mazgājamās ierīces, kā arī, kur pie mājas ir dārzi. Lielāks ūdens patēriņš norāda uz labāku higiēnisku prasību izpratni, bet ar ūdeni nedrīkst arī apieties izšķērdīgi, sevišķi, ja tā piegāde ir apgrūtināta un dārga.

2. Sabiedriskas prasības ūdens piegādei ir: ugunsgrēka dzēšana, ielu laistīšana, apstādījumu laistīšana, publiskas peldēšanās iestādes, kanālu skalošana, skolas, slimnīcas un t. t.

3. Rūpniecības iestādes, kas prasa sevišķi daudz ūdens, ir: alus un citu dzērienu izgatavošanas iestādes; vilnas mazgātavas un krāsotavas; papīru fabrikas; ādas ģērētavas; pienotavas; tvaika mašīnas, iekšdega motoru dzesināšana un t. t.

Kā redzams, ūdens prasītāji ir dažādi un arī prasības ir dažādas, un viņu pareizai novērtēšanai ir liela nozīme, jo piegādājamā ūdens daudzums ir sevišķi svarīgs apgādes ietaises saimnieciskai pusei. Pārspīlēts daudzums prasa neattaisnojami lielus kapitāla ieguldījumus un apgrūtinā arī ekspluatāciju.

Ūdens patēriņa lielums dažā ziņā atkarīgs no ūdens nodošanas veida un no tarifa. No higiēniskā viedokļa vēlams, lai ūdens būtu lēts un ērti pieejams visu vajadzību apmierināšanai. Galvenie ūdens nodošanas veidi patērētājiem ir 2: pēc patikas (paušaltarifa) vai ūdens mērītājiem (maksā pēc zināma tarifa par patērētiem m³). Pirmais veids, kā to piedzīvojumi rāda, var radīt ūdens izšķērdēšanu, otrs veids — pārlicīgu taupību. Dažreiz abi veidi tiek kombinēti tā, ka jāsamaksā zināma paušalsumma par minimāli patērējamo ūdeni, vien-

alga, vai viņu patiešām patērē, vai ne, un tikai par daudzumu, kas pārsniedz šo minimālo patēriņa normu, ņem atsevišķu maksu par patērēto daudzumu. Ar to tad būtu ievērota zināma taupība un būtu novērsta kā pārlicēģa taupība, tā arī veltīga ūdens izšķērdība.

1) Iedzīvotāju vajadzībām prasītais ūdens daudzums atkarīgs no tā: 1) cik iedzīvotāju jāapgādā un 2) cik patērē viens iedzīvotājs.

Iedzīvotāju skaitu apgādājamā vietā šobrīd var dabūt vai no statistiskām pārvaldēm, vai no policijas reģistrējumiem. Bet nevar šī brīža stāvokli ņemt par pamatu ūdens vajadzības noteikšanai. Iedzīvotāju skaits ar katru gadu mainās, parasti pieaug, un te nu rodas grūtības atrast pareizu maiņas lielumu. Pilsētas iedzīvotāju skaits var pieaugt dabiskā ceļā, ja dzimstība pārsniedz mirstību, vai pilsētā attīstoties kādai rūpniecībai, kas pievelk daudz cilvēka spēka, vai ja pilsēta izveidojas par kādu lielāku satiksmes centru un tml. Ja straujas maiņas nav sagaidāmas, tad iedzīvotāju pieaugumu varētu noteikt uz statistikas ziņu pamata par iedzīvotāju skaita maiņu pēdējos gadu desmitos, pieņemot, ka noteiktā maiņa turpināsies arī uz priekšu, vismaz tuvākos 20—25 gados. Apzīmēsim ar:

E_0 — iedzīvotāju skaitu šobrīd;

E_n — iedzīvotāju skaitu pēc n gadiem;

p — vidējo iedzīvotāju pieaugumu vienā gadā %, tad pēc reņšu formulas ir:

$$E_n = E_0 (1 + 0,01 \cdot p)^n.$$

Ja zinām iedzīvotāju daudzumu 2 iepriekšējos periodos E_1 un E_2 , tad varam pieauguma procentu p aprēķināt:

$$p = 100 \left(\sqrt[n]{\frac{E_2}{E_1}} - 1 \right).$$

Priekš pirmā pasaules kara iedzīvotāju pieaugums pilsētās bija ievērojams. Tā, piem., Rīgā (1909.—1914. g.) — 3,1%, Pēterpilī 3,5%, Maskavā 3,2%, Londonā 1,4%, Parīzē 1,1%, Ņujorkā 3,3% un Čikagā 4,4%. Tagadējie apstākļi nav vēl pietiekami nosakāmi, jo sociālos apstākļos notiek lielas pārmaiņas, kas vēl nav nostabilējušās. Kas attiecas uz n lielumu, tad tam ir liela saimnieciska nozīme. Ja pilsētas raksturā nav sagaidāmas lielas pārmaiņas, var n pieņemt lielāku. Ilgāks laiks paredzēts tām ietaises daļām, kuru paplašināšana saistīta ar dažām grūtībām, piem., ielu tīklam. Visvieglāk var paplašināt mašīnu ietaisi un ēkas, filtrietaises un t. l., un tos var izbūvēt no sākuma īsākam laikam. Jānoskaidro vispārīgi saimnieciskā puse, vai izdevīgāki ieguldīt kapitālu

lielākā ietaisē, vai būvēt tagad mazāku ietaisi un sagaidīt, ka pēc zināma laika ietaise būs jāpaplašina un jāizdod jauns kapitāls, kas var būt mazāks par procentiem līdz paplašināšanas laikam uz lieki iebūvēto kapitālu lielā ietaisē. Ja kapitāls K guļ n gadus uz procentu procentiem pie p %, tad tas pieaug.

$$K_n = K (1 + 0,01 \cdot p)^n$$

Ja, piem., $p = 5$, tad pēc 14,2 gadiem kapitāls būs divreiz lielāks kā sākot. Tātad izbūvējot tagad mazāku ietaisi, ietaupa kapitālu, kas pēc 14,2 gadiem pieaug par otrtik lielu, un ja tādas summas pietiek uzņēmuma paplašināšanai, tad lietderīgi tagad taisīt mazo ietaisi.

Iedzīvotāju daudzums visā pilsētā noder galveno ūdensvadu projektēšanai. Bet iedzīvotāji nesadalās vienlīdzīgi par visu apdzīvoto vietu, un dažos rajonos ir iedzīvotāju skaits uz laukuma vienības, iedzīvotāju biežums, piem., uz 1 ha, dažāds. Jautājuma noskaidrošanai sevišķa nozīme ielu tīkla aprēķinā. Iedzīvotāju biežumu dažādos rajonos var arī izzināt vai no tautas skaitīšanas, vai policijas datiem. Grūtības te var rasties tai ziņā, ka rajoni, kas šobrīd reti apdzīvoti, var ar laiku iegūt citu nozīmi un līdz ar to citu iedzīvotāju biežumu. Lielās pilsētās parasti lielāki tirdzniecības centri nav tik bieži apdzīvoti kā rajoni, kas vistuvāk pie šādiem centriem. Tā tas novērots, piem., Londonā, Berlīnē un citās lielpilsētās. Daudzmaz pieturas punktu šai ziņā mēs varam meklēt pilsētas būvnoteikumos, jo parasti, kā tas ir mūsu pilsētās, tajos mēdz būt uzrādīts, cik augstus namus atsevišķi apzīmētos rajonos var celt un kādu procentu no visa gruntsgabala var apbūvēt. Tā, piem., dažu mūsu provinces pilsētu būvnoteikumos paredz, ka: 1) saimniecību rajonā var celt līdz 3 stāvu mājas, ieskaitot bēniņu izbūvi, un var apbūvēt 40 līdz 50% no gruntsgabala; 2) dzīvokļu rajonā var apbūvēt 25—35% no gruntsgabala un celt 2, reti 3 stāvu mājas; 3) rūpniecības rajonā sevišķi noteikumi, bet ja tie nav iepriekš zināmi, var ūdens daudzumus aprēķināt kā dzīvokļu rajonā; 4) vasarnīcu rajonā var būvēt 10—15% un celt 2 stāvu mājas un 5) dārzu rajonā gruntsgabali ir lieli, un parasti viņos uzbūvē tikai pa nelielai viengimeņu mājai.

Pieņemsim, ka uz 1 ha = 10.000 m² pilsētas grunts, atvelkot ielas, laukumus, dārzus un t. t., gruntsgabalu platība ir b % no visa laukuma. Apbūvēts ar dzīvojamām mājām ir p % no gruntsgabala. Apzīmēsim ar n — stāvu skaitu, f — m² uz 1 iedzīvotāju no mājas apbūvētā laukumā, tad uz 1 ha pilsētas grunts iedzīvotāju daudzumu E varētu noteikt:

$$E = \frac{10000 \cdot b \cdot p \cdot n}{f}$$

Attiecīgie apzīmējumu skaitliskie lielumi saskaņojami ar rajona raksturu un varētu būt:

$b = 0,5$ līdz $0,8$ — atkarīgi no ielu platuma un laukuma un dārzu lieluma;

$p = 0,2$ līdz $0,6$ — atbilst 20 līdz 60% apbūvei;

$n = 2$ līdz 6 stāvi, saskaņā ar pilsētas lielumu un būvnoteikumiem;

$f = 15$ līdz 30 m², ieskaitot koridorus, virtuves, atejas vietas, trepju telpas, sienas.

Piemēram, aprēķināsim iedzīvotāju daudzumu ar vislielākiem un ar vismazākiem skaitļiem, tā nosakot zināmā mērā iedzīvotāju biezuma robežas.

a) Slēgtai apbūvei ar 6 st. mājām, kur vienistabu (1 ist. un virtuve) dzīvokļi, dzīvokļu rajonā, ar ne visai šaurām ielām un ar lielākiem pagalmiem vai dārziem:

$$\left. \begin{array}{l} b = 0,6 \\ p = 0,6 \\ n = 6 \\ f = 15 \end{array} \right\} E = \frac{10000 \times 0,6 \times 0,6 \times 6}{15} = 1440 \text{ iedz. uz 1 ha pils. grunts.}$$

b) Izklaidu apbūvei ar 2 stāvu mājām, vairāk viengimeņu, vasarnīcu rajonā, ar lieliem dārziem:

$$\left. \begin{array}{l} b = 0,5 \\ p = 0,2 \\ n = 2 \\ f = 30 \end{array} \right\} E = \frac{10000 \times 0,5 \times 0,2 \times 2}{30} = \text{ap } 70 \text{ iedz./1 ha koplaukuma.}$$

Dārzu rajonā iedzīvotāju biezums var būt vēl mazāks, un dažreiz 1 ha lielu gruntsgabalu apdzīvo tikai 1 ģimene ar 5 cilvēkiem, tomēr tādi gruntsgabali gan atrodami tikai mazās apdzīvotās vietās, nomalēs, un ir uzskatāmi par izņēmumu. Arī lielākais augšā izvestais skaitlis uzskatāms par izņēmumu, varbūt nelielā rajonā. Praktiski pieņemami šādi skaitļi:

biezai apbūvei lielās pilsētās	400	līdz	600	iedz. uz 1 ha būvkvartāla
„ „ vidēja lieluma pilsētās.	300	„	400	„ „ 1 „ „
vidējai apbūvei	200	„	300	„ „ 1 „ „
izklaidu apbūvei	100	„	200	„ „ 1 „ „
vasarnīcu veidīgai apbūvei	50	„	100	„ „ 1 „ „
dārzu rajonos	10	„	50	„ „ 1 „ „

Otrs faktors piegādājamā ūdens daudzuma noteikšanai ir ūdens patēriņš uz 1 iedz. Te domāts tas ūdens daudzums, ko 1 cilvēks patērē dzeršanai un ēdiena izgatavošanai, arī tas daudzums, ko patērē higiēnisku vajadzību apmierināšanai, un viss tas ūdens daudzums, kas vajadzīgs mājsaimniecībā. Atsevišķiem posteņiem mēdz pieņemt:

dzeršanai un ēdiena izgatavošanai	5— 6 l
tīrības uzturēšanai dzīvoklī	15— 25 „
veļas mazgāšanai	10— 15 „
vienreizīgai klozeta skalošanai	5— 10 „
vienai vannai	300—400 „

vienreizīgai dušas lietošanai	20— 40 „
dārza laistīšanai sausās dienās uz 1 m ²	2— 3 „
zirgam vai liellopam	40— 60 „
mazlopiem (aitām, teļiem, kazām, cūkām) uz katra	10— 15 „
vienreizīgai braucamo ratu vai automobiļu mazgāšanai	200—300 „

Praktiski nav iespējams aprēķināt visas vajadzības atsevišķi, bet pieņem kādu vidēju skaitli, atkarīgi no attiecīgā pilsētas rajona iedzīvotāju sociālā stāvokļa un labierīcībām, — vidēji uz 1 iedz. dienā:

- 40— 60 ar ūd. vadiem, bet bez kanalizācijas
- 60— 90 „ „ „ un nepilnu kanalizāciju
- 90—150 „ „ „ un pilnīgu kanalizāciju.

Apdzīvotās vietās bez centrālā ūdensvada un bez kanalizācijas, protams, ūdens patēriņš ir mazāks un var iztikt ar 30—40 l uz 1 iedz. dienā, — iedzīvotāju pašu vajadzībām.

2) Sabiedriskiem mērķiem ūdens patēriņš ir ļoti svārstīgs un dažreiz vajadzīgs tikai zināmam laikam, zināmāi sezonai. Atsevišķām vajadzībām patēriņu mēdz pieņemt:

skolām, uz 1 skolnieka dienā	2— 10 l
ar dušām	40 „
bērnu silē uz 1 bērna (ar veļas mazgāšanu un citām vajadzībām)	75 „
kazarmās uz 1 cilvēka dienā	20— 30 „
„ 1 zirga „	40— 60 „
slimnīcās un patversmēs, uz 1 slimnieka dienā	150—300 „
ambulancēs, uz 1 apmeklētāja	10— 15 „
viesnīcās, uz 1 cilvēka dienā.	100 „
publiskos ēdienu namos, nemechanizētos, uz 1 cilvēka	15— 25 „
veļas mazgātavās, uz 100 kg veļas	3—4 m ³
(veļas 8 kg uz 1 cilvēka mēnesi).	
kantorī, uz 1 ierēdņa	20 l
tirgus palieņiem, uz 1 m ² tirgus dienā	5 „
ielu vai apstādījumu aplaistīšanai, katrreizīgi uz 1 m ²	1—1,5 „
(Berlīnē gadā izlej uz 1 m ² ap 200 l)	
publisku klozetu periodiskai skalošanai, uz katra klozeta stundā.	60 „
strūklakas, mazos dārzos, stundā	10—100 m ²
lielākās, atkarīgi no lieluma, stundā	200—500 „
dzelzceļu stacijās:	
tendeņa pildīšanai	10— 32 „
lokomotīves tīrīšanai	4— 6 „
vagona tīrīšanai.	2—2,5 „

Lieli fontāni izsviež pat līdz 500 m³ stundā, bet tādos parastī ūdeni pumpē atpakaļ pie paša fontāna, tā ka katrreizējs patēriņš papildināšanai no ūdensvada ir niecīgs.

Pirtīs uz katra, kas mazgājas (1—1,5 st.) 100—150 l.

Ugunsgrēka dzēšanai ņem ūdeni no hidrantiem, no katra līdz 5 l sekundē, bet šim mērķim atsevišķi ūdens sagādāšanu nemēdz

rēķināt, jo liela ugunsgrēka gadījumā var ar citām vajadzībām pagaidīt. Tomēr zināmam ūdens daudzumam ugunsgrēka dzēšanai vajag atrasties krātuvē, labākā — vismaz līdz 3 st., kamēr sāk strādāt rezerves mašīnas liela daudzuma piegādāšanai. Lai piegādātu ugunsgrēka dzēšanai vajadzīgo ūdens daudzumu, vadiem jābūt pietiekami lieliem.

Kanāļu skalošanai ūdens daudzums vajadzīgs neliels, un atsevišķu piegādi nerēķina. Uz 1 iedz. dienā var rēķināt 1—2 l, vai uz 1 m kanāļa garuma 0,5 līdz 1,5 m³ gadā.

Minētie skaitļi par ūdens patēriņu sabiedriskiem mērķiem gan dod labu pieturas punktu atsevišķa tīkla nozarojumu aprēķināšanai, bet ūdens sagādāšanā mēdz arī te pieņemt vidēju daudzumu uz 1 iedz. dienā, un tādu varētu pieņemt:

10 līdz 25 l.

3) Rūpniecības vajadzībām ūdens patēriņš jānoskaidro saskaņā ar to, kādas rūpniecības ietaises pilsētā jau ir un kādas varētu paredzēt. Dažādām vajadzībām mēdz paredzēt sekojošus daudzumus:

lopkautuvēs, uz katra nokauta liellopa	300—400 l
„ „ „ sīklopa	100—200 „
1 hl alus izbrūvēšanai	500 „
(bez tam mākslīgai atdzisināšanai 1,2—1,5 m ³ uz katra hl alus, bet šo ūdeni mēdz ņemt no atsevišķām akām).	
1 kg papīra izgatavošanai	500—1000 „
1 kg vilnas pārvērst drēbē (tvaika mašīnai, vilnas mazgāšanai un skalošanai un t. t.)	1000 „
1 kg cukura izgatavošanai	100 „
ģērētāvās: 1 lielai ādai	2—3 m ³
1 mazai ādai	0,5—1,5 „
celulozes fabrikai 1 t celulozes izgatavošanai.	līdz 400 „
tvaika mašīnai, katrai 1 ZSp. st.:	
ar tvaika kondensēšanu (ja nelieto atdzisināto ūdeni)	300—500 l
bez tvaika kondensēšanas līdz	15—30 „
gāzes motoriem, dzisināšanai, uz 1 m ³ gāzes.	25—40 „
dīzeļmotoriem, uz 1 ZSp. st.	20—30 „
piena pārstrādāšanai, uz 1 l pārstrādāta piena, ūdens ar 10 ^o C.	2—6 „
1000 ķieģeļu izmūrēšanai (ieskaitot javu)	200—300 „
1 m ³ betona sagatavošanai.	100—150 „

Pastāvošām vai paredzētām lielrūpniecībām ūdens patēriņu nosaka ar minētiem skaitļiem. Tomēr katrā pilsētā ir sīkrūpniecības ierīces, kas gan arī ūdeni patērē, bet tā daudzumu noteikt un paredzēt ir grūti, tādēļ parasti pieņem rūpniecības vajadzībām zināmu ūdens lielumu pie 1 iedzīvotāja patēriņa, ievērojot, protams, pilsētas rūpniecisko raksturu un tieksmes. Tā angļu pilsētās pieņem 6—45 l., amerikāņu — 20—60 l,

vācu — 15—40 l uz 1 iedz. dienā. Pilsētās, kur rūpniecība nav liela, ūdens patēriņu varētu pieņemt ar

10 līdz 15 l uz 1 iedz. dienā.

4) Ūdens zaudējumi arī jāievēro. Pie tādiem mēdz pie-skaitīt patēriņu ūdens pumpētavas vajadzībām, filtru skalošanai, tāpat izteci no neblīviem vadiem un aizgriežņiem. Pēdējos zaudējumus var samazināt un pat pilnīgi novērst ar rūpīgu vadu nolikšanu un mājas ietaises labu izbūvi un uzraudzību. Turpretim pumpētavu un tīrīšanas ietaišu vajadzībām ūdens patēriņš jāuzskata par normālu. Bet arī izda-līšanas tīklā grūti novērst visas neblīvās vietas, tomēr zaudējumus var lielā mērā samazināt ar ietaisēm, kas dod iespēju viegli atrast vainīgās vietas. Tādas ietaises ir iecirkņu ūdens mērītāji, ar kuriem, salīdzinot ar patēriņu pēc atsevišķu māju ūdens mērītājiem, var uztvert nenormālu patēriņu tīklā un tad uzmeklēt defekta vietu. Arī māju insta-lāciju kontrolei ir liela nozīme, un amerikāņiem pat ir sevišķi aparāti «aquaphone», kas palīdz atrast ūdens izšķērdību mājās. Svarīgākais tomēr ir sagatavot labus montieņus un instalātorus, un nodrošināt labi izpildītu darbu ar rūpīgu ietaises izmēģināšanu, iekams to nodod lietošanā. Neviens gabaliņš ielu vai māju tīklā, neviens ūdens ņemšanas aizgrieznis un aizlaidnis nedrīkst palikt neizmēģināts.

Ja vadi ir nolikti un uzturēti, cita izbūve rūpīga un uzraudzība par māju vadiem neatlaidīga, zaudējumi nedrīkst pārsniegt 10% no visa ūdens patēriņa vai, rēķinot uz

1 iedz. dienā — 10—15 l.

Kopēju ūdens patēriņu uz 1 iedz. d. noteikt pilsētai, kurai jāprojektē ūdensvads, ir ļoti grūti, jo, kamēr nav ūdensvada, pašā pilsētā patēriņš ir samērā mazs un arī nenoteicams.

Padomju Savienībā pieņemta norma 150 l uz 1 iedzīvotāju dienā jaunizbūvētām pilsētām. Dažām lielām pilsētām noteikta paaugstināta norma, tā Maskavai 500 l/iedz. d., Kijevai 300 l/iedz. d., Charkovai 225 l/iedz. d. un t. t. Lielo ūdens patēriņu izskaidro ar to, ka pilsētā attīstījušās lielas rūpniecības, kas patērē daudz ūdens, piem., tekstil-rūpniecība.

Dažreiz jāņem par paraugu pilsētas, kas rakstura ziņā līdzinās jaun-apgādājamai pilsētai. Bez tam var pieturēties pie šādiem skaitļiem:

mazas pilsētas, līdz 10.000 iedz.	85—100 l
vidējas pilsētas, ar 10.000—50.000 iedz.	100—125 „
lielas pilsētas, ar vairāk nekā 50.000 iedz.	125—150 „

Lielākie skaitļi attiecināmi uz pilsētām un kūrvietām ar plašākām labierīcībām, ar pārtikušiem iedzīvotājiem, ar dārziem, kā publiskiem, tā arī privātiem. Pie tam rūpniecības iestādēm, kas prasa daudz ūdens, tas jāparedz atsevišķi. Vispārīgi tiešai iedzīvotāju personīgai vajadzībai pietiek ar 50 l dienā, viss pārējais ūdens iet sabiedriskām un rūpnie-

ciskām vajadzībām. Tamdēļ arī lauku iedzīvotājiem, kā vislielāko ūdens vajadzību, var rēķināt ap 50 l uz 1 cilvēka, bet tad vēl jāpierēķina 50 l uz katra zirga vai liellopa un 15 l uz katra mazlopa. Mājrūpniecībai, piem., piena pārstrādāšanai, vajadzīgais ūdens jāparedz atsevišķi.

Vispārīgi novērots, ka pēdējos gados visās zemēs un pilsētās ūdens patēriņš stipri pieaudzis un pilsētās, kurās senāk pietika 100 l, tagad pieaudzis līdz 150 l uz 1 iedz. dienā. Izskaidrojams tas ar iedzīvotāju prasību pēc labākām labierīcībām dzīvokļos, nekā tas bija senāk, un vispārīgi iepazīšanās ar higiēnas prasībām, kuŗu apmierināšanai vajadzīgs ūdens. Tagad pilsētās vannas sastopamas nevien 2 ist. dzīvokļos, bet arī 1 ist. dzīvokļos. Vispārīga tīrības sajūta ņemusi pārsvaru par vienaldzību pret higiēnas prasībām. Kā piemēru ūdens patēriņa pieaugumam ņemsim Rīgu. Izstrādājot gruntsūdens vada projektu 1899. g. pieņemts (pēc inž. R. Pavela raksta Elektrības, gāzes un ūdensvada labierīcību vēstnesī 1935. g. 3. nrā), kā vidējais patēriņš 80 l un vislielākais 120 l. Tagad turpretim pilsētas statistika rāda, ka šie skaitļi patiesībā bija:

1925. g. vidēji ap	100 l,	maksimāli	150 l
1929. g. „ „	130 „ „	„ „	185 „
1933. g. „ „	140 „ „	„ „	185 „

Maskavā priekš pirmā pasaules kara ūdens patēriņš bij zem 100 l/d. Attīstoties rūpniecībai, ūdens patēriņš spēji pieauga, un 1932. g. tas bij sasniedzis vidēji 129,9 l, bet 1937 g. — 196,0 l, 1938. g. — 225 l un 1939. g. — 245 l uz 1 iedz. diennaktī. Dati par 1938. g. rāda, ka no visa ūdens patēriņa iedzīvotāju vajadzībām izlietots 90 l, rūpniecības un dzelzceļa — 85, pārējām — 50 l, kopā — 225 l. Turpmāk paredzēts iedzīvotāju vajadzībām — 250 l, rūpniecām un dzelzceļam — 120 l, pārējām vajadzībām — 230 l, pavisam — 600 l. Uzskata, ka norma 250 l māju vajadzībām ir normāla, jo dažās mājās Maskavā jau tagad patērē 330—600 l/iedz. d.

Tāda pati parādība novērota arī citās zemēs, un, kā redzams, pie ūdensvadu projektēšanas nebūtu vietā ņemt sevišķi taupīgus patēriņa skaitļus.

Eiropas valstīs ūdens patēriņš ir gandrīz visur vienāds un atbilst augšā miņētiem skaitļiem. Anglijā gan tas ir nedaudz lielāks kā kontinentā. Amerikā turpretim ūdens patēriņš ir 2 līdz 8 reiz lielāks. Izskaidrojams tas ar to, ka Amerikā ūdeni nodeva senāk bez ūdens mērītājiem, kas veicināja izšķērdīgu apiešanos ar ūdeni. Bez tam arī ūdensvadi daudz gadījumos bija likti bez lielas rūpības un zaudējumi neblīvuma dēļ bija lieli. Tagad Amerikā ievēd ūdensmērītājus un vairāk ievēro vadu blīvumu, tā kā tur agrāk novērotais ārkārtīgi lielais ūdens patēriņš tagad uzrāda samazināšanos.

Kā ūdensmērītāji iespaido ūdens patēriņu, redzam pēc šādiem novērojumiem, kas izdarīti 100 Amerikas pilsētās:

Pilsētu skaits	Ūdensmērītāji ievesti % no visām mājām	Vidējais patēriņš 1
41	mazāk par 10%, vidēji 3%	613
20	10—30% „ 11,8%	480
18	30—50% „ 35,6%	363
9	50—75% „ 68%	284
12	75—100% „ 91,6%	220

Dažreiz mēģina lielu ūdens patēriņu attaisnot ar to, ka novadkanāļi tiek labāk skaloti. Bet arī tāds attaisnojums nav nopietni ņemams, jo labi būvēti kanāļi sevišķu skalošanu neprasa un ar parasto noteces daudzumu tādi kanāļi, vismaz kolektori, būs tīri. Tātad kanāļu skalošana ar lielāku ūdens daudzumu (protams, te domāti lielāki kanāļi vai kolektori) var būt tikai tad vajadzīga, ja kanāļi uzbūvēti ar nepietiekamu kritumu. Arī tad sistēmatiski iekārtota skalošana prasa samērā nedaudz ūdens un nekādā ziņā neattaisno pastāvīgā ūdens patēriņa daudzuma palielināšanu.

Ūdens patēriņa svārstības.

Ūdens patēriņa lielumi, par kādiem bija runa, uzskatāmi par vidējiem dienas patēriņiem, t. i. $\frac{1}{365}$ daļu no visa gadā patērētā ūdens daudzuma. Patiesībā ūdens patēriņš svārstās nevien pa diennakts stundām, bet arī pa nedēļas dienām, mēnešiem un pat gadiem.

Gada svārstībām ir dažādi cēloņi. Vispirms jau ar iedzīvotāju pieaugumu pieaug arī ūdens patēriņš, un otrādi — ar iedzīvotāju samazināšanos samazinās arī ūdens patēriņš. Bet tas nav vienīgais iemesls gada svārstībām, jo tās ir arī atkarīgas no meteoroloģiskiem apstākļiem. Slapjos un aukstos gados ūdens patēriņš ir mazāks kā siltos un sausus.

Ūdens patēriņa svārstības pa mēnešiem vai, labāk sakot, pa sezonām atkarīgas arī no meteoroloģiskiem vai klimatiskiem apstākļiem. Vasaras mēnešos patēriņš lielāks kā aukstā gada laikā, jo ūdeni patērē ielu un dārzu laistīšanai, dušām, dažreiz arī ēdamvielu dzesināšanai, ja piegādātais ūdens ir pietiekami auksts (gruntsūdens ap 7°). Sevišķi kūrvietās un peldvietās šai ziņā svārstības lielas, jo te cilvēki mēdz uzturēties tikai zināmā gada laikā, kamēr pastāvīgais iedzīvotāju daudzums ir mazs (piem., Jūrmalā, Ķemerēs). Arī individuālie patēriņa

lielumi, uz 1 iedz., vasarā, resp. sezonas laikā, mēdz būt lielāki kā normālie, sevišķi publiskām vajadzībām. Kūrvietās, kur peldēšanai lieto vai nu jūras, vai speciālu avotu ūdeni, arī tas atsaucas uz individuālo patēriņu.

Patēriņa svārstības diennaktī ir diezgan lielas. Parasti svētdienās ir mazāks patēriņš kā citās nedēļas dienās, kamēr sestdienās vislielākais (tīrīšanas un mazgāšanas diena). Visādā ziņā gadā ir viena diena, kad patēriņš ir par visām gada dienām vislielākais, un ūdensvada ietaisei jābūt spējīgai piegādāt šādu vislielāko daudzumu.

Pēc novērojumiem vācu pilsētās vislielākais dienas patēriņš ir līdz 1,6 reiz lielāks par vidējo, bet karstās un sausās vasarās tas var būt pat 2 reiz lielāks par vidējo. Krievu ūdensvadu kongresos pieņemts kanalizētām pilsētas daļām reizulis 1,15—1,25 un nekanalizētām 1,25—1,50. Varētu būt vēlams pieskaņoties minētam vācu pilsētās novērotam vislielākam dienas patēriņam, tomēr tas ieteicams tikai tad, ja tāda liela daudzuma piegādāšana izdarāma ar vienkāršiem un saimnieciskā ziņā iespējamiem līdzekļiem. Nebūtu saimnieciski paredzēt līdz divreiz lielāku dienas patēriņu, kas varbūt tikai 1—2 dienas gadā rastos, un tam mērķim ierīkot visas ūdens sagādāšanas ierīces, piem., gruntsūdens saņemšanas ietaises vai filtrus upes ūdenim un t. l. Tas būtu dārgi, un ārkārtīgos gadījumos, kad patēriņš ir lielāks, kā paredzēts aprēķinā, var būt no saimnieciskā viedokļa iespējams ierobežot patēriņu dažām pieciešamākām vajadzībām, piem., ūdeņu laistīšanai vai strūklu akām un t. l. To ievērojot, parastos apstākļos var apmierināties ar 50% lielāku par vidējo dienas patēriņu, tātad ar reizuli 1,5.

Stundu patēriņa svārstības ir ļoti lielas. Parasti no pusnakts līdz plkst. 6 patēriņš ir vismazākais, tad no plkst. 6 līdz 19 ir vislielākais patēriņš un pēc plkst. 19 patēriņš atkal samazinās. Dienā ir stundas ar vislielāko patēriņu, un to nem vērā aprēķinot tīklu. Tālākās svārstības stundas laikā, ik pa minūtēm vai sekundēm, vērā neņem, bet rēķina, ka vislielākais stundas patēriņš sadalās vienmērīgi pa visu stundu. No dažiem literatūrā atrodamiem dienas patēriņa sadalījumiem pa dienas stundām sastādīta 1. tabula. Vidējs stundas patēriņš q_{st} ir, apzīmējot dienas patēriņu ar q :

$$q_{st} = \frac{q}{24} \text{ vai procentos } q_{st} = \frac{100}{24} \cdot q = 4,17\% q.$$

No tabulas redzam, ka vislielākais stundas patēriņš ir ap 6% no dienas patēriņa, tātad ap 1,5 lielāks par vidējo. Pēc vācu literatūras vislielākais stundas patēriņš pieņemams 1,4—1,8 no vidējā un pēc krievu ūdensvadu kongresa 1,3—1,4.

1. tabula.

Stundu patēriņš procentos no dienas patēriņa.

Stundas	Berlīne (1910)	Vīsbādene (1910)	Leipcīga	Drezdene	Breslava	Tambova (bez kanaliz.) $q^0 = 321$	Pieņe- mams ap- rēķinam
Rīts	0—1	1,7	1,5	2,0	2,1	1,9	1,5
	1—2	1,6	1,2	1,8	1,4	1,8	1,5
	2—3	1,6	1,5	1,6	1,4	1,7	1,5
	3—4	1,6	1,7	2,0	1,4	1,6	3,0
	4—5	1,7	1,8	2,3	1,7	2,2	3,0
	5—6	2,6	2,0	2,6	2,1	3,9	3,0
Priekšpusdiēna	6—7	3,9	2,3	5,1	4,8	5,2	5,5
	7—8	5,1	7,4	5,1	4,8	5,7	5,5
	8—9	5,5	6,1	5,4	5,5	5,6	6,3
	9—10	6,0	6,6	6,3	5,1	3,5	6,3
	10—11	6,0	5,8	5,0	5,5	5,6	5,7
	11—12	6,1	4,9	5,0	5,1	5,8	5,7
Pēcpusdiēna	12—13	5,6	5,2	4,9	4,4	5,3	5,3
	13—14	5,8	6,2	5,7	5,1	5,6	3,5
	14—15	6,2	6,2	5,4	5,5	5,9	3,5
	15—16	6,1	5,7	5,3	6,1	5,6	6,2
	16—17	5,9	5,7	5,1	5,5	5,3	6,2
	17—18	5,6	6,3	5,5	6,1	5,5	6,2
Vakars	18—19	5,1	5,3	5,5	6,8	5,3	5,5
	19—20	4,7	4,6	4,6	5,5	5,1	5,5
	20—21	4,1	4,1	4,4	4,8	4,2	3,3
	21—22	3,7	3,3	3,9	4,9	3,3	7,8
	22—23	2,4	2,9	3,0	2,7	2,5	2,0
	23—24	1,7	1,7	1,9	1,9	2,3	1,5
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Vispārīgi var norādīt, ka ar daudzuma aprēķinu skopoties nevajag un, ja apstākļi atļauj, jāizvēlas vislielākie skaitļi.

Protams, vislielākais stundas patēriņš var būt arī dienās ar vislielāko dienas patēriņu gadā. Apzīmējot vidējo dienas patēriņu ar q_0 , tas izteicams ar:

$$q_0 = \frac{Q}{E \cdot 365} = \frac{\text{gada patēriņš}}{\text{iedz. skaits} \times 365 \text{ d.}}$$

Tad vislielākais stundas patēriņš, atkarīgi no pilsētas rakstura un apstākļiem, aprēķināms vidējiem apstākļiem:

$$1,5 \times 1,5 \times q_0 : 24 = 0,094 \text{ vai ap } 0,10q_0.$$

Svārstīgais ūdens daudzums. Ar to jāsaprot tas ūdens daudzums, kas ir jāuzkrāj stundās, kad patēriņš mazāks par vidējo, lai varētu segt par vidējo lielāku patēriņu. Sevišķa nozīme tam ir, ja ūdensavots var piegādāt vienmērīgu ūdens daudzumu (piem., avots), bet arī ja ūdensavots nav ierobežots (piem., upe), grūtības rodas uzstādīt tādas mašīnas, kas piegādātu tieši to ūdens daudzumu, kas katru brīdi vajadzīgs. Tādēļ vajadzīgi izlīdzinātāji rezervuāri, kas uzņem lieko ūdeni, kad piegāde lielāka par patēriņu, un atdod, kad patēriņš lielāks par piegādi. Svārstīgo ūdens daudzumu var noteikt vai nu pēc 1. tab. (23. l. p.), vai uz tabulas pamata sastādītas diagrammas (1. diagr.). Izlīdzinātāja rezervuāra lielums aprēķināms pēc ūdens piegādes ietaises iekārtas.

2. tabula.

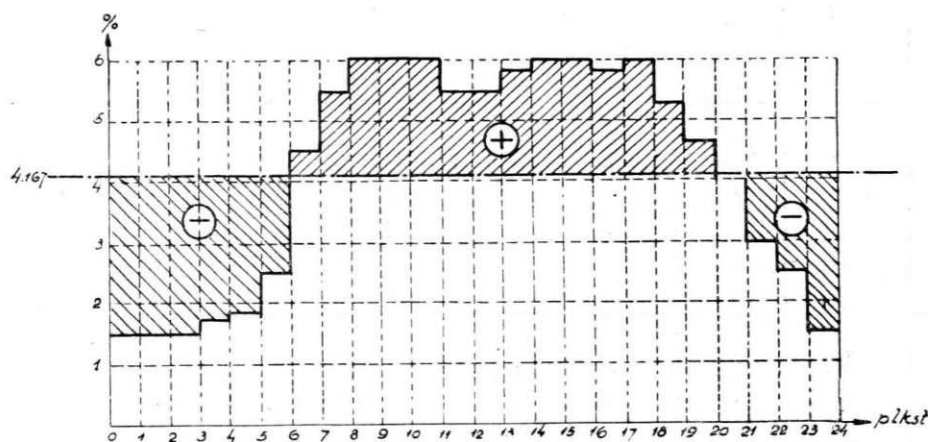


Diagramma 1. Ūdens patēriņš % pa diennakts stundām.

+ patēriņš lielāks par vidējo.

— patēriņa iztrūkums no vidējā.

2. Ūdens īpašības

Ar ūdeni saprot ķīmisku savienojumu, kura formula ir H_2O un kas stāv no 2 tilpuma daļām ūdeņraža (H_2) un vienas tilpuma daļas skābekļa (O), vai kas 100 svara daļās satur 88,81 svara daļas skābekļa un 11,19 svara daļas ūdeņraža. Tāda ķīmiska sastāva ūdeni, stingri ņemot, dabā neatrod. Ūdenim piemīt īpašība uzņemt citas vielas, tās šķīdināt, vai ar tām savienoties, un katrs dabā atrodams ūdens satur dažādas minerālas un organiskas vielas, šķīdinātas vai gāzveidīgas,

un arī baktērijas. Arī lietus ūdens nav ķīmiski tīrs, bet satur vielas, kuŗas tas uzņēmis savā ceļā caur gaisu. Tātad, runājot praktiski par ūdens tīrību, jāievēro, cik dažādu vielu ūdens ir uzņēmis, un vai tas ar tādu sastāvu noder dotam mērķim. Vistīrāko ūdeni prasa tiešai cilvēka baudīšanai, t. i. dzeršanai, bet šim mērķim ķīmiski tīrs ūdens nebūs sevišķi noderīgs, jo cilvēka organismam vajadzīgas dažādas vielas, kam jāatrodas labā dzeramā ūdenī. Tādas līdz ar tīro ķīmisko ūdens sastāvu uzņemamas vielas satur skābekli, ogļskābi un dažas minerālvielas, kas organismam atrastas par noderīgām. Gan jāatzīst, ka par šādu vielu fizioloģisko ietekmi organismā nav iespējams viegli iegūt pilnu skaidrību. Ūdens, kas satur tādas vielas, kas to padara dzeršanai nederīgu, tomēr vēl var būt noderīgs dažādiem citiem saimnieciskiem vai rūpnieciskiem mērķiem. Tātad vispirms jābūt skaidrībā, kādam mērķim ūdens jātagādā, un tad jānoskaidro, vai pieejamais ūdens ir noderīgs šim mērķim, ja nē, tad kādas ir tās sastāvdaļas, no kuŗām ūdens jāatbrīvo, lai to padarītu noderīgu dotam mērķim. Kā turpmāk būs redzams, kaut kuŗu ūdeni, lai tas būtu cik netīrs būdams, pat kanalizācijas notekūdeni, var iztīrīt līdz vēlamai tīrības pakāpei, pat līdz tīra dzeramā ūdens prasībām. Jautājums gan pie tā ir, cik dārgs tāds ūdens iznāktu un vai nav saimnieciskāki pameklēt avotu ar tīrāku ūdeni.

Ūdens īpašības nosaka ar analīzi, izmeklējot tā fizikālās, ķīmiskās un baktērioloģiskās sastāvdaļas un to raksturojumu. Ar metodēm šādai analīzei tuvāk nodarbojas ķيميķi un biologi, un turpmākā apcerējumā būs veltīta vērība galvenā kārtā izmeklēšanās rezultātu nozīmei un to novērtēšanai.

a) Fizikālās īpašības.

1. Temperatūra. Ūdenim pret temperatūras iespaidiem ir sevišķas attiecības. Visblīvākais, tātad vissmagākais, ūdens ir pie $+4^{\circ}\text{C}$, un tāda ūdens svars pieņemts, kā zināms, par svāra vienību. 1 cm^3 ūdens ar $+4^{\circ}\text{C}$ sver 1 g (gramu), vai $1\text{ dm}^3 = 1\text{ l}$ (litru) sver 1 kg , un $1\text{ m}^3 = 1\text{ t}$ (tonnu). Pie temperatūras, zemākas par $+4^{\circ}\text{C}$, ūdens izplešas, ir mazāk blīvs un tilpuma vienība sver mazāk. Tāpat ūdens svārs samazinās līdz ar temperatūras pieaugumu, kā to redzam 3. tab., pie kam ar augstāku temperatūru svāra samazināšanās notiek straujāk.

Ja ūdeni atdzisina zem sasāšanas punkta, t. i. zem 0°C pie normāla atmosfāras spiediena, tad tas pārvēršas par ledu. Ūdenim pie 0°C pārejot ledu stāvoklī, arī ar 0°C , atbrīvojas no 1 g tīra ūdens 79 siltuma vienības (kalorijas), saprotot ar 1 silt. vien. to siltuma daudzumu, kas vajadzīgs, lai 1 g ūdens sasildītu pa 1°C . Ūdensvādu praksē sevišķa nozīme tam apstāklim, ka sasāstot ūdens izplešas par $\frac{1}{11}$ sava tilpuma,

un slēgtā telpā, piem., vados, var attīstīties spiediens līdz 100 atm. un vairāk un caurules var saplīst, ja materiāla stiprums nav pietiekams, lai pretotos tik lielam spiedienam.

3. tabula.

Temperatūras iespaids uz ūdens tilpumu un svaru.

Temperatūra °C	1 kg ūdens tilpums l	1 l ūdens sver kg
0°	1,00013	0,99987
4°	1,00000	1,00000
10°	1,00027	0,99973
20°	1,00179	0,99821
50°	1,01205	0,98809
100°	1,04315	0,95863

Ūdens, kas satur sāli, sasalst, kad temperatūra zemāka par 0°. Tā, piem., 8% vāramās sāls atšķaidījums sasalst tikai pie -4,8°C.

Dzeņamam ūdenim vispatīkamākā temperatūra ir 9—12°C. Ūdens ar temperatūru, kas zemāka par 5°C un augstāka par 15°C, jau jāuzskata par nederīgu dzeršanai. Pārāk auksts ūdens ir kaitīgs cilvēka organismam, jo var būt par cēloni vēdera un zarnu, dažreiz arī niežu, slimībām. Turpretim pārāk silts ūdens ir negaržīgs un neatspirdzina.

Dažu rūpniecību vajadzībām var būt noderīgs arī auksts ūdens, piem., dzesināšanai, bet ķīmiskā rūpniecībā dažreiz var būt derīgs arī silts ūdens, tāpat sildīšanas teknikā un t. l. Ūdens temperatūra jāmērī tūlīt pēc ūdens izņemšanas no avota, ar jūtīgu termometru, ar kuŗu var nolasīt līdz 1/10 grada. Gaisa iespaidā temperatūra mainās.

Vēl jāmin, ka ūdens daudzreiz arī norāda uz avota pastāvīgumu. Tā istam gruntsūdenim ir tikpat ziemā kā vasarā praktiski pastāvīga temperatūra (Rīgas gruntsūdens ap +7°C), kamēr temperatūras maiņas gruntsūdenim norāda, ka tam ir sakari ar virszemes ūdeņiem, kas arī citādā ziņā var iespaidot ūdens labumu.

2. **Dzidriība vai caurspīdība** (Durchsichtigkeit, прозрачность, Turbidity). Tīrs ūdens parasti ir dzidrs. Duļķainums ūdenī rodas no dažādām šķīdinātām un koloidālām vielām, piem., smalkas smilts, māla, dzelzshidroksīda, mikroorganismiem un citām tamlīdzīgām vielām. Ie spiežot ūdenī, kas stāv zem spiediena, gaisu, tas sadalās ūdenī smalkos pūslīšos un padara ūdeni it kā duļķainu, bet tāds duļķainums drīz izzūd,

ja ūdens nāk brīva gaisa iespaidā. Duļķainums, kas ūdenī radies no citām vielām, jānovērš ar ūdens tīrīšanas paņēmieniem (koagulēšanu, filtrēšanu, chlōrēšanu, aktīvo ogļu filtriem), ar kuriem turpmāk iepazīsimies.

Parasti ūdens dzidrību nosaka, ielejot to cilindrā ($d = 30\text{--}50$ mm), kuŗa dibenā atrodas balta porcelāna platīte ar melnu svītriņu vai krustiņu. Cilindru pilda ar ūdeni tik ilgi, kamēr vēl var redzēt apakšā zīmi uz platītes, vai piepilda līdz virsai (cilindra gaŗums līdz 1,5—2 m) un izlaiž apakšā ar izlaidni ūdeni tik ilgi, kamēr zīmi var skaidri saredzēt. Cilindra dibens var būt arī caurredzams, tad to uzliek uz zināma lieluma iespiestiem burtiem un nosaka dzidruma lielumu ar ūdens dziļumu, pie kuŗa vēl burtus var skaidri izšķirt. Cilindrā skatās no virsas. Ūdens staba augstums centimetros apzīmē dzidrības gradu. Metode ātri un ērti izvedama, bet tai piemīt tā nepilnība, ka tā ir subjektīva, atkarīga no cilvēka redzes spējas noteikt, kad krustiņš vai raksts ir skaidri redzami.

Praksē dažreiz, sevišķi pētījot ūdeni uz vietas, dzidrību nosaka, iepildot ūdeni labi caurredzamā nekrāsotā stikla pudelē, un, turot pret gaismu, apzīmē ūdens izskatu ar: dzidrs, vāji opaliscējošs, opaliscējošs, vāji duļķains vai stipri netīrs.

3. **Krāsa** (Färbung, *цветность*, Color). Tīrs ūdens ir bezkrāsains. Nokrāsa norāda, ka ūdenī ietikušas dažādas vielas. Ūdens, kas nāk no purviem, ir ar dzeltānu nokrāsu no humusskābēm, bet var būt arī tumšas nokrāsas, ja nāk no kūdras purviem. Katrā ziņā krāsains ūdens (dzeltāns, brūns, sarkans, tumšs) norāda, ka tas satur daudz organisku vielu. Bet dažreiz sākumā bezkrāsains ūdens, uzņemdam no gaisa skābekli, var pieņemt brūnganu nokrāsu. Tas gadās, ja ūdens, piem., saturēja šķīdumā divvērtīgu dzelzs bikarbonātu, kas ir bezkrāsains, bet skābekļa iespaidā oksidējas un pārvēršas trīsvērtīgās dzelzs hidroksidā, kas ir nešķīstošs un ūdenim piedod brūnganu nokrāsu. (Sk. 36. l. p.)

Krāsu nosaka subjektīvi ar tādu pašu paņēmieni kā dzidrumu, skatoties caur zināmu ūdens stabu (ap 30 cm gaŗu), cilindra diam. 20—30 mm. Laboratorijas lieto arī objektīvākas metodes, piem., pēc t. s. amerikāņu (platinkobalta) skālas. Pēc šās metodes sagatavo noteikta sastāva dažādus paraugus (etalonus), ar kuriem salīdzina izpētījamo ūdeni. Tādā ceļā tad uzstāda dažādus krāsas gradus (5^0 , 10^0 , 15^0 un t. t.).

Analītiski 1 nokrāsas grads atbilst 1 mg metāliska platina saturam 1 litrā ūdens. Lielākai daļai dabisku ūdeņu nokrāsa ir 15—20 gradu, izņemot ūdeņus, kuŗi satur humusa vielas un kuŗu nokrāsa var būt 50—60 gradu.

Krāsains ūdens nepatīkams lietošanā, sevišķi, ja aizdomas, ka krāsa radusies no kādām nelabām organiskām vielām. Kā redzēsim, ūdens atkrāsošanai jālieto dažādi līdzekļi, atkarīgi no krāsas rakstura, piem., to koagulē ar alumīnija sulfātu, tad filtrē vai chlōrē un atchlōrē ar aktīvo ogli.

4. **Smaka** (Geruch, запах, Odor). Labam dzeramam ūdenim jābūt bez smakas, katrā ziņā viņam jābūt bez nepatīkamas smakas, tomēr ir ūdeņi, kam piemīt zināma smaka. Smaka ūdenī varēja izcelties sekojošos apstākļos:

a) No dažiem mikroorganismiem (protozojiem, algām), kas atdala, sevišķi pēc savas nobeigšanās, smirdošas gāzes un eļļainas vielas, kurām piemīt raksturīga nepatīkama zivju vai eļļas smaka un arī garža.

b) Purvainam ūdenim piemīt raksturīga smaka, kas ceļas no humusa vielām.

c) Ūdenim no dziļākiem slāņiem dažreiz piemīt sērūdeņraža smaka, kas tomēr, nākot ūdenim āra gaisa iespaidā, ātri izzūd.

d) Dzelzs saturs ūdenī arī var būt daudzreiz par smakas cēloni.

e) Notekūdeņi no amonjaka fabrikām pie koksa dedzinātavām, kā arī no dažām citām ķīmiskām rūpniecībām, satur fenolu (kas ir arī karbolskābes galvenā viela) un citas indīgas vielas. Fenolam ir tā ļaunā īpašība, ka, sajaukts ar chlōru (chlōrfenols), pat ļoti stipri atšķaidīts (1:5.000.000), tas dod ūdenim ļoti nepatīkamu smaku un arī piegāržu. Ņemot apgādei upes ūdeni, kurā ieticis ūdens, kas satur fenolu, rodas lielas grūtības tāda ūdens chlōrēšanas technikā, kā vēlāk par to būs minēts (422. l. p.).

Ūdens smaku nosaka tūlīt pēc svaiga parauga noņemšanas, nepilnā pudelē, to stipri sakratot. Ūdeni sasildot līdz 40°—50°C, smaka dažreiz sajūtama stiprāka. Dažādas smakas pakāpes daži autori apzīmē ar: ļoti vāju, vāju, ievērojamu, stipru smaku. Smakas noteikšana ir subjektīvs paņēmieni.

5. **Garža** (Gechmack, вкус, Taste). No laba dzeramā ūdens prasa, lai tam būtu patīkama, atspirdzinoša garža. Piegāržu ūdenī rada tie paši piemaisījumi, kas smaku. Ciets ūdens parasti garžo labāk kā mīksts.

Ūdens garžu nosaka vislabāk 8°—12°C siltam ūdenim, bet virszemes ūdenim vasarā gan būs garža jānosaka arī pie augstākas temperatūras. Garžas noteikšana arī ir subjektīvs paņēmieni.

Vēlreiz jāatgādina, ka fizikālo īpašību noteikšana jāizdara ar svaigi ņemtiem paraugiem. Ūdenim, kas ilgāku laiku stāvējis brīvā gaisā, var šīs īpašības mainīties, daudzreiz gan uz labo pusi, piem., sliktas smakas un garžas nostdabūšanai, bet daudzreiz arī otrādi. Parasti, smakas un garžas noņemšanai būs vajadzīgi sarežģītāki paņēmieni: aerācija, dezinfekcija, filtrācija un citi, ar kuriem turpmāk nāksies iepazīties (420. l. p.).

b) Ķīmiskās īpašības.

Ūdenī atrodošos vielu daudzumu parasti pieņemts izteikt mg/l (miligramos 1 l ūdens), lai gan daži ķīmiķi arī vēl raksta g/l, kas ir neērti, jo vielu daudzums nav liels un skaitļi tad ir ar daudz nullēm, ar ko viegli var ieviesties kļūdas skaitļos.

1. **Reakcija** (Reaktion, реакция, Alkalinity and Acidity). Ūdens parasti satur kalcija un magnēzija bikarbonātus un līdz ar to ir viegli sārmais (alkalisks). Turpretim ūdens, kas satur dažādas organiskas skābes (piem., purva ūdens) vai minerāliskas skābes, vai ogļskābi, uzrāda skābu reakciju. Reakciju noteic vai nu kvalitatīvi, vai kvantitatīvi. Ar kvalitatīvu analīzi var noteikt, vai ūdens ir skābs, vai sārmais, vai neitrāls, bet cik lielā mērā šīs īpašības ir, var noteikt tikai ar kvantitatīvu analīzi. Kvalitatīvai analīzei ielej izmeklējamā ūdeni lēzenā porcelāna bļodiņā un iemērc pa strēmelei zilā un sarkanā lakmusa papīra tā, lai strēmeles nesadurtos. Pēc 5—10 min. krāsu salīdzina ar tādas pašas sākuma krāsas lakmusa strēmeli, iemērktu destillētā ūdenī. Ja krāsa izmeklējamā ūdenī nav mainījies, tad ūdens ir neitrālas reakcijas. Ja sarkanais papīrs ir krāsu mainījis pret zilo, tad ūdens ir sārmais, ja turpretim zilā krāsa ir tikusi sarkana, tad ūdenim ir skāba reakcija. Lakmusa papīra vietā ķīmiķi lieto dažreiz zināma sastāva lakmusšķīdumu vai arī dažādas citas vielas, kuŗas uzskaitīt še nav nodomāts.

Ar kvantitatīvo analīzi nosaka skābuma vai sārmainuma pakāpi. Jaunākais paņēmiens ir noteikt ūdeņražā iōnu koncentrāciju, t. i., cik gramu iōnizētā ūdeņražā atrodas 1 litrā ūdens. Ūdeņražā iōns, kas uzskatāms par pozitīvi pielādētu atoma kodolu, bez to ietīstījušiem negatīviem elektroniem, ir ūdens skābās reakcijas norādītājs (indikātors). Ūdenim ar neitrālu reakciju, kā arī ķīmiski tīram ūdenim H_2O , pie istabas temperatūras ūdeņražā iōnu koncentrācija ir $1 \cdot 10^{-7}$. Tātad, ja ūdeņražā iōnu koncentrācija ir:

$$\begin{aligned} > 1 \cdot 10^{-7}, \text{ tad reakcija ir skāba.} \\ = 1 \cdot 10^{-7} \quad \text{,,} \quad \text{,,} \quad \text{,, neitrāla.} \\ < 1 \cdot 10^{-7} \quad \text{,,} \quad \text{,,} \quad \text{,, sārmaina.} \end{aligned}$$

Lai apzīmējumus vienkāršotu, ņem šā ūdeņražā iōnu koncentrācijas reciproka skaitļa logaritmu, nosauc to par ūdeņražā eksponentu un apzīmē to ar P_H vai pH. Pieturēsimies pie apzīmējuma pH. Ķīmiski tīram ūdenim (H_2O) pie parastās istabas temperatūras ir:

$$pH = \log. \frac{1}{10^{-7}} = \log. 10\,000\,000 = 7.$$

Tātad, ja

pH = 7,	ūdenim ir neitrāla reakcija
pH < 7	„ „ skāba „
pH > 7	„ „ sārmaina „

Jo mazāks pH, jo skābāks ūdens, un jo lielāks pH, jo sārmaināks.

Ūdeņraža eksponentu pH noteikšanai ir dažādas metodes, starp citu to var arī noteikt tieši kalorimetriskā ceļā ar krāsainiem indikatoriem, vai vēl labāk elektrometriskā ceļā, kā tas ķīmijas praksē pazīstams no Michaelis darbiem.

Ūdeņraža eksponenta pH noteikšanai ir liela nozīme noskaidrojot jautājumu, vai izmeklējamais ūdens ir agresīvs, vai nē, t. i. vai tas bojā betonu un metālu daļas ūdensvada ietaisēs. Pēc Tillman'a un Klarmann'a ūdens spēja šķīdināt dzelzi ir tieši proporcionāla ūdeņraža jonu koncentrācijai.

Parasti dabiskajiem gruntsūdeņiem pH ir no 7 līdz 8, bet dažiem vēl vairāk. Mīkstos ūdeņos, kuņģiem piejauktas organiskas skābes, kas cēlušās stādu sakrišanas procesos, pH dažreiz nokrīt līdz 5 un vēl zemāk.

Praktiski, starp citu, arī koagulanta daudzuma un rakstura noteikšanai saskaņā ar ūdens reakciju, ir nozīmīgi zināt pH lielumu¹⁾.

2. **Sausne** (Gesammtrückstand, сухой или плотный остаток, Residue on Evaporation). Par sausni apzīmē organisko un neorganisko vielu daudzumu ūdens sastāvā, kas paliek pāri ūdenim iztvaikojot pie 100°C un atlikumu izkarsējot pie 110°C. Higiēniskā ziņā sausnes daudzums nav noteikts indikators, bet ūdens tvaika katlu barošanai gan nedrīkstētu saturēt vairāk par 300 mg/l sausnes, jo ar to celtos neērtības (piem. katlakmens attīstības ziņā).

Sausnes noteikšanai iztvaicē 200—500 cm³ ūdens platīna vai porcelāna bļodiņā, kas iepriekš izkarsēta un nosvērta. Kad viss ūdens redzami izgarojis, bļodiņu ar sausni ieliek žāvējamā skapī un patur ap 3 st. pie 110°C, lai būtu garantija, ka viss ūdens izgarojis. Pēc tam nosver. Svara pieaugums pret pirmatnējās, ar izkarsēšanu sagatavotās, tukšās bļodiņas svaru ir tveices atlikums vai sausne. Var vēl žāvēt 1 st. 180°C temperatūrā, tad izgaist arī kristallūdens un tā izžāvētā sausne noder ūdens atsevišķo ķīmisko sastāvdaļu kopsummas kontrolei par pareizi izdarītu analīzi.

Ja sausni sadedzina, karsējot bļodiņu uz uguns, piem., gāzes liesmā, tad sausnes svars samazinās, kas izskaidrojams ar organisko vielu sadegšanu, un ar sāļu kristallūdens izgaišanu (ja tas nav jau agrāk izdarīts). Palikušo daļu sauc par deguma atlikumu, kamēr izzudušo svara

¹⁾ Babbit and Donald, Watersupply Engineering, p. 535.

daļu par deguma zudumu. Dēguma zudums ir sevišķi liels, ja ūdenī ir daudz organisko vielu, un praktiski tas arī raksturo organisko vielu daudzumu ūdenī.

3. **Organiskās vielas.** Organiskās vielas ūdenī var būt cēlušās kā no dzīvnieku, tā arī stādu valsts, un tās raksturo ūdens netīrību, sevišķi tās organiskās vielas, kas cēlušās no dzīvniekiem. Organiskās vielas oksidējas ar skābekli un it īpaši ar ozonu. Tādēļ arī organisko vielu noteikšanai uzzina skābekļa daudzumu, kas vajadzīgs to oksidēšanai ar tā saukto apskābjamības noteikšanu (Oxydierbarkeit, окисляемость). Parastā metode ir to panākt ar kalija permangānāta (KMnO_4) palīdzību, pēc zināmiem paņēmieniem vārot noteiktu daudzumu ūdens ar noteikta sastāva kalija permangānāta šķīdumu. Tīriem dzeramiem ūdeņiem KMnO_4 parasti vajadzīgs mazāk par 12 mg/l = 3 mg O, kamēr netīram ūdenim vajadzīgs KMnO_4 lielākā daudzumā. Tomēr liels KMnO_4 patēriņš analizē nav arvien pazīme par ūdens sliktumu. Tā, piem., lielākā daļa ūdens no purvainām vietām satur samērā daudz organisku vielu, bet ūdens nav tomēr veselībai kaitīgs. Humusa vai huminvielas ir vēl nepietiekami izpētīti savienojumi, kas stāv sakarā ar humusu (kas atrodas melnzemē) un kas atrodas sevišķi purvainās, kūdrainās un brūnogles rajonu vietās. Ūdens, kas nāk no šādām vietām un satur šādas vielas, ir dzeltāni brūnas nokrāsas, dažreiz ar sasmakuša purvainu ūdens smaku, ir bezgaržīgs vai garžo nepatīkami un ir ar skābu reakciju (pH ievērojami mazāks par 7). Pēc higiēnistu domām šīs vielas pašas par sevi vēl nav kaitīgas veselībai, bet neglīta izskata, nelabas smakas un garžas dēļ šādus ūdeņus var lietot tikai, ja izdodas šīs nepatīkamās īpašības novērst. Kā to vēlāk redzēsīm (422. l. p.), to sasniedz ar pārchlōrēšanu un filtrēšanu caur aktīvām oglēm. Bet ir arī ūdeņi, kas satur humusvielas, tomēr nav ar sliktu smaku un garžu. Ir vēl humusvielas saturoši ūdeņi, kas satur arī vārāmo sāli, un tādām ūdeņim tad ir līdz ar purvainu garžu vēl arī sāls garža.

4. **Nešķīdinātās vai suspendētās vielas** (Ungelöste Schwebestoffe, взвешенные вещества). Šīs vielas atrodas ūdenī cietā stāvoklī un kopā ar šķīdinātām vielām sastāda sausni. To atrašanās ūdenī norāda jau pa daļai, kādu ceļu ūdens ir nogājis, un parasti, jo vairāk suspendēto vielu ir ūdenī, jo sliktāks tas ir un ārēji jo nepatīkamāks.

Suspendēto vielu daudzumu nosaka, nokāršot līdz 50 l ūdens (atkarīgi no suspendēto vielu daudzuma) un nosakot ar analīzi sausni nokārstā un nenokārstā ūdenī, vai arī tieši nokārstās vielas izžāvējot pie 110°C temperatūras un pēc atdzišanas nosverot. Pēc Kolkwitz'a nokāršanu var izdarīt lietojot no zīda gāzes izgatavotu piltuves veidīgu maisīnu ar acu lielumu 0,05 mm un aizgriezni apakšā, — vai uz vara sietiņa ar acu lielumu 0,07 mm. Uz sieta vai tīkliņa (maisīņa) aizturētās vielas saliek graduētā stobriņā un pēc nogulšanās var tieši nolasīt vielu daudzumu. Pēc Kolkwitz'a dzeļamais ūdens nedrīkst saturēt vairāk par 1 cm³ suspendētu vielu 1 m³ ūdens. Bet ezera ūdeņos

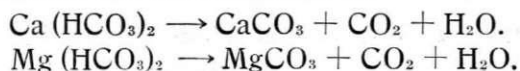
ir vairāk par 2 cm³, un upes ūdeņos pat līdz 80 cm³. Tāds ūdens ir jāiztīra no suspendētām vielām.

Suspendēto vielu daudzums vien tomēr vēl nav vienīgi noteicošais faktors par ūdens labumu. Vēl lielāka nozīme ir suspendēto vielu veidu un raksturu pazīšanai. Minerāliskās vielas parasti veselībai nav kaitīgas, bet ja tās ūdenī ir lielā, redzamā daudzumā, vai ūdenim ir piejaukušās smalkas vielas, māla daļiņas vai dzelzs hidroksīds, sērskābe un t, l., kas padara ūdeni duļķainu, tad tāds ūdens tiešai lietošanai ir pretīgs. Ūdenim mierīgi nostājoties, no tā izkrīt nogulsnes, un arī tehniskiem mērķiem (katlu barošanai, mazgāšanai un t. t.) tāds ūdens nav noderīgs. Kā redzams, visos gadījumos ūdens pirmā vietā jāiztīra no suspendētām vielām.

Jānosaka arī, vai ūdenī suspendēto vielu starpā nav organiskās vielas un organismi vispār, un it sevišķi sīkorganismi. Organismu raksturs jau var norādīt uz dažām ūdens higiēniskām īpašībām. Ir organismi, kas dzīvo tikai tīrā ūdenī (oligosaprobi), un atkal citi, kas dzīvo vairāk vai mazāk netīrā ūdenī (polisaprobi). Tādēļ bioloģiskai ūdens izmeklēšanai ir ļoti liela nozīme un ar viņu jau varam dabūt norādījumu, vai ūdens netīrība ir pārejoša, vai pastāvīga.

Tāpat nozīmīgi ir konstatēt, vai ūdenī neatrodas kafijas atliekas, audumu šķiedras un citas vielas, kas norāda uz to, kā ūdenī varēja ietikt vielas, ko rada cilvēka dzīves apstākļi, līdz ar to arī netīrumi un ar to saistītās sekas.

5. **Cietība** (Härte, жесткость, Hardness). Ar ūdens cietību pieņemts saprast tā kaļķa un magnēzija saturu. Izšķir pārejošu (temporeru vai transitorisku) un paliekamu (permanentu) cietību. Pārejošo cietību, arī oglekļa vai karbonātu cietību, rada kalcija un magnēzija bikarbonāti un monokarbonāti, kas ūdeni vārot atdalās no ūdens, pie kam šķīstoši bikarbonāti pārvēršas nešķīstošos karbonātos un daļa oglekļa izgaiso. Ķīmiskā reakcija ir:



Karbonāti vārāmos traukos (piem., tvaika katlos) nogulstas uz sienām, un izveidojas t. s. katla akmens, kas var sacelt nepatīkamus traucējumus un kurināmā materiāla lieku patēriņu.

Paliekamā cietība, arī saukta minerāliskā bju vai nekarbonātcietība atkarīga no kalcija un magnēzijas chlōrīdiem, nitrātiem, sulfātiem, fosfātiem un silikātiem. Ar minerāliskābēm saprot tādas skābes, kas satur oglekli (C).

Kopējā cietība pastāv no pārejošās un paliekamās cietības un zināmā ūdenī norāda uz sārzmazņu jonu saturu ūdenī.

Cietību apzīmē ar vācu, franču vai angļu grādiem.

1 vācu cietības grāds = 10 mg CaO — 1 l ūdens.

1 franču „ „ = 10 mg CaCO₃ — 1 l ūdens.

(1 d. CaCO₃ = 0,56 d. CaO).

1 angļu „ „ = 10 mg . CaCO₃ — 0,7 l ūdens.

(vai 1 d. CaO — 12500 d. ūd.).

Tāpat attiecības ir šādas:

1 vācu grāds = 1,25 angļu grad. = 1,79 franču grad.

0,8 „ „ = 1 „ „ = 1,43 „ „

0,56 „ „ = 0,70 „ „ = 1 „ „

Magnēzija daudzumu pārrēķina ekvivalentos CaO daudzumos, pareizinošot MgO daudzumu ar 1,4 un dabūto skaitli pieskaitot CaO daudzumam, pēc attiecībām:

$$\text{MgO} : \text{CaO} = 40 : 56 = 1 : 1,4.$$

Piem., ūdenī atrasts ar analīzi: CaO — 64 mg/l un MgO = 12 mg/l, tad cietība ir:

$$\frac{64 + 12 \times 1,4}{10} = 8 \text{ vācu gradi.}$$

Higiēnisti (pēc Kluta) apzīmē ūdeni ar cietību, mazāku par 4 vācu grādiem, par ļoti mīkstu.

4— 8 vācu grādiem par mīkstu	
8—12 „ „ „	vidēji cietu
12—18 „ „ „	puslīdz cietu
18—30 „ „ „	cietu
vairāk par 30 „ „ „	ļoti cietu.

Vārīšanai, mazgāšanai, tvaika katlu barošanai un daudziem tehniskiem mērķiem mīksts ūdens noder labāk kā ciets. Mazgāšanā ziepju patēriņš cietā ūdenī lielāks kā mīkstā, jo ar ziepju stearīnskābi vispirms izveidojas nešķīstoši kaļķa un magnēzija savienojumi, un tikai ziepju pārpalikums puto un veicina mazgāšanu. Cietā ūdenī arī grūti novārīt pākšu augus (zirņus un pupas), un neskatoties uz lielu kurināmā materiāla patēriņu šie augi paliek cieti un negaržīgi. Ciets ūdens, kā jau minēts, neder tvaika katla barošanai, jo no tā ceļas katla akmens un kurināmā patēriņš tad palielinās. Vispār uzskata, ka par 6 vācu grādiem cietāks ūdens (pēc citiem datiem 7—8 v. g.) tvaika katlu barošanai nav ieteicams un nav saimniecisks. Tomēr tas, vai vajadzīgs šim mērķim ūdeni atmīkstināt, atkarājas no tvaika katlu būves un to izmantošanas. Viegli tīrāmi un maz izmantojami katli panes arī cietāku ūdeni un otrādi. Katla akmens biežums 2 mm jau ir kaitīgs un nesaimniecisks, un tas ir jānotīra. Lai tīrīšanu atvieglotu, lieto dažādus līdzekļus, kā uzturēt kaļķi mīkstākā stāvoklī, piem., laiž barošanas ūdeni caur linsēklām.

No higiēniskā viedokļa nav pilnīgi noskaidrots, vai ciets ūdens veselībai kaitīgs, vai ne. Ir vietas, kur lieto pat pāri par 100 gradu cietības ūdeni, bez kāda ļauna iespaida uz veselību. Valda uzskati, ka kaļķa cietība ir labāka par magnēzija, un ūdens nav ieteicams, ja magnēzija sāļis noteic cietību galvenā kārtā. (Senāk pat bija uzskats, ka magnēzija cietība nedrīkst pārsniegt $\frac{1}{6}$ no kaļķa cietības.) Pēc vācu ārsta Opitz'a novērojumiem pie skolniekiem un kara dienestā iesaucamiem atrasts, ka apgabaliem ar cietu dzeramo ūdeni (līdz 60^o) ir šādas priekšrocības: zobu slimības retākas kā skolniekiem, tā arī iesaucamiem; ķermeņa svars iesaucamiem lielāks, arī aprēķinot uz cm auguma lielumu; jaunpiedzimušie stiprāki. Turpretim apgabalos, kas lieto mīkstu dzeramo ūdeni, novērots mazāk pārkaļķošanās pazīmju. Kā redzams, cieta vai mīksta ūdens priekšrocība, ja ir izvēle, atkarājas vairāk no saimnieciskām nekā no higiēniskām prasībām.

Cietības noteikšanai lieto dažādas metodes. Vienkārša un ļoti parocīga ir *Butrona* (*Boutron*) un *Budē* (*Boudet*) metode, dibināta uz novērojuma, ka kratot ziepju šķīdumu destillētā ūdenī, rodas putas, kas ilgāku laiku neizzūd. Turpretim kratot ziepju šķīdumu ūdenī, kas satur kalcija un magnēzija sāļi, putas turēsies ilgāku laiku tikai pēc tam, kad šīs sāļi saistīsies ar taukskābēm un šķīdumā ir ziepju pārākums. Ziepju šķīdumu pagatavo pēc zināmas receptes, un no vajadzīgā daudzuma, kas jāpielej, lai kratot 5 min. laikā putas vairs neizzustu, nosaka cietības gradus.

Vēl jāmin, ka nevien ūdenī vārot izkrīt karbonāti, bet zināmos apstākļos ogļskābais kaļķis var izkrist arī pie parastās temperatūras, un tādēļ no ūdens, kas satur lielu pārejošu cietību, var rasties kaļķa inkrustācijas arī vadu caurulēs, bet šī parādība gan ir retāka.

Ūdens cietības cēloņi ir to zemes slāņu sastāvs un īpašības, caur kuriem ūdens izgājis. No slāņiem, kas satur kalciju un magnēziju, ūdens iegūst savu cietību. Tātad cieti ir ūdeņi, kas nāk no dolomītiem, kaļķakmens, krīta, ģipša, kamēr parasti mīksti ir ūdeņi no granīta, bazalta, porfīra, kvarca, šifera u. t. t. Upes ūdens gaisa iespaidā zaudē pa lielai daļai pārējošo cietību un ir tādēļ mīkstāks par to avota vai gruntsūdeni, kas satek upē.

Kā tas turpmāk (349. l. p.) būs redzams, cieta ūdens atmīkstināšana ir dārgs paņēmieni un tādēļ to parasti izdara tikai dažiem rūpnieciskiem mērķiem un katlu barojamā ūdens sagatavošanai.

6. **Amonjaks** (NH_3). Amonjaka savienojumi ūdenī sarodas no dažādiem redukcijas procesiem, kas pa daļai ir fizikāli ķīmiskas dabas, bet pa daļai biokīmiskas dabas, kad pārvēršanās notiek zem mikroorganismu (sīkbūtnu) iedarbības. Pirmā gadījumā ūdeni parasti neuzskata par tādu, kas apdraud veselību. Amonjaks ir ļoti bieži dziļū un tīru gruntsūdeņu sastāvā un rodas, kad nitrātu sāļi reducējas zem dzelzs sāļu iespaida. Novērots, kā amonjaks rodas, ja dzelzs paskābļa sāļi

sastopas pat ar mazu daudzumu slāpēkļskābes. Tāpat arī amonjaku satur ūdens, kas nāk no slāņiem ar humusa vielu saturu. Humusvielas ļoti kāri uzņem skābekli, un ja brīva skābekļa nav, tad to atvelk ūdenī šķīdinātiem nitrātiem un nitrītiem, reducējot tos par amonjaku. Vispārīgi ūdens, kas sūcies caur slāņiem, kuŗi satur slāpēkli dažādās sālīs, saturēs arvien amonjaku. Tātad arī ūdens, kas tecējis caur slāņiem, kuŗos ietikuši cilvēku vai dzīvnieku netīrumi, vai nu no mēslu un atejas bedrēm, vai lopu kūtim, vai kanalizācijas, vai citām netīrumu krātuvēm, — arī tāds ūdens saturēs amonjaku, bet te cēloņi būs citi. Organiskās vielas, kas satur slāpēkli, sīkbūtņu iespaidā (pūšanas procesiem) sašķeļas, un rodas amonjaks. Tāda amonjaka atrašanās norāda, ka zemē ietikušas organiskas vielas, un līdz ar tām varēja ietikt arī slimību dīgļi. Tāds ūdens tad tiešai baudīšanai no higiēniskā viedokļa nav derīgs.

Ķīmiskā analīze pazīst 2 amonjaka nosaukumus: brīvs amonjaks un albuminoidamonjaks, abi ar apzīmējumu NH_3 . Par albuminoidamonjaku ķīmijā sauc to amonjaka daudzumu, kas rodas ūdenī organiskām vielām šķeloties, kad ūdenim piejauc sārmainu kalija permangānāta šķīdumu (KMnO_4). Gruntsūdens nedrīkst saturēt vairāk par 0,15 mg/l albuminoidālo amonjaku, kamēr virszemes ūdeņos nedrīkstētu būt vairāk par 0,3 mg/l.

Brīvs amonjaks ceļas organiskajam slāpēklim sakrītot un norāda, kā ūdenī varēja ietikt netīri notekūdeņi, jo brīvais amonjaks ceļas ūrina vielām pārveidojoties. Dabiska ūdens sastāva un rakstura noteikšanā albuminoidālā amonjaka analīzi neizdara, bet tā gan ir nozīmīga notekūdens raksturošanā.

Amonjaks ūdenī ūdensvadiem ir nevēlama parādība, ja nevar pierādīt, ka tas cēlies fizikāli ķīmiskā ceļā. Pēdējā gadījumā arī daudzums parasti nav liels, un ievērojamāks daudzums ir noteikta pazīme, ka slāņos, no kuŗiem nāk ūdens, ietikuši cilvēku vai lopu netīrumi. Ja ir aizdomas, tad jāizpētī cēloņi un jāmēģina tos novērst. Ar to stāv sakarā jautājums par ūdens avotu aizsargjoslām (269. l. p.).

7. Nitrīti ir slāpēkļskābes (HNO_2) sālīs. Nitrīti sarodas ūdenī, amonjakam oksidējoties vai nitrātiem (slāpēkļskābes sālīm) reducējoties (atvelkot O). Šis process notiek vai ar mikroorganismu (sīkbūtņu) darbību, vai ķīmiskā ceļā. Ir mikroorganismi, kas pārvērš organiskas vielas amonjakā un nitrītos, un ir atkal citi mikroorganismi, kas reducē nitrātus par nitrītiem (piem., vēdera baktērijas: *Bacterium coli commune*, tīfa bacīļi, cholera fībri). Ķīmiskā ceļā nitrīti ceļas purvu zemē no nitrātu redukcijas. Nitrīti dažreiz sastopami arī dziļos gruntsūdeņos, kad zem ūdens blīvā slāņa gruntsūdens noslēgts skābeklim. Nitrātiem atvelkot skābekli, tie oksidēšanās procesos reducējas par nitrītiem.

Vispār nitrītu atrašana ūdenī var izsaukt šaubas, vai nevarēja ietikt organiski netīrumi. Tādēļ katrreiz jāpētī, no kā nitrīti cēlušies. Ja būtu pierādīts, ka cilvēku un lopu netīrie atkritumi nevarēja būt par cēloni nitrītiem, tad tāds ūdens vēl nebūtu peļams. Kopā ar nitrātiem, arī ar nitrītiem, liels organisko vielu un chlōridu saturs jau norāda, ka ūdens, kas satur tādas vielas, no veselības viedokļa ir apšaubāms.

8. **Nitrāti** ir slāpēkļsābes HNO_3 sālis. Slāpēkļskābe ir organisko slāpēkli saturošo vielu apskābļošanas jeb oksidācijas gala produkts, pēc organisko vielu pārveidošanas minerāliskās vielās. Procesu apzīmē par minerālizāciju. Nitrāti var atrasties arī tīrā artēziskā ūdenī, kur tie cēlušies ģeoloģiskā ceļā, gruntsūdenim sūcoties cauri zemes slāņiem, kas satur nitrātus. Tāds ūdens tomēr saturēs tikai nedaudz nitrātus. Bet ja tie atrodas lielākā daudzumā, pēc Klut'a vairāk par 30 mg/l, tad tā ir pazīme, ka ūdenī iekļuvuši netīrumu produkti no organiskām vielām, it īpaši vēl, ja arī chlōridu, sulfātu un kalija sāļu ir lielāks daudzums.

Nitrāti tādos daudzumos, kā tie parasti atrodas ūdenī, nav tieši veselībai kaitīgi, bet tomēr lielos daudzumos (vairāk par 100 mg/l) var no tiem celties caureja. Nereti nitrātiem ir vēl īpašība šķīdināt svīnu un tā saindēt ūdeni. Arī tvaika katlus tie var bojāt.

Ja ūdens satur nitrātus, nitrītus un vēl amonjaku lielākā daudzumā, tad tas ir stipri netīrs un uzturam nav lietojams.

9. **Dzelzs (Eisen)** ir visizplatītākais gruntsūdens piemaisījums, tā sakot, gruntsūdens normāla sastāvdaļa. Dzelzs daudzums dažādos ūdeņos ir ļoti dažāds un var pat būt dažāds tuvu stāvošās akās. Daudzums var būt svārstīgs, pat vienā un tai pašā akā, kas atkarīgs no vairāk vai mazāk sarežģītiem procesiem zemes slāņos. Labā dzeramā ūdenī daudzums var būt 0,1 līdz 0,2 mg/l, bet atsevišķās akās arī līdz 0,7 mg/l ir pieņemams. Ir gadījumi, kad dzelzs daudzums sasniedz pat 70 mg/l, un tāds ūdens jau ir minerālūdens un lietojams dziednieciskiem mērķiem. Dzeramais ūdens, kā jau minēts, nedrīkst saturēt vairāk par 0,2 mg/l. Ūdens, kas satur dzelzs vairāk par 0,2 mg/l, nākot saskarē ar gaisu, kļūst duļķains, jo dzelzs ar gaisa skābekli oksidējas un pārveršas par nešķīstošu savienojumu. Gruntsūdenī dzelzs atrodas parasti šķīstošā dzelzspaskābļa sāls, ferrobikarbonāta $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2]$ veidā, bet dažreiz dzelzs saistīta ar sērskābi, un purvainu vietu ūdeņos ar humīnskābēm.

Ūdens ar zināmu dzelzs saturu tieši vēl nav uzskatāms par veselībai kaitīgu, un tas netraucē ūdens lietošanu, ja tikai dzelzs atrodas šķīdinātā veidā. Launums ceļas tad, kad, nākot gaisa iespaidā, ūdenī attīstās dzelzskābļa pārslas un kļuvis duļķains, garžo pēc tintes un izskatās nelāgs. Mazgājot veļu tādā ūdenī, tā dabū brūnganus planku-

mus. Arī dažām rūpniecības ietaisēm, kā piem., krāsotavām, ģērētavām, balinātavām, līmes, stērķeles un papīra fabrikām, tāds ūdens nav lietojams. Ūdensvados ar laiku uzkrājas dzelzs duļķes, un tie pieaug ar tām, pie kam dzelzs duļķēs attīstās lielā daudzumā dzelzs baktērijas: *Crenothrix*, *Cladothrix*, *Leptothrix* un citas. Tādā ceļā vadi var aizaugt tik stipri, ka to dzīvgriezums kļūst visai mazs un var pat pilnīgi aizaugt, ja sistēmatiski neizdara vadu skalošanu. Tas ir arī viens no iemesliem, kādēļ ūdens, kas satur vairāk par 0,2—0,3 mg/l dzelzs, parasti ir jāatdzelžo.

10. **Mangāns (Mn)** atrodas ūdenī gandrīz arvien kopā ar dzelzi, un tam ir arī līdzīgas īpašības kā dzelzij. Ļoti reti gadās, ka ūdens satur mangānu bez dzelzs. Veselībai kaitīgas īpašības mangānam nav novērotas, tomēr piegārža ūdenim jau var būt pie 0,5 mg/l mangāna saturs. Turpretim mangāns jau mazā daudzumā var būt ļauns dažādiem tehniskiem mērķiem. Ja tā daudzums pārsniedz 0,1 mg/l, tad, veļu mazgājot tādā ūdenī, uz tās paliek tumši plankumi, kas ir jo spilgtāki, jo lielāks ir mangāna saturs. Ūdens vada caurulēs mangāns, nākdams ar gaisu sakarā, pārvēršas par mangānhidroksīdu, kas nogulstas caurulēs kā tumši brūnas dūņas un var, sakarā ar dažu baktēriju iedarbību, aizsprostot, sevišķi mazākos vados, to dzīvgriezumu. Mangāns atrodas ūdenī galvenā kārtā 2 savienojumos, kā mangānobikarbonāts $[Mn(HCO_3)_2]$ un kā mangānosulfāts ($MnSO_4$). Zemē atrodošies mangāna oksīdi (brūn-akmens u. c.) sērūdeņražā vai brīvas sērskābes, vai sērskāba dzelzspaskābļa iedarbības rezultātā pārvēršas par mangānosulfīdu un gaisa iespaidā par mangānosulfātu. Bikarbonātus var tikpat viegli kā dzelzi atdalīt no ūdens ar aeraciju, kamēr sulfātus, kā to turpmāk redzēsīm, var atšķirot tik ar ķīmiskiem līdzekļiem, piem., ar permutitfiltru.

11. **Chlōrīdi** vai chlōra (Cl) savienojumi atrodas katrā dabiskā ūdenī. Tos gruntsūdens iegūst sūcoties caur zemes slāņiem, kas satur chlōrīdus: vārāmo sāli ($NaCl$), vai kalcija chlōrīdus ($CaCl_2$), vai chlōrmagnēziju ($MgCl_2$). Tāds ģeoloģiskā ceļā cēlies chlōra saturs ūdenī nav veselībai kaitīgs. Parasti tas ir zem 30 mg/l, bet arī ar lielāku daudzumu ūdeni varētu vēl lietot dzeršanai, kamēr tā garža nav ļoti sāļīga (tas būtu līdz 350 mg/l Cl). Daži minerālūdeņi satur daudz chlōra piem., Valmieras minerālūdens līdz 4 g/l, Daugavpils artēziskās akas (550 m dziļas) līdz 80 g/l (t. i. 8%). Tādi ūdeņi lietojami jau medicīniskiem mērķiem. Daugavpili pacelts pat jautājums par vārāmās sāls iegūšanu.

Chlōrīdi var ietikt ūdenī tomēr vēl citā, jau ļaunākā ceļā, un proti, līdz ar notekūdeņiem, kas satur sāli lietojušu cilvēku vai dzīvnieku šķidros izkārnījumus. Tie varēja zemē un gruntsūdenī ietikt no neblīvām

atejas bedrēm, lopu kūtim, mēslu krātuvēm un t. t. Tāds ūdens no higiēniskā viedokļa nav labs, un tādēļ, ja chlōra saturs ūdenī ir lielāks kā zināmajam rajonam normālais (piem., vairāk par 30 mg/l), tad jāizpētī, kādi cēloņi ir lielajam chlōra saturam.

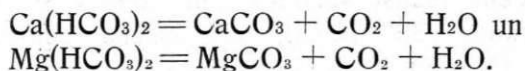
Brīvs chlōrs (Cl, Chlōr) ūdenī var rasties, ūdeni sterilizējot ar chlōru (422. l. p.) un pārchlōrējot. Brīvs chlōrs nelielā daudzumā gan no higiēniskā viedokļa ļaunumu nedara, lai gan tas ūdenim dod nepatīkamu garžu un smaku, bet ļaunums tas, ka liels brīvā chlōra daudzums šķīdina metallus: vadus, pumpjus, tvaika katlus.

12. **Sērūdeņradis** (H₂S) (Schwefelwasserstoff, сероводород, hydrogen sulphide). Sērūdeņradis sagādā ūdenim nepatīkamu smaku (pēc bojātām olām), un tāds ūdens nav lietojams baudīšanai. Sērūdeņradis varēja ūdenī ietikt no pūšanas procesiem, kas būtu aizrādījums par netīrumu avotiem. Bet tādi gadījumi ir reti. Biežāk sastop no dziļām arteziskām akām ūdeni ar sērūdeņraža smaku, sevišķi ja ūdens satur arī daudz dzelzs. Tāds ūdens veselībai nav kaitīgs, un tajā arī sērūdeņradis ilgi nepastāv, bet, nākot brīvā gaisā, drīz izzūd.

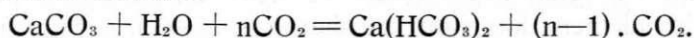
13. **Ogļskābe** (CO₂), (Kohlensäure, углекислота, Carbon Dioxide). Virszemes ūdeņos ogļskābes saturs ir mazs, bet gruntsūdeņos tās saturs var būt ievērojami liels. Parasti dabiskos ūdeņos ogļskābe sastopama saistītā, pussaistītā vai brīvā veidā.

Saistītā ogļskābe sastopama galvenā kārtā neitrālos kalcija un magnēzija karbonātos (CaCO₃ un MgCO₃). Šie karbonāti grūti šķīst, un no tiem nevar nodalīt ogļskābi ar vārīšanu.

Pussaistītā ogļskābe atrodas, piem., kalcija un magnēzija bikarbonātos [Ca(HCO₃)₂ un Mg(HCO₃)₂]. Šādus bikarbonātus apzīmē par skābiem. Tie šķīst ūdenī, bet, ūdenī vārot, bikarbonāti pārvēršas par karbonātiem, atbrīvojot daļu ogļskābes. Ūdenim dulķojoties rodas karbonāti, pēc sekojoša ķīmiska vienādojuma:



Brīvā ogļskābe atrodas ūdenī šķīdumā, gāzes vai hidrāta (H₂CO₃) veidā. Brīvā ogļskābe šķīdina dažādus metallus: kalciju, magnēziju, dzelzi, mangānu un citus. Kalcija karbonātu ogļskābe šķīdina, pārvēršot to par bikarbonātu. Bet nu vēl zināms daudzums brīvās ogļskābes ir vajadzīgs, lai bikarbonāti paliktu šķīstošā veidā. Šo brīvās ogļskābes daļu sauc par «nodarbināto brīvo ogļskābi» un pārpalikušo par «agresīvo vai uzmācīgo ogļskābi». Pēc Tillmans'a to var izteikt ar formulu:



1 CO₂ ir nodarbinātā un pārpalikusī, (n-1) CO₂ ir agresīvā ogļskābe.

Agresīvā ogļskābe ir tā, kas šķīdina dzelzi un citus metālus, kā arī kaļķi. Bet zināmos apstākļos arī nodarbinātā ogļskābe var šķīdināt dzelzi ūdeņos, kuŗos agresīvās ogļskābes nemaz nav. Cik lielā mērā ogļskābe dzelzi šķīdina, atkarājas pēc Tillman's'a no ūdeņraža iōnu koncentrācijas ūdenī un dzelzsvirsmas lieluma. Jo lielāka ir iōnu koncentrācija, jo stiprāk notiek dzelzs šķīdināšana, kas var praktiski jau uzrādīt manāmu dzelzs bojājumu rezervuāros, vados un t. t.

Agresīvā ogļskābe šķīdina kaļķi un cementu rezervuāros un akās. Sacietējušā cementa javā ir ogļskābais kaļķis (kalcija karbonāts), ko agresīvā ogļskābe ūdenī var šķīdināt un pārvērst bikarbonātā, līdz ar to arī palielinot ūdens cietību. Bet nu vajadzīgs vēl lieks daudzums agresīvās ogļskābes, kas uzturētu šo bikarbonātu šķīdumā. Ja tādas vairs nav, tad bikarbonāti nevar palikt šķīstošā veidā, un tie sacietē, sevišķi brīva skābekļa iespaidā, par ogļskābo kaļķi, kas pārklāj rezervuāru (un tāpat arī vadu) sienas ar nešķīstošu aizsargpārklāju, un tad izsarga no turpmākās bojāšanās. Tāda savā ziņā labvēlīga parādība tomēr sagaidāma vairāk pie citiem ūdeņiem. Mīkstos ūdeņos, kā novērots, bikarbonāta uzturēšanai šķīdumā vajadzīgs tikai neliels daudzums brīvās ogļskābes, jo te karbonātu trūkuma dēļ ogļskābes saistība un nodarbinātība ir neliela un visa brīvā ogļskābe var darīt savu postošo darbu, bojājot mūri un dzelzi.

Minētais aizsargpārklājs pēc Kluit'a novērots jau pie 4 grādi karbonātcietības un pie 3 mg/l brīvas ogļskābes. Ja ūdenī nav brīvā skābekļa, tad aizsargpārklājs neattīstās, jo tā cēlonis ir apskāblošanas iespāids. Tomēr var aizsargpārklājs arī rasties caur organisku vielu pārveidošanas procesiem, piem., purva ūdenī, vai no dažu dzelzs savienojumu pārveidošanās. Brīvai ogļskābei šķīdinot dzelzi, rodas dzelzs bikarbonāts. Skābekļa iespaidā tas pārvēršas par dzelzs hidroksīdu, kas nav šķīstošs un dzelzs okera veidā apklāj vadu sienas.

Tomēr jānorāda, ka tāds aizsargpārklājs, kas attīstījies bikarbonātiem pārvēršoties, nav pilnīgi drošs. Lielāks ogļskābes daudzums un arī liels spiediens vadā var bojāt aizsargsegu, un betona vai metāla saēšana var tad turpināties.

Dzelzs rūsa vados uzkrājas dūņu veidā, sevišķi mierīgās vietās, piem., vadu virsgalos vai rezervuāru dibenā, bet var arī pieķerties pie vadu sienām, un tā būt par cēloni vadu dzīvgriezuma sašaurināšanai vai aizsprostošanai. Pēc Gärtner'a no 1 d. dzelzs attīstās 10 kārtīgs dzelzs rūsu dūņu daudzums.

Vairu aizsargpārklājs ir tikai tad, ja tajā ir arī šķīdināts skābeklis. Ja pēdējā nav, ogļskābe ir bez iespāida. Cinks pielīdzināts dzelzij. Alvu neaiztiek ūdens, kas satur ogļskābi un skābekli. Svīnu turpretim šķīdina ūdens, kas satur gaisu un brīvu ogļskābi. Ja ūdenī nav

gaisa (resp. s k ā b e k ļ a) un brīvas ogļskābes, tad svins netiek šķīdināts. Jo mazāka ir cietība un jo mazāk ir ūdenī karbonātu, jo lielākā mērā gaisu un brīvu ogļskābi saturošs ūdens šķīdina svinu. Ar gaisu piesātināts, pat destillēts ūdens vai lietus ūdens šķīdina svinu ļoti stipri. Ja vadu sienas ir pārklātas ar augšā minēto aizsargsegu, tad pie ūdeņiem, cietākiem par 7 gr pārejošas cietības, pret svina vadiem nevarētu nekā iebilst pat tad, ja ir liels brīvās ogļskābes saturs. Turpretim mīkstiņiem ūdeņiem, ar mazu karbonātu saturu, svina caurules nav lietojamas.

14. **Šķīdināts skābeklis** O₂ (Gelöster Sauerstoff, растворенный кислород, Dissolved Oxygen). Šķīdināts skābeklis atrodams visos ūdeņos, kas atrodas gaisa iespaidā. Tīrs gruntsūdens nesatur šķīdinātu skābekli, ja viņā nav ietikušas organiskas vielas, bet krājakās vai krājrezervuāros gruntsūdens uzņem šķīdinātu skābekli. Tāpat arī visos pietiekami tīros virszemes ūdeņos, atrodams skābeklis. Ja kādā virszemes ūdenī nav šķīdināta skābekļa, tad tā ir pazīme, ka ūdenī ietikušas daudz organisku vielu, kas skābekli patērē savai apskābļošanai vai minerālizācijai. Skābekļa šķīšanas spēja ūdenī atkarīga no ūdens temperatūras. Pēc W i n k l e r'a 1 litrs ūdens šķīdina, pie atmosfairas spiediena 760 mm, pie

0°C—	10,19 cm ³	=	14,57 mg.
10°C—	7,87 „	=	11,25 „
15°C—	7.04 „	=	10,07 „
20°C—	6,36 „	=	9,17 „
25°C—	5,78 „	=	8,3 „

Bet tāds brīva skābekļa saturs var būt atrodams tikai pilnīgi tīrā ūdenī. Ja ūdenī ir organiskas vielas, skābekļa daudzums samazinās ar apskābļošanās procesiem. Piem., no karbonhidrātiem ar skābekļa palīdzību un ar mikroorganismu iedarbību attīstās ogļskābe, tā palielinot ogļskābes saturu, samazinoties skābekļa saturam. Tātad redzams, ka liels ogļskābes saturs ūdenī norāda uz bioloģiskiem procesiem ūdenī, kamēr liels skābekļa saturs var būt norādītājs uz ūdens tīrību. Parasti tas tā ir, bet ir arī jāuzrāda dažī papildinājumi. Ogļskābe varēja atklātā ūdenstvertnē ietikt no apakšzemes avotiem, no gruntsūdens ar zināmu ogļskābes saturu. No otras puses, mikroorganismu darbības rezultātā varēja rasties labvēlīgi apstākļi lielai aļģu (glīvu) attīstībai, kuŗas patērē ogļskābi, bet atdod skābekli, tātad pavairo skābekļa saturu ūdenī līdz piesātināšanai. Tāda aļģu attīstība iespaido ūdens smaku un garžu. Tomēr visas tās ir problēmas, kam lielāka nozīme pie atklātu ūdenstvertņu ūdens izpētīšanas, lai noskaidrotu, cik lielā mērā ūdeni padarījusi netīru netīra notekūdens ielaišana.

Higiēniskā ziņā skābekļa daudzumam tieši nav nozīmes, bet tas tomēr var norādīt uz ūdens raksturu un īpašību cēloņiem. Techniskā ziņā skābeklim, kā jau reūzējām, pierakstāma ievērojama loma dzelzs un citu materiālu šķīdināšanā. Jo lielāka ir dzelzs šķīšanas spēja, atkarīgi no ūdens cietības un ūdeņraža iōnu koncentrācijas (29. l. p.), jo stiprāk iedarbojas skābeklis. Izceļas rūsas sakopojumi vados, vadu dzīv-griezuma sašaurināšanās, ūdens mēritāju bojāšana, plankumi veļā un t. t. Arī svina šķīdināšanā, sevišķi skābos ūdeņos un tādos, kam maza karbonātcietība, skābeklim liela loma. Cietākos ūdeņos, kā jau minēts, skābeklis var ierosināt ogļskābā kaļķa izkrišanu, kas nogulstas uz vada sienām ierūsējušā vietā un cieši pieķeras blīvu kristallu veidā, tā sagādājot zināmu aizsargpārklāju, kas var aizsargāt no tālākas dzelzs un svina šķīdināšanas.

c) Baktērioloģiskais un bioloģiskais ūdens sastāvs.

Ar ķīmiskās analīzes palīdzību vien vēl nevar novērtēt ūdens labumu. No higiēniskā viedokļa ūdens labumu var noteikt vislabāk ar bioloģisku un baktērioloģisku analīzi, nosakot, ka ūdens nedrīkst saturēt slimību ierosinātājus dīgļus.

Bioloģisku ūdens flōras un faunas izmeklēšanu izdara ar to nolūku, iepazīties, kādi organismi atrodas ūdenī, un noskaidrot tos apstākļus, kādos dažādi organismi var attīstīties. Ir organismi kā stādu, tā dzīvnieku valstī, kas dzīvo un vairojas tikai tīrā ūdenī — oligo-saprobi; ir atkal citi, kas dzīvo un vairojas vidēji tīrā ūdenī — mezosaprobi, un tādi, kas var attīstīties netīrā ūdenī — polisaprobi. Tātad izmeklējot, kādi organismi dotā ūdenī atrodas, var jau dabūt zināmu atziņu par ūdens raksturu. Organismi ūdenī sastāda planktōnu, un izmeklēšanai viņus saņem planktōna tīklā, smalkā tīklā, kopā ar visām suspendētām vielām, izņemot baktērijas. Zem palielināmā stikla (lupas) izpētī lielāko organismu, bet ar mikroskopu mazāko organismu (mikroorganismu) šķirnes. Organismu dzīves noteikumu izpētīšana un šķirņu noteikšana ir biologu uzdevums, kuŗu darbam šai laukā sevišķi liela nozīme, ja vajadzīgs izpētīt, kā netīri notekūdeņi iespaido ūdeni.

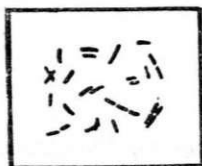
Organismus pēc viņu lieluma amerikāņi iedala 3 klasēs: makroskopiskos, kuŗus redz ar neapbruņotu aci, mikroskopiskos, kuŗus var pētīt ar mikroskopa palīdzību, un baktērijās, vismazākos organismos, kuŗu pētīšanai arī ar mikroskopu rodas grūtības un tādēļ izpalīdzas, pētījot viņu iespaidu uz apkārtni, piem., iespaidojot zināmas krāsu vielas, vai attīstot gāzes pie zināmiem barības paņēmiem un t. t.

Baktēriju lielums vidēji ir ap $2\mu^1)$ gaļumā un $0,5\mu$ resumā. Vislielākā baktērija ir *B. butschlii*, kas ir ap 60μ gaļa un 5μ resna.

Baktērijas ir vismazākās viensūniņu sēnītes. Pēc viņu iespaida uz cilvēka organismu baktērijas var iedalīt 2 šķirās: patogēnās, vai slimību cēlējās, un nepatogēnās, kas cilvēka organismam ļaunu nedara. Pēdējo ir lielāks daudzums, un viņas, piem., atrazdamās zemē izdara svarīgu darbu, minerālizējot organiskas vielas un padarot tās vieglāk uzņemamas stadiem. Viņu darba lauks ir zemes virsējā kārtā, un lielā dziļumā viņas nenonāk, kā tas, piem., ir ar ķīmiski šķīdinātām vielām, jo lielākā dziļumā dzīves noteikumi viņām būtu nelabvēlīgi.



a. Choleras vibrioni



b. Tīfa bacīļi.



c. Koli bacīļi.

1. zīm. Patogēnās baktērijas.

Ūdens pētīšanas laukā galvenā kārtā ir nozīmīgas patogēnās ūdens baktērijas, tīfa, paratīfa, asinssērgas un choleras (1. zīm.). Šīs baktērijas vislabāk jūtas un attīstās cilvēku un dzīvnieku iekšās. Viņu skaits tomēr, samērā ar citām baktērijām, ir mazs, un viņas tieši uzmeklēt vai atrast ar baktērioloģisku analīzi būtu diezgan grūti; noņemtajā paraugā var arī neatrasties patogēnās baktērijas un tomēr tā vēl nav garantija, ka viņu ūdenī nav. To ievērojot, mēdz pieturēties pie tāda uzskata, ka ūdenī, kurā atrodamas daudzās baktērijas, var atrasties arī cilvēkam kaitīgās. Tāds uzskats nav pilnīgi pareizs, jo var ūdenī būt daudz baktēriju, neradot nekādu ļaunumu, un otrādi, kādā akā, kurā citādi tīrs ūdens bez daudzām baktērijām, varēja ietikt tomēr patogēnās baktērijas. Tādēļ pareizāk ir pētīt jautājumu, vai dotā ūdenī vispār varēja ietikt patogēnās baktērijas, ienestas no cilvēku kopdzīves. Šis jautājums arī ir ļoti sarežģīts, un tādēļ vēl arvien pirmā kārtā ar analīzi nosaka baktēriju skaitu. Bet arī te jāierobežojas, jo nav parocīgas metodes, kā pilnīgi visas baktērijas atrast. Norobežojas ar to, ka nosaka to baktēriju skaitu, kas ar zināmu paņēmieni, pie zināmas barības, noteiktas temperatūras un noteiktā laikā ir attīstījušās kolonijās, kurās ar palielināmo stiklu var saredzēt un saskatīt. Metodes noteikšana

$$^1) \mu = 1 \text{ mikrons} = \frac{1}{1000} \text{ mm.}$$

$$m\mu = 1 \text{ milimikrons} = \frac{1}{1000} \mu = \frac{1}{1000000} \text{ mm.}$$

ir nozīmīga, lai dabūtu salīdzināmus rezultātus. Metodi noteic veselības iestādes. Higiēnisti un ūdens apgādes vadītāji ir vienojušies pieņemt, ka ūdens ar 100 baktēriju koloniju 1 cm³ ir uzskatāms vēl par pietiekami tīru. Ir arī tādi apzīmējumi:

ārkārtīgi tīrs ūdens, kuņā ir	0—	10 bakt./cm ³
ļoti tīrs	” ” ”	10— 100 ”
tīrs	” ” ”	100— 1.000 ”
vidēji tīrs	” ” ”	1.000— 10.000 ”
netīrs	” ” ”	10.000—100.000 ”
ļoti netīrs ūdens, kuņā ir vairāk par		100.000 ”

Ja ūdeni filtrē, tad parasti prasa, lai ūdenī, kas iztek no filtra, nebūtu vairāk par minētiem 100 bakt./cm³. Skaitlis (Koch'a skaitlis) ir pieņemts uz dažādu apcerējumu pamata un praksē ir devis labu pieturas punktu.

Nosakot baktērijas ar analīzi, jāievēro tas, lai nebūtu iespēja svešām baktērijām nekādā ceļā ietikt ņemtajā paraugā. Arī pašai parauga ņemšanai jāpievērš ļoti liela uzmanība, jo citādi var dabūt maldīgu rezultātu. Paraugš jāņem sterilā traukā un nedrīkst ar pirkstiem pieskarties ieteces caurumam un arī pašam ieņemamam ūdenim, lai neietiktu netīrumi līdz ar svešām baktērijām, kas agrāk ūdenī nav atradušās.

Jāuzmanās arī, lai paraugā neietiktu no gaisa putekļi, pie kuņiem varētu būt pieķērušās baktērijas. Ļoti vienkārši un parocīgi var sagatavot parauga ieņemšanai mēģināmo stobriņu, ielejot tajā līdz puspildījumam ūdeni, vārot līdz ūdens pilnīgai izgarošanai, tad aizkausējot vaļējo galu ciet un izvelkot to smailē. Tādā ceļā stobriņā būs sterila, no gaisa retināta telpa. Paraugu ņemot, stobriņā smailo galu ielaiž ūdenī un zem ūdens nolauž smaili ar stangām; stobriņš piepildīsies ar ņemamo paraugu, un to aizbāž ar sterilu vates aizbāzni. Ar noņemto paraugu nu jāizdara baktēriju skaita noteikšana cik iespējams drīzā laikā un bezputekļainā telpā, lai neievieštos kāda kļūda. Sākot analīzes izdarišanu, paraugu ieņem iedalītā bīretē, kas iepriekš padarīta sterila ar sakarsēšanu termostatā pie 130—150° C un kas tā iedalīta, ka no viņas var izliet noteiktu ūdens daudzumu cik vajadzīgs, līdz 0,1 cm³ daudzumam. Baktēriju audzēšanai (kulturai) jāņem no tīrāka ūdens parasti 1 cm³, bet no netīrāka mazāk, atšķaidot ar zināmu daudzumu tīra, sterila (destillēta) ūdens. Izmeklējamo ūdens porciju (1 cm³) izlej uz iepriekš sagatavotas sterilas lēzenas bļodiņas (Petri bļodiņas), un tūlīt pielej klāt no stobriņa 10 cm³ šķidra barības želatīna, šķīdināta pie 30—40°, un sagatavota pēc sevišķas receptes no gaļas ekstrakta un peptona. Bļodiņai uzliek attiecīgu vāku un, kamēr želatīns nav sacietējis, labi sajauc ūdeni ar želatīnu, bļodiņu viegli kustinot. Pēc tam bļodiņas jānoliek horizontāli un jātur aizsargātas no gaismas un putekļiem pie 20—22° C, vislabāk inkubatorā. Sagatavo vairākas bļodiņas cik iespējams ar dažādiem ūdens daudzumiem, lai tā dabūtu salīdzināmus rezultātus. Inkubatorā bļodiņas paliek 48 st., pie kam no katras baktērijas, kas ieķērusies želatīnā un attīstības spējīga, izaug kolonija. Tad bļodiņas izņem un saskaita kolonijas, pieņemot, ka no katras baktērijas ir izaugusi kolonija. (Atsevišķas baktērijas, viņu mazo izmēru dēļ, nebūtu iespējams saskaitīt.) Skaitīšana prasa uzmanību, un viņā jāievingrinās. Skaita, ja laba redze, ar neapbruņotu aci vai ar palielināmo stiklu (lupu), ņemot palīgā kvadrātos

iedalītu stikla plātni. Ieteicams vēl baktēriju kolonijas izpētīt zem mikroskopa, viņu bioloģiskā rakstura noskaidrošanai: krāsu, želatīna šķīdināšanu un smaku, kustības kolonijā un t. t.

Baktēriju skaita noteikšanai piemīt viena nepilnība, un proti, tā, ka var izmeklēt tikai mazu ūdens daudzumu un tādā atrast patogēnās baktērijas var tikai nejauši. Tātad neatrodot ūdens paraugā tifa, choleras vai dizentērijas baktērijas, tomēr ar to vēl nav pierādīts, ka tādu ūdeni nav. Ūdens var būt inficēts vai nu no upē pa lietus laiku ieskalotiem netīrumiem, vai mazgājot veļu, vai tieši no slimniekiem (no kuģiem, postiem). Tādu inficētu ūdeni dzerot vai tajā mazgājoties, vai peldoties var pielipt slimība un tā izplatīties epidēmiski caur ūdeni. Arī citas slimības var caur ūdeni pielipt, piem., peldoties var dabūt trachomu, gonorreju utt. Kā jau minēts, neskatoties uz izmeklēšanas metožu mūsdienu uzlabojumiem, tomēr tieši un droši noteikt slimības dīgļu atrašanos ūdenī praktiski nav iespējams. Ar to ir nodibinājies cits paņēmieni, un proti, netieši (indirekti) secināt, vai patogēnajām baktērijām iespējams atrasties zināmā ūdenī. Viena no metodēm, kā indirektā ceļā secināt, ir *Bacterium coli communis* (*B. coli*) noteikšana. *B. coli* atrodas cilvēku, zīdītāju un putnu iekšās. Ir izmēģināts, ka indikatori ir arī citas iekšu baktērijas: *B. velchii* (Amerikā), *B. enteridis sporogenes* (Anglijā) un c., bet tomēr šās metodes izrādījušās par mazāk ērtām kā *B. coli* metode. *B. coli* ir īss, stabīņveidīgs organisms, kas nešķīdina želatīnu, bet šķīdina dažas cukura vielas (vīnogu un piena cukuru), rūgstot un attīstot skābes, gāzes un indolu. *B. coli* vairojas pie temperatūras arī pāri par 37°C un pat vēl pie 46°C var šķīdināt vīnogu cukuru, attīstot skābes. Šī īpašība nepiemīt nevienai nevainīgai ūdens baktērijai, un to tādēļ lieto ar sekmēm *B. coli* atrašanai. Tad secina: ja *B. coli* ūdenī nav atrasta, tad var ar lielu drošību pieņemt, ka arī mazāk izturīgi slimību cēlēji nevarēja ūdenī ietikt. Ja *B. coli* avotu un aku ūdenī atrasts, tad var atzīt, ka tur ietikuši virszemes ūdeņi. *B. coli* analīzei sastāda zināmu barības šķidrumu ((Eijkman'a metode) no koncentrēta peptona šķīduma pēc zināmas receptes, ar kuŗu tad sajauc pētījamo ūdeni. [*B. coli* analīzes metodes praksē piemērotā veidā izstrādājuši un publicējusi Olszevskis un Köhler's Drēzdenē ūdens apgādes bakterioloģiskā laborātorijā.] Pie šīs metodes nav vajadzīgs ņemt pētīšanai tikai 1 cm^3 , bet var ņemt daudzumu, kāds būtu vēlams, pat līdz 100 cm^3 , un tad arī nenosaka, cik baktēriju 1 cm^3 , bet cik cm^3 atrastas *coli* baktērijas. Apzīmējums te ir kolititrs, un ar kolititru saprot to ūdens daudzumu — 100; 10; 1; 0,1; 0,01; 0,001 cm^3 kuŗā pēc 24 st. turēšanas pie 37° resp. 46°C atrasts vismaz viens *coli* dīgļis. Atkarīgi no analīzes rezultātiem prof. Vipls (Whipple) Bostonā, iedala ūdeni šādās grupās:

veselīgs ūdens, ja tikai 100 cm ³ atrastas B. koli					
pietiekami labs	„ jau	10	„	„	„
apšaubāms	„ „	1	„	„	„
neveselīgs	„ „	0,1	„	„	„
pilnīgi neveselīgs	„ „	0,01	„	„	„

Pēc Ohlmüller'a-Spitta ūdens, kurā atkārtoti vienā cm³ ūdens atrastas tipiskas B. koli uzskatāms vismaz par apšaubāmu tīrības ziņā.

Baktērioloģiskai un arī bioloģiskai (atklātu ūdenstvertņu) ūdens pētīšanai piešķirama liela vērība, jo, pēc higiēnistu domām, tāds ūdens nav lietojams, kurā varēja ietikt slimību ierosinātāji. Pēdējie pa lielākai daļai ir saistīti ar cilvēku un viņa izkārnījumiem. Ja cilvēku izkārnījumi paliek guļot uz slikti caurlaidīgas grunts, vai tie ietiek gruntsūdenī, tad jau jābaidās no ļaunām sekām, jo nevar zināt, vai izkārnījumos neatrodas arī slimības ierosinātāji dīgli. Dažos gadījumos arī no dzīvnieku izkārnījumiem cēlušies dīgli var cilvēkam būt kaitīgi un var nonākt ūdenī un to saindēt. Daudzreiz arī lopu mēsli var būt sajaukti ar cilvēku izkārnījumiem. Kā redzams, ceļu ir daudz, kā tīfa, dizentērijas, choleras un citi dīgli var nonākt ūdenī un, to lietojot, radīt un izplatīt slimības. Tas ir jānovērš cik iespējams, un cilvēks jāizsarga no slimībām.

d) Laba ūdens sastāva normas.

Apskatītās ūdens īpašības mēģināts sakopot zināmās prasību normās. Jāpārvar te ir lielas grūtības, jo ūdens īpašības dažādās vietās ir dažādas, un tādēļ arī izskaidrojams, ka agrākās prasības ir daudzkārt grozītas. Tagadējā zinātne mazāk dzenas pēc noteiktiem skaitļiem, bet dod norādījumus, kā varētu novērtēt labu dzeramo vai saimnieciskiem mērķiem noderīgu ūdeni. Tomēr nespeciālistam zināmi skaitļi var noderēt par pieturas punktu ūdeni novērtējot, un gadījumos, kad rodas grūtības novērtējumā, jāgriežas pie speciālista. Varētu uzstādīt sekojošas normālas prasības un augstākās skaitliskās normas:

1. Ūdenim jābūt dzidram, ja iespējams, bez krāsas, bez nepatīkamas un ūdenim nepiederīgas garšas un smakas, patīkamas temperatūras (pēc iespējas 7—12°C).

2. Ūdens nedrīkst saturēt vielas, kas varētu būt kaitīgas veselībai, vai varētu būt par ļaunu tā lietošanai mājas vai rūpniecības vajadzībām, vai varētu bojāt ūdens vadus, rezervuārus un ūdens mērītājus.

3. Ūdenī nedrīkst atrasties patogēnie mikroorganismi.

4. Ķīmiskā sastāvā labu ūdeni raksturo vēl sekojoši skaitļi, kas pēc iespējas uzskatāmi par galējiem:

sausne — ne vairāk par 300 mg/l (daži autori pieļauj gan 500—1000 mg/l),
 dzelzs (Fe) — ne vairāk par 0,1—0,3 mg/l,
 mangāna (Mn) — ne vairāk par 0,1—0,2 mg/l,
 sulfātu (īsteni sērskābes SO_3) — ne vairāk par 60—250 mg/l,
 chlorīdu (Cl) — ne vairāk par 30—250 mg/l,
 svina un vara — nemaz,
 nitrātu (N_2O_5) — ne vairāk par 5—30 mg/l,
 nitritu (N_2O_3) un amonjaka (NH_3) — nemaz,
 organisku vielu apskābjošanai nedrīkst iziet vairāk par 8—10 mg/l kalija perman-
 ganāta (KMnO_4),
 cietība — ne vairāk par 6—30 vācu gr.

Kā redzams, skaitļi ir diezgan nenoteikti, bet ja iespējams ūdeni iegūt ar īpašībām, kas atbilst zemākiem skaitļiem, tad tādām ūdenim jādod priekšroka.

Ir arī noliktas normas ar iōnu koncentrācijas lielumu. Tādas pēc Grūnhu'ta ir:

chloriōnu (Cl') — 20—30 mg/l,
 sulfatiōnu (SO_4'') — reti vairāk par 70 mg, bet ir arī 100—120 mg/l vēl sastopams,
 nitratiōnu (NO_3') līdz 35 mg/l,
 nitritiōnu (NO_2') — 0 vai tikai pazīmes,
 amonija iōnu (NH_4) — 0 vai tikai pazīmes un līdz 0,05 mg/l,
 sērūdeņraža (H_2S) — 0,
 hidrofosfatiōnu (HPO_4'') — 0 vai pazīmes,
 brīvas ogļskābes (CO_2) — mikstos ūdeņos 15—40 mg/l, cietos atrodama reti.

e) Ūdens īpašības rūpnieciskām vajadzībām.

Vēl jāpakavējas pie jautājuma, kādām ūdens īpašībām jābūt, lietojot to dažādām saimnieciskām un rūpnieciskām vajadzībām. Šinī jautājumā sekosim Kl'u'ta un Si'er'p'a aizrādījumiem. Minētiem mērķiem noder vislabāk ūdens, kas ir cik iespējams dzidrs, bez krāsas un smakas, alkaliskas reakcijas, nesatur daudz organisku vielu, slāpēkļa savienojumu, sulfātu un chlōridu, praktiski brīvs no dzelzs un mangāna, un ir miksts.

Katlu barošanai, kā redzējām, ciets ūdens nav vēlams, jo attīstās nogulumu vai katlu akmens. Cik liels cietības grāds pieļaujams, atkarīgs no katlu konstrukcijas (vai katli viegli notīrāmi no katlakmens, vai grūtāk), no katlu izmantošanas (vai pastāvīgi darbā un kādā mērā), kā arī no ūdens sastāva īpašībām (vai rodas blīvi vai irdenāki nogulšņi). Nogulumu samazina dažreiz lielā mērā katla sienu sildīspēju un tātad pavairo kurināmā patēriņu. Jau 1 mm biezi nogulumu var samazināt kurināmā izmantošanas koeficientu par 10 un vairāk %. Arī tāpēc nogulumu nav vēlami, ka var būt par iemeslu nevienmērīgai tvaika attīstībai un, pēc dažu pētnieku ieskatiem, var būt pat par iemeslu katla eksplozijai.

Mazgātuvēm vajadzīgs praktiski bezkrāsains, miksts ūdens,

kas nesatur dzelzi un mangānu. Veļa, mazgāta ūdenī, kas satur vairāk par 0,1 mg/l Fe un 0,05 mg/l Mn, vai humusvielas, var pieņemt dzeltānus līdz brūnganus plankumus. Cietā ūdenī ziepju patēriņš ir lielāks kā mīkstā. Ūdens, kas satur kaļķa un magnēzija sāļi, tās savienojas ar ziepju tauku vielām (natrija oleinātu) par nešķīstošiem savienojumiem. Pēc Fischer'a 1 vācu cietības grāds padara 1 l ūdens par nedarbīgiem 120 mg. ziepju. Tātad 1 m³ ūdens ar 25 vācu cietības grādiem patērē nelietderīgi līdz 3 kg ziepju.

Maizes ceptuvēm ūdeni lieto mīklas iejaukšanai un trauku, rīku un mašīnu tīrīšanai. Ūdenim jābūt higiēniski nevainojamam, bez smakas un piegaržas. Tas nedrīkst saturēt dzelzi un mangānu, kar varētu mizei dot piegaržu. Katrā ziņā ūdenim jābūt bez pūstošām organiskām sastāvdaļām, tāpat arī bez baktērijām un citiem mikroorganismiem kā, piem., dažādām pelējuma sēnītēm.

Peldiestādes. Peldes var būt brīvos ūdeņos: upēs, ezeros, jūrā un t. t., vai mākslīgi taisītos baseinos (diķos), brīvā gaisā, pa daļai izmantojot gruntsūdeni, vai slēgtās telpās. No publiskām peldēm brīvā prasa, lai tām būtu pietiekama ūdens apmaiņa un ūdens nebūtu apšaubāms no veselības viedokļa. Valējos ūdeņos, sevišķi tādos ar intensīvu kuģu kustību, jāprasa lai peldu vieta būtu iežogota ar sietu, kas sniedzas līdz dibenam.

Ūdenim peldu vietās jābūt tīram, tādām kuņģa neietek visu gadu vai arī tikai periodiski netīras vielas (plūdūdeņos). Slēgtās peldiestādēs lietojamo ūdeni var sagādāt prasītā labuma, piem., ar filtrēšanu, dezinfekciju vai no tīrūdens piegādes ietaisēm. Kā gruntsūdens, tā arī centrālais piegādes ūdens parasti ir ar temperatūru 7—10°C, bet tā kā peldūdens temperatūra vēlama 20—22°C, tad redzams, ka ūdens peldu baseinam jāsasilda mākslīgi.

Peldbaseina lietošana jāatļauj tikai pēc tam, kad ķermenis tīri nomazgāts ar ziepēm. Tomēr no ķermeņa noskalotās kaitīgās vielas var tikt ienestas ūdenī. Kaitīgāki apstākļi ir, ja peldu vietā (brīvā) atrodas ūdens, kas ir inficēts. Ar pelžu ūdeni var pielipt šādas slimības: vēdera slimības (tīfs, dizentērija, cholera), dzimuma organu slimības, ādas, kā arī ausu, deguna un acu slimības. Kā mērogu kaitīga ūdens noteikšanai pieņem koli baktēriju saturu. Peldbaseinu ūdens ir infekcijas ziņā ļoti apšaubāms, ja 1 cm³ atrasts vairāk par 100 koli baktērijām, jo tas norāda, ka ūdenī ir ietikušas fekāliju vielas. Ja peldbaseina ūdeni lieto atkārtoti, tas ir jāpārpumpē atpakaļ uz tīrīšanas ietaisi.

Alus darītavām. Nevērojot ūdens patēriņu tvaika ražošanai, alus darītavās patērē ūdeni: 1) miežu mīkstināšanai iesalnicā, 2) misas izgatavošanai, 3) rauga ūdeņošanai, 4) mucu, pudelju, aparātu un telpu skalošanai, 5) ledus izgatavošanai un dzesināšanai.

Alus ir pārtikas viela un tādēļ tā izgatavošanai vajadzīgs higiēniski nevainojams ūdens. Bet arī no praktiskā, produkcijas, viedokļa, ūdens nedrīkst saturēt dažādas baktērijas un sēnītes, kas varētu būt ļaunas rauga darbībai. Tā novēršanai daudzās alus darītavās ūdeni chlōrē parastā veidā (398. l. p.), pieļaujot palikušo chlōra daudzumu līdz 0,2—0,3 mg/l (dzeramam ūdenim pieļauj 0,1 mg/l). Arī pudelu skalošanai un rauga izmazgāšanai pieļauj vāji chlōrētu ūdeni. Dažās alus darītavās ar sekmēm lieto arī elektrokatadinmetodi (417. l. p.).

Alus darītavas ūdenim jābūt skaidram, bez krāsas un smakas. Iesalnīcā miežu mērcēšanai vēlams miksts ūdens, bet dažās darītavās lieto arī cietu karbonātūdeni vietējo iemeslu dēļ (dažu vielu, kas iespaido garžu un krāsu, šķīdināšanai). Mērcēšanai lietojamam ūdenim jābūt cik iespējams bez vārāmās sāls, un tas nedrīkst saturēt kaitīgus organismus, un dažas šķīdinātas vielas, sevišķi amonjaku, dzelzi un mangānu, jo divas pēdējās vielas iesalu un raugu viegli krāso tumšu. Mērcēšanā un misas izgatavošanā lietotais ūdens galvenā kārtā nosaka alus krāsu, garžu un smaržu, t. i. iespaido alus raksturu un šķirni. Iespāids ir ģipsa saturam, un no ūdens ar ģipsa cietību var darināt tikai gaišo alu, turpretim tumšam alum vajadzīgs ūdens ar karbonāta cietību. Vācijā izšķir 3 alus tipus (tab. 4): a) Dortmundes alus prasa cietu ūdeni ar lielu ģipsa saturu, bet arī diezgan daudz bikarbonāta un vārāmās sāls; b) Minchenes alus prasa ūdeni ar augstu karbonāta un mazu ģipsa cietību, tātad daudz kalcija un magnēzija bikarbonātu; tveices atlikumam jābūt pēc iespējas 350—850 mg/l; c) Pilzenes alus prasa ūdeni, kas satur maz šķīstošu vielu, tveices atlikums ne vairāk par 280 mg/l. Ūdens, kas satur daudz karbonātus, nav derīgs Pilzenes alum, jo tas iespaido procesa gaitu nelabvēlīgi.

Vīnes alus pielīdzināms Dortmundas šķirnei.

4. tabula.

Ingradianti	Minchenes g/hl	Pilzenes g/hl	Dortmundas g/hl	Vīnes g/hl
Kvēles pārpalikums	28,40	5,12	111,0	94,78
Kaļķis	10,60	0,98	36,7	22,75
Magnēzijs	3,00	0,12	3,8	11,27
Sulfāti (SO ₃)	0,75	0,43	24,08	18,03
Slāpekļskābe	pazīmes	pazīmes	pazīmes	pazīmes
Chlōrs	0,2	0,5	10,7	3,9
Kopīga cietība H	14,8	1,57	41,30	38,55
Paliekama cietība Hp	0,60	0,30	24,50	7,65
Karbonātcietība Hk	14,20	1,27	16,80	30,9

Vārāmās sāls saturam ūdenī nav ļauna iespaids.

Sērūdeņradis saindē raugu.

Dzelzs un mangāns arī kaitīgi, tie iespaido nelabvēlīgi rauga un misas izskatu. No slāpēkļa savienojumiem ūdenī nitrāti dara samērā maz ļauna, lielākā daudzumā tie pagarina dīgšanas laiku. Nitrīti un amonija savienojumi ir aizdomīgi no higiēniskā viedokļa, un tāds ūdens jāizpētī no baktērioloģiskā un bioloģiskā viedokļa, tāpat, kādā ceļā tas cēlies. Sevišķi kolloidalās vielas tādā ūdenī varētu iespaidot alus garžu.

Ūdens mākslīgai ledus pagatavošanai. Ledu bieži lieto baudāmu vielu, piem., dzērienu, tiešai dzesināšanai, un tādām ledum jābūt mākslīgi izgatavotam no higiēniski neapšaubāma ūdens, jo slimību dīgļi, ledū uzturoties, ir dzīvot spējīgi ilgu laiku. Skaidra un bezkrāsas ledus ražošanai jālieto ūdens, kas satur cik iespējams maz nešķīdinātas un šķīdinātas organiskas vielas. Arī minerālvielu daudzums nedrīkst būt liels, jo tas varētu būt par cēloni tam, ka ledus nebūs pietiekami dzidrs. Magnezija sāļi piešķir ledum zaļganu izskatu ar baltām pārslām, tāpat arī kalcija chlōrīdi un sulfāti. Ja minerālvielu saturs ir liels, tātad ūdenim ir liela cietība, tad tas iepriekš jāatmikstina. Vajadzības gadījumā ūdens ledus sagatavošanai jāsaģādā ar chlōrēšanu vai ar elektrokātināšanu, vai lietojot aktīvo ogļu filtru vai elektroosmozi, vai vispār metodes, ar kurām ūdeni iztīra un uzlabo.

Ūdens konservu fabrikām. Konservu fabrikām vajadzīgs higiēniski neapšaubāms ūdens. Lai ēdamās vielas nebūtu krāsotas, ūdenim jābūt bez dzelzs un mangāna. Miksts ūdens labs gaļas un pākšu augiem, jo tie vieglāk izvārās. Auksta ūdens atmikstināšanai nav labi piejaukt nātrija bikarbonātu, jo tas daļai iznīcina vitamīnus.

Spirta dedzinātavām un liķieru fabrikām vajadzīgs dzidrs ūdens, bez smakas, garžas un nokrāsas, cik iespējams brīvs no dzelzs un mangāna, ļoti miksts un tāds, kas satur minerālvielas. Cietos ūdeņos ar alkoholu lielākā daļa sāļu izkristu un rastos vairāk vai mazāk dulķains šķidrums, kas tikai lēnām noskaidrotos.

Pienotavām jāsaģādā pilnīgi veselīgs ūdens. Pienā ļoti labi attīstās slimību ierosinātāji, tātad ūdenī tādi nedrīkst atrasties. Pienotavas ūdeni lieto 3 vajadzībām: 1) īstais ricības ūdens, ko lieto tieši piena un piena produktu apstrādāšanas procesā, sviesta mazgāšanai, siera izgatavošanai, kā arī trauku un aparātu noskalošanai; 2) ūdens, ko lieto priekšmetu un telpu tīrīšanai, kas nenāk tiešā saskarē ar pienu; 3) dzesināšanai un katlu barošanai.

Pirmās šķiras ūdenim jāatbilst vēl stingrākām prasībām kā dzeramam ūdenim, vismaz attiecībā uz baktērijām. Tādām ūdenim jābūt skaidram, bez krāsas, smakas un piegaržas, jāsaturs cik iespējams maz sāļu, it īpaši kaļķa un magnēzija sāļu. No pēdējiem sviests var dabūt rūgtu garžu.

Tāpat arī lielāks daudzums kalija sāļu var sviestu padarīt par slikti garžojošu ziepjuveidīgu masu. Ūdens nedrīkst arī saturēt daudz gāzu, sevišķi skābekļa un ogļskābes. Liels skābekļa saturs ierosina apskābļošanas procesus un līdz ar to garžas pasliktināšanu (sasmakums, olbaltuma vielu sakrišana). Agresīvā ogļskābe kaitīga ar to, ka šķīdina metālus un betonu, tātad atbrīvo dzelzi un kaļķi, kas tad kaitē piena produktiem. Ļauni ir arī dzelzs un mangāna sāļi, kā garžas, tā krāsas ziņā, un tie dabū tintes piegaržu, rodas rūsas plankumi sviestā, sierā, krējumā un biezpienā. Vajadzības gadījumā ūdens jāatdzelžo.

Stērķeļu fabrikām; ūdens nedrīkst saturēt suspendētas vielas, kā arī organiskus piemaisījumus, tādu paliekas, dzelzshidroksidu un aļģes, kas iziet cauri sietiem un gatavam produktam piešķir netīru izskatu. Ūdenim jābūt arī brīvam no organismiem, kas ierosina rūgšanu, piem. dažādiem sēnīšveidīgiem organismiem. Tie attīsta stērķelēs organiskas skābes (piena vai sviesta skābes), kas pēc visrūpīgākās mazgāšanas neiziet un piešķir stērķelēm nepatīkamu garžu un smaku. Stērķeļu fabrikā lietojamais ūdens nedrīkst saturēt amonjaku un nītritus, jo arī šo vielu klātbūtne norāda, ka ūdenī ir organiskas vielas un pūšanu ierosinātājas baktērijas. Tāpat ūdenī nedrīkst būt dzelzs savienojumi, kas varētu radīt sarkanu vai dzeltānu nokrāsu.

Papīra fabrikām, krāsotavām, balinātavām vajadzīgs mīksts, skaidrs ūdens, kas praktiski nesatur dzelzi un mangānu. Ūdens ar daudz organiskām vielām piedod papīram nevēlamu nokrāsu. Chlōrmagnēzijs iespaido papīra stiprumu un pievelk ūdeni.

Ūdens patēriņš papīrfabrikās ir ievērojami liels, tādēļ te atkārtotai lietošanai ir sevišķa nozīme. Atkarīgi no papīra šķirnes un jau lietotā ūdens izmantošanas, ūdens patēriņš pēc Haupt'a ir:

1 kg nebalinātai cellulōzei	200 litru
1 kg balinātai cellulōzei	500—550 „
1 kg iesaiņojuma papīra	350—400 „
1 kg iespiešanas papīra	500 „
1 kg smalka papīra	900—1000 „

Ievērojot lielo ūdens patēriņu, patērēto ūdeni var atkal lietot produkcijā, to, ja izrādās par vajadzīgu, iepriekš atbrīvojot no fabrikācijā piemaisītām suspendētām vielām, tās nostādinot ar alumīnija sulfātu un kaļķpiena koagulantiem. Nostādinātās vielas, tāpat kā nostādināto ūdeni, var atkal lietot. Jāpiejauc 10—20% jauna ūdens, lai neuzkrātos par daudz šķīdināto vielu. Ja būtu vajadzīgs šo ūdeni izsargāt no mikroorganismiem, tad tas jādezinficē ar chlōra vai labāk ar chlōramīna palīdzību.

¹⁾ Papierfabrikant 1931, 29, 273.

Audumu rūpniecībā noder ūdens, kas ir skaidrs, cik iespējams bezkrāsains, ļoti mīksts, nesatur sāļus, kā arī dzelzi, mangānu un nitrītus. Plīša un zīda izgatavošanā noder ciets ūdens. Nitrāti, kas atrodas ūdenī, aiztiek nevien lielāko daļu krāsu, bet arī vilnas un zīda diezīņu šķiedras, un nokrāso tās dzeltānas.

Ģērētavām ūdens patēriņš ir liels. Vislabāk noder nevisai ciets ūdens cik iespējams ar mazāku kalcija karbonāta saturu. Ciets ūdens prasa vairāk sērnatrīja mērcēšanas sastāva sagatavošanai. No otras puses nav arī ieteicams ļoti mīksts ūdens, kas satur maz minerālvielu, jo tāds par daudz stipri atsārnotu ādas. Karbonātcietība līdz 8 v. gr. pieļaujama. Ūdens nedrīkst būt arī netīrs un it sevišķi — saturēt mikroorganismus, it īpaši pušanas ierosinātājus, kas varētu bojāt ādas to apstrādāšanas gaitā. Kaitīgās baktērijas var iznīcināt ar chlōra vai chlōramīna piejaukšanu. Liels bikarbonātu saturs un brīva ogļskābe, kā arī chlōrīdi, chlōrmagnēzijs, dzelzs un mangāna savienojumi iespaido ādu labumu.

Cukura fabrikām vajadzīgs veselīgs, bez garžas, mīksts un bez sāļu ūdens. Sāļīgi ūdeņi samazina cukura daudzumu. Liels saturs chlōrmagnēzija, ģipsa un nitrātu traucē cukura šķīduma vārīšanu un izkristalizēšanos; sāļi pa daļai ieiet cukura kristallos un samazina cukura labumu. Cukura rafinērijās sevišķi traucē sulfāti.

Cementa javas un betona izgatavošanai lietojamam ūdenim un tāpat arī gruntsūdenim, kurā nāk betona buves, jāatbilst sekojošām prasībām: ūdenim nedrīkst būt skāba reakcija, tas nedrīkst saturēt agresīvu ogļskābi, sulfīdus (sērūdeņradi), sulfātus (aizdomīgi jau var būt 200 līdz 300 mg/l SO₃), kaitīgi ir arī magnēzija savienojumi, tāpat arī vismazākie amonsāļu daudzumi, brīvs chlōrs, ģērskābes, taukvielas un eļļas, arī darvas eļļa un cukurs. Ūdeņos, kas satur sulfātus, attīstās t. s. «cementbacilis», kas, uzņemot ūdeni, ierosina tilpuma palielināšanos un ar to betona saspridzināšanu. Kā betona aizsarglīdzekli pret gruntsūdeņiem, kas satur daudz sulfātu, Jordt's²⁾ ieteic piejaukt betonam 0,5—1,0% smalki samaltu barija karbonātu (viterītu), kas attīsta barija sulfātu un tā saista kaitīgo sulfātu ietekmi. Nav labi arī ļoti mīksti ūdeņi, kas satur maz minerālvielu, jo tādiem ir stipras cementa šķīdinātāja īpašības. Notekūdeņi, kas satur sulfitsārņus, var sagādāt cementa un betona būvēm stiprus bojājumus.

²⁾ Tonind. Ztg. 1936, 60, 443.

II. Ūdens izmeklēšana un ūdens avotu izpētīšana.

3. Priekšdarbu uzdevums.

Lai iegūtu labu, uzticamu ūdens apgādes ietaisi, vajadzīgs iepriekš izdarīt dažādus pētīšanas darbus, priekšdarbus, neskatoties uz to, ka tie prasa daudz laika un arī lielus naudas izdevumus. Bet rūpīgi priekšdarbi pilnīgi attaisnojas, jo nepietiekami iepriekš pārbaudīts ūdens avots var vēlāk sniegt negaidītus pārsteigumus. Nepietiekami izpētīts avots var ar laiku izsīkt, nepietiekami pārbaudīts gruntsūdens režīms var samazināties attiecīgi uz gaidītā ūdens daudzuma. Priekšdarbu nolūks ir nodrošināt apgādājamai vietai tādu ūdens avotu, kas dotu prasītā labuma ūdeni pietiekamā daudzumā. Ūdens avotus centrāliem ūdensvadiem var sadalīt 2 grupās: 1) virszemes ūdens, kas atrodas dabiskās ūdens tvertnēs: upēs, ezeros, jūrās, vai ko uzkrāj mākslīgi sagādātās ūdens tvertnēs, un 2) apakšzemes ūdens, kas pieejams gruntsūdens aku vai avotu veidā.

To zinātnes nozari, kas nodarbojas ar virszemes ūdens izpētīšanu, nosauc par hidrografiju, un to nozari, kas nodarbojas ar apakšzemes ūdeni, nosauc par hidroloģiju.

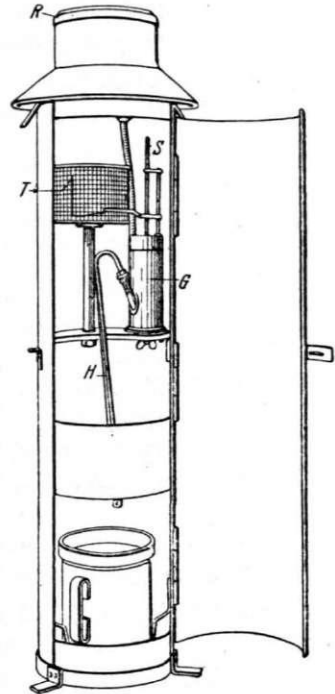
Hidrografa uzdevums ir vienkāršāks, jo viņam pētīšanas objekts pa lielākai daļai redzams, kamēr hidrologam pētīšanas objekts ir iepriekš jāatrod. Abu uzdevumi tomēr saduras, jo virszemes ūdens tvertnes var iespaidot apakšzemes ūdens ietecei, un otrādi: apakšzemes ūdeni var iespaidot virszemes tvertnes, upes vai ezeri. Daudzreiz tātad abi pētīšanas objekti saduras, un abi jāievēro, lai patiešām vislabāk noskaidrotu nodomātā ūdens apgādes avota režīmu. Arī abām ūdens avotu grupām ir, praktiski ņemot, viens un tas pats galvenais cēlonis: atmosfairiskie nokrišņi. Ūdens, ko rada ūdens tvaiki, kuri izspiežas no zemes iekšienes, un kas ir par cēloni vai vismaz stāv tuvā sakarā ar dažādu minerālūdens avotu izveidošanos un viņu īpašībām, t. s. fumaroles, — šis ūdens avots pilsētu apgādāšanas mērķiem nav nozīmīgs, jo viņa daudzums ir neliels un arī sastāvs nenoderētu šim mērķim.

4. Ūdens izcelšanās apstākļi. Nokrišņu gaita.

Ūdens riņķveidīgs ceļš. Kā redzam, viss ūdens, kas noderīgs ūdens apgādāšanas mērķiem, ceļas no atmosfairas, un tam jāiet zināms riņķveidīgs ceļš. No zemes virsas vai no ūdens tvertnes virsas ūdens izgaro un paceļas atmosfairā ūdens garaiņu veidā. Vējš

garaiņus izklīdina un sadala par lielāku gabalu. Ja gaisms piesātināts ar ūdens garaiņiem, tad, nākot klāt jauniem garaiņiem vai gaisam atdzīstot, garaiņi pārvēršas par mākoņiem un par ūdeni vai sniegu, kas smaguma spēka iespaidā nokrīt uz zemes virsas un notek uz ūdens tvērtņēm: upēm, ezeriem, jūrām, vai paliek pagaidām guļot uz zemes virsas sniega un ledus veidā. Daļa ūdens iesūcas zemē, sakrājoties tur apakšzemes ūdens veidā. Daļa ūdens izgaro un iet tālāk savu riņķveidīgo ceļu kopā ar ūdenstvaikiem, kas ceļas no ūdens virsām tvērtnēs.

Atmosfairisko nokrišņu daudzums dažādās vietās ir dažāds, atkarīgs no vietas ģeografiskiem, klimatiskiem un topografiskiem apstākļiem (vietas augstuma, kalnu grēdu virziena, vēja virziena un t. t.). Nokrišņu daudzumu mēri ar lietūs mērītājiem (ombrometriem), un novērotos skaitļus var dabūt tuvākās meteoroloģiskās stacijās. Nokrišņu daudzumu parasti atzīmē ar ūdensslāņa augstumu, kas aplātu horizontālu ūdensblīvu laukumu, ja zināmā laikā nokritušais ūdens paliktu uz tā guļot, neizgarotu, nenotecētu un neiesūktos zemē. Cietos nokrišņus, sniegu un krusu, mēri izkusušus par ūdeni. Slāņa augstumu apzīmē mm (milimetros) un parasti nosauc par lietūs augstumu zināmā laikā piem., 1 stundā. Techniskiem mērķiem, piem., notek-ūdens daudzuma noteikšanai kanalizācijā, vadu lielumu aprēķināšanai, pieņemts atzīmēt ūdens daudzumu, kas nokritis zināmā laika vienībā uz zināmu laukuma vienību. Minētām vajadzībām noskaidro to lietūs daudzumu litros, kas nolijis 1 sekundē uz 1 hektara laukuma, to apzīmējot ar sl/ha. Protams, ka nerodas grūtības vienu apzīmējumu pārmainīt ar otru.



2. zīm. Lietūs mērītājs.

1 mm lietūs augstuma stundā = lietūs daudzumam 2,77 sl/ha

1 mm lietūs augstuma minūtē = lietūs daudzumam 167 sl/ha

1 mm lietūs augstuma uz 1 m² laukuma = 1 l

1 sl/ha = 0,36 mm/st.

Nokrišņu daudzums dažādās vietās uz zemes lodes ir ļoti dažāds. Vidējs nokrišņu daudzums uz visas zemes lodes gadā ir 884 mm = 8.840 m³/ha. Eiropā vidējs gada nokrišņu daudzums ir 595 mm = 5.950 m³/ha. Apskatot atsevišķas vietas uz zemes lodes, atro-

dam, ka vissausākā vieta ir pie Kolorādo upes (Z. A.) ietekas jūrā, un proti, 100 mm gadā. Visvairāk lietus nolīst Čerapundži (Cherrapoonje) apgabalā, (uz Priekš- un Aizindijas robežas, augstums 1.398 m pār jūru), un proti, 16,300 mm. Eiropā vidējie lietus augstumi novēroti šādi:

Stye-Pass (Kambrijas kalnājā)	4.810 mm
Bergena (Norveģijā)	2.253 „
Soči (Kaukazā)	2.039 „
Triestā	1.101 „
Harca kalnos	833 „
Briselē	700 „
Neapolē	830 „
Parīzē	580 „
Vīnē	566 „
Maskavā	531 „
Leņingradā	475 „
Prāgā	389 „
Madridē	380 „
Astrachanā	149 „
Rīgā (1885.—1910.)	607 „
Latvijā (1885.—1910.)	573 „

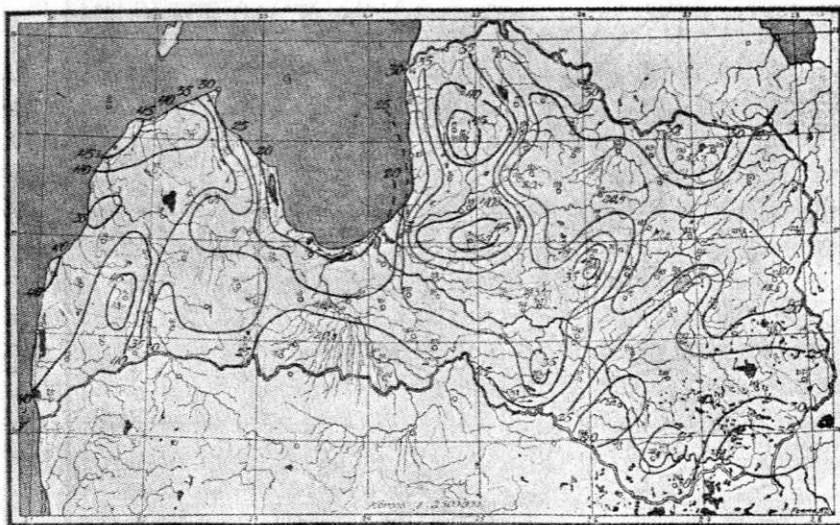
Vislabāk pārskatu par kādas zemes nokrišņu daudzumu un sadalīšanos iegūst, ja daudzumus (vidējos vai zināma laikmeta, vai gadskārtējos) ieraksta valsts kartē un savieno vietas, kur vienāds lietus augstums, ar līknēm vai izohietēm, tādā kārtā sagādājot lietus karti, kas tad noder kalkulācijām par nokrišņu daudzumu. Tādas kartes arī sastādītas Latvijā (3. zīm.).

Atmosfairiskie nokrišņi nesadalās vienmērīgi pa visu gadu. Tā piem., nokrīt vidēji:

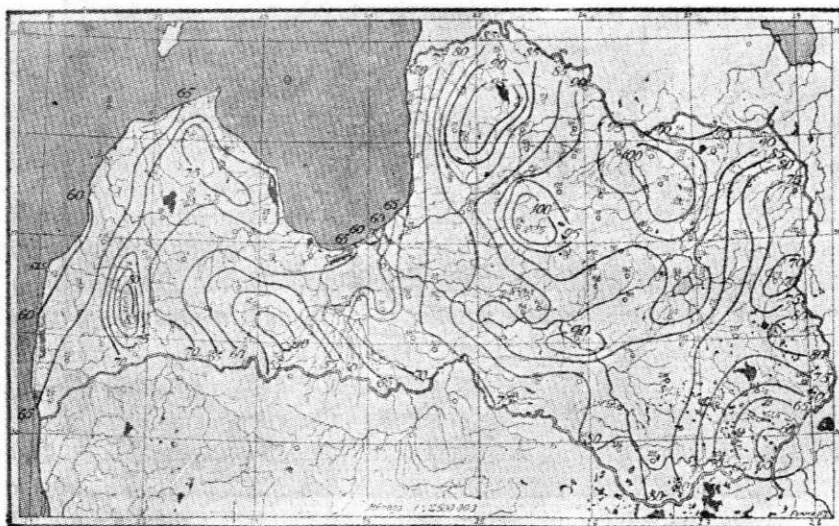
	Vācijā	Maskavā
ziemā	18,1%	17%
pavasārī	22,4%	22%
vasarā	36,0%	37%
rudenī	23,5%	24%

Tāpat arī sadalīšanās pa mēnešiem ir svārstīga, bet ūdens apgādāšanas mērķiem, sevišķi ar gruntsūdeni, vairāk nozīmīgs ir nokrišņu daudzums par gaŗāku laikmetu. Visādā ziņā nozīmīgs ir vismazākais nokrišņu daudzums, kāds iespaido nodomāto apgādes avotu, lai ūdens apgādes ietaise būtu pietiekami nodrošināta ar ūdeni. Te jāņem vērā nokrišņu svārstība pa dažādiem laikmetiem, kas var būt ievērojama.

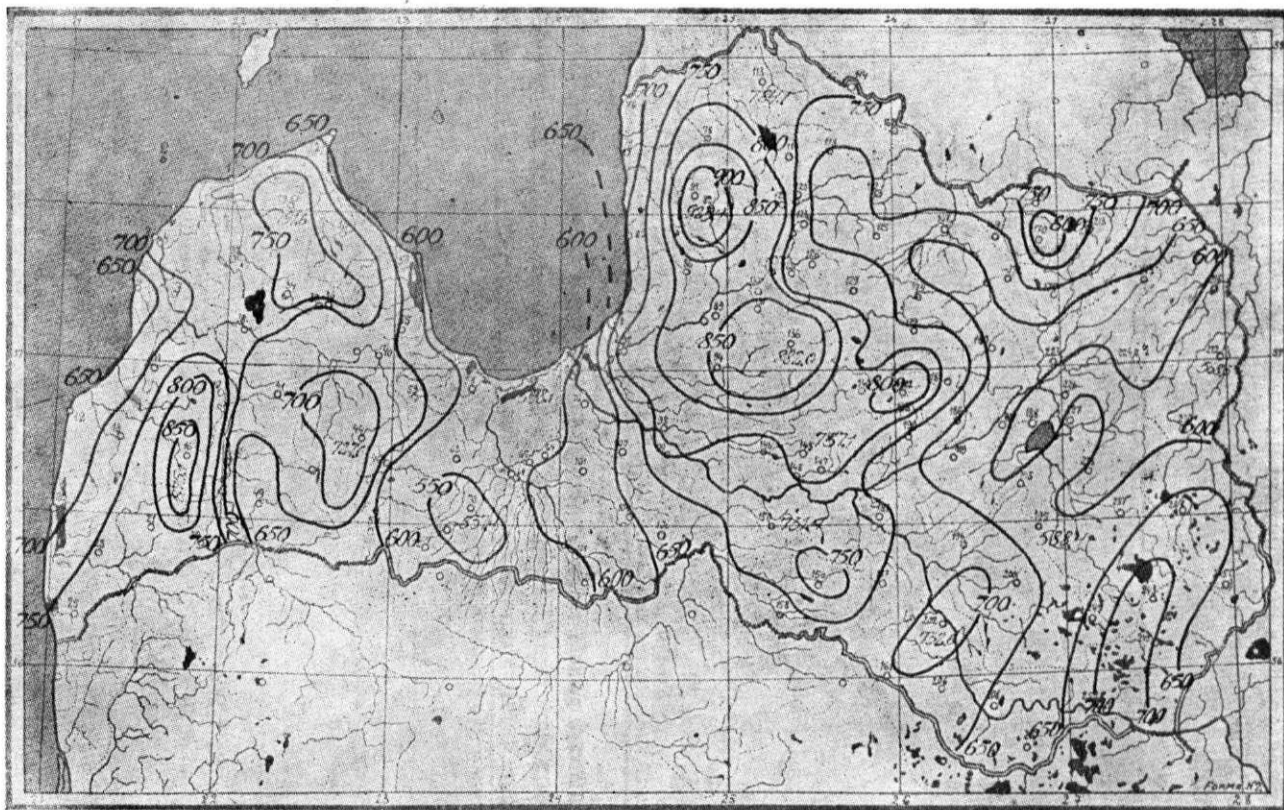
Tā, piem., Vācijā, kādā vietā novērots vislielākais gada nokrišņu daudzums 140% no vidējā un vismazākais 60—70% no vidējā. Mēnešu nokrišņi svārstās ap 45% no vidējiem uz vienu un otru pusi. Ūdens apgāde jāpieskaņo vismazākiem iespējamiem ūdens daudzumiem no apgādei nodomātā avota.



a. Janvāra mēneša vidējais nokrišņu daudzums mm Latvijā 1922.—1931.



b. Jūlija mēneša vidējais nokrišņu daudzums mm Latvijā 1922.—1931.



c. Gada vidējais nokrišņu daudzums mm Latvijā 1922.—1931.
3. zīm. Nokrišņu karte Latvijā.

Uz zemes virsu nokritušais ūdens padots 3 ceļiem. Viena daļa notek pa zemes virsu, pa iedobumiem un grāvjiem uz strautiem, upēm, ezeriem vai jūrām. Otra daļa iesūcas zemē un izveido apakšzemes ūdeni. Trešā daļa izgaro tieši zem saules staru siltuma iespaida, vai caur stādiem. Cik liela daļa no nokritušā lietus iet katru no šiem ceļiem, grūti izšķirams jautājums. Atkarājas tas no klimatiskiem, meteoroloģiskiem, topografiskiem un ģeoloģiskiem apstākļiem.

Vasarā izgaro vairāk kā ziemā, dienvidos vairāk kā ziemeļos, kalnainās vietās ūdens notek ātrāk kā līdzenās, tāpat notek ātrāk uz nelīdzenas mālainas zemes kā smiltājā un t. t. Pie visiem šiem apstākļiem uzskatīsimies nedaudz ilgāk, tuvāk iepazīties būtu plašāks hidroloģijas uzdevums.

Noteces daudzums atkarājas lielā mērā no lietus pārklātā laukuma lieluma, veida un rakstura. Jo lielāks nelīdzens laukums, ar cietu, ūdeni cauri nelaidīgu grūti, jo lielāks būs sateces daudzums, salīdzinot ar līdzenu smilšainu klajumu, apaugušu ar stādiem. Ūdens apgādes lietā šie jautājumi mūs interesē tai ziņā, ka no noteces daudzuma atkarājas pa daļai ūdens krājumi upēs un ezeros, lai gan tas nav vienīgais ūdens piegādes līdzeklis, jo upes un ezerus lielā mērā pilda arī gruntsūdens.

Noteces nosacījumi ir katrā vietā citādi, tā ka nav iespējams jau iepriekš dot kādu noteces skaitli, t. i. attiecības starp notecējušo un nokritušo lietus augstumu. Apzīmēsim ar

A — noteces rajona laukumu m^2 .

Q — vidēji gadā notecējušo ūdens daudzumu m^3 .

H — vidēju gada nokrišņu augstumu m.

H_n — vidēju gada noteces augstumu m.

a — noteces skaitli —.

tad pastāv attiecības:

$$H_n = \frac{Q}{A} \text{ un } a = \frac{H_n}{H}$$

Noteces skaitlis nu var būt dažāds, atkarīgi no noteces apstākļiem, un pēc novērojumiem (pēc Kelle r'a) Viduseiropā tas var būt no 0,15 līdz 0,80 (atkarīgi no vismazākām līdz vislielākām noteces īpašībām un nokrišņu daudzuma). Tātad $H_n = a \cdot H$. Piem., ja gada nokrišņi vidēji ir 600 mm = 0,6 m, tad pie sliktas noteces (līdzena, smilšaina vai apaugusi zeme) būtu $H = 0,15 \times 0,6 = 0,09$ m un gada noteces daudzums no $1 \text{ km}^2 = 1.000.000 \text{ m}^2$ būtu $Q = 1.000.000 \times 0,09 = 90.000 \text{ m}^3$. Pie mūsu apstākļiem varētu pieņemt noteces skaitli: 0,15 — pie sliktiem, 0,30 — pie vidējiem un 0,45 — pie ļoti labiem noteces nosacījumiem.

Izgarošanas lielums ir ievērojams faktors ūdens saimniecībā. Arī izgarošanas lielumu, tāpat kā nokrišņu un noteces lielumu, ap-

zīmē ar izgarošanas augstumu, mm vai m, un tas apzīmē to ūdensslāņa biezumu, kas no zināmas virsas, parasti ūdens vai zemes virsas, izgarojis mēnesī vai gadā. Izgarošanas mērīšanai noder sevišķi instrumenti: evaporimetri (atmometri un vēl citu nosaukumu instrumenti), un ir arī pašuzrakstītāji aparāti (Kassner'a atmografs). Var vienkārši nolikt kādu lēzenu trauku, pildītu ar ūdeni, brīvā gaisā un pēc noteikta laika izmērīt pārpalikušo ūdens daudzumu. Starpība starp pirmatnējo un pārpalikušo ūdens daudzumu ir izgarojušais daudzums un, zinot trauka lielumu un izgarošanai bijušo laiku, var aprēķināt izgarošanas augstumu, t. i., cik izgaroja laika vienībā no virsas laukuma vienības. Tomēr tamlīdzīgi mērījumi nav pilnīgi, jo izgarošanu, kas dabā notiek, iespaido arī gaisa kustība, un arī izgarošanu no zemes virsas grūti pielīdzināt izgarošanai no ūdens virsas.

Noteikt izgarošanu no ūdens virsas ir tomēr ļoti svarīgi, kā pie ūdens uzstādītajiem vai kuģniecības, vai spēka ražošanai, vai meliorācijas nolūkiem, tāpat arī tvertnēm un rezervuāriem, kuŗos ūdens uzkrāts ūdens apgādes vajadzībām. Ir savākti novērojumi no tādām tvertnēm un, neiedziļinoties tuvāk šai jautājumā, tikai minēšu, ka pēc novērojumiem Vācijā izgarošanas augstums atklātām ūdens tvertnēm ir līdz 1 m gadā. Krievijā pieņēma kuģniecībai ierīkotiems aizsprostiem līdz 2 m gadā. Saharā izgarošanas augstums ir pāri par 4 m. Kā redzams, atklātu ūdens tvertņu konstrukcijas projektējot zināmiem praktiskiem mērķiem, jāievēro arī izgarošanas lielums.

Faktoru, kas iespaido izgarošanas lielumu, ir ļoti daudz. No tiem minēsim pirmā vietā nokrišņu daudzumu, stiprumu un izplatījumu. Tālāk no iespaيدا ir temperatūra, vēja virziens, gaisa spiediens un mitrums. Atkarība ir arī no zemes virsas topografiskā un ģeoloģiskā stāvokļa, kā arī no stādu daudzuma un rakstura un no gruntsūdens atrašanās dziļuma zem zemes virsas. Ir uzstādītas formulas, izgarojuma lieluma aprēķinam. Piem., F i t z g e r a l d'a formula:

$$e = 0,8 (V - v) \cdot \left(1 + \frac{W}{2} \right)$$

ar šādiem apzīmējumiem:

e = vidējs mēneša izgarojuma augstums — mm.

V = vislielākais tvaika spriegums pie ūdens virsas temperatūras (mm dzīvsudraba staba).

v = faktiskais tvaika spriegums gaisā (mm dzīvsudraba staba).

W = vēja ātrums km stundā tuvu pie ūdens virsas.

Tādām formulām tomēr nav liela nozīme, jo nevar ievērot visus iespaidotājus apstākļus. Novērojumi rāda, ka siltā klimatā arī izgarošana ir lielāka un ka vispārīgi izgarošana ir ļoti atkarīga no ūdens tvaiku dau-

dzuma un sprieguma gaisā. Ja gaiss ir piesātināts ar ūdens tvaikiem, pie zināmas gaisa temperatūras, tad tvaikam ir vislielākais spriegums. Tātad tvaika daudzums gaisā vai tā spriegums ir gaisa temperatūras funkcijas, un zināmam tvaika daudzumam vai zināmam tvaika spriegumam atbilst zināma temperatūra, pie kušanas gaisu varētu piesātināt ar tvaikiem. Šādu temperatūru nosauc par piesātināšanas punktu vai rasas punktu. Ja gaisa temperatūra kāpj, tad tvaika spriegums kļūst mazāks, nekā tas varētu būt pie tādas augstākas temperatūras, un gaiss ir atkal spējīgs uzņemt vēl papildu ūdens tvaikus. Tādam gaisam tad ir bijis piesātināšanas iztrūkums, kas var papildināties ar jauniem ūdens tvaikiem. Ja turpretim temperatūra krīt zem piesātināšanas punkta, tad liekajiem ūdens tvaikiem ir jāsabiezējas (jākondensējas), t. i. šiem tvaikiem jāpāriet atkal šķidrā ūdens stāvoklī.

No teiktā redzams, ka normālos apstākļos izgarošana notiek tikai tad, ja gaisam pār attiecīgu laukumu ir vēl zināms mitruma piesātināšanas iztrūkums. Tātad, ja iztrūkums ir 0%, tad izgarošana nevar notikt, un jo lielāks ir piesātināšanas iztrūkums, t. i. jo mazāks ir gaisa relatīvais mitrums, jo enerģiskāk var notikt izgarošana.

Izgarošanas lielumu, kā jau minēts, iespaido daudzi faktori. Vispirms siltums. Pie gaisa temperatūras, piem., +10°C piesātināšanai vajadzīgs 9,14 g ūdens tvaiku uz 1 m² gaisa, bet pie 20°C jau 1 m³ gaisa var uzņemt 17,36 g ūdens tvaiku. Bet siltā laikā izgarošana ir arī lielāka tādēļ, ka temperatūras starpība starp zemes virsu un gaisa temperatūru ir lielāka kā aukstā laikā. Aukstā laikā parasti relatīvais mitrums gaisā ir mazāks, un tas ir faktors, kas var palielināt ūdens izgarošanu ziemā.

Cits faktors, kas iespaido izgarošanas lielumu, ir vēja lielums un ātrums. Ja gaiss pār kādu laukumu stāv pilnīgi mierā, bez kustības, tad ar ūdens tvaikiem vispirms piesātināsies tuvākais apakšējais gaisa slānis, kamēr uz augstākajiem slāņiem ūdens garaiņi pacelsies tikai lēnām, garaiņu spiediena iespaidā vai arī ar difūziju. Turpretim pie gaisa kustības, pie vēja, ar tvaikiem pildīto gaisu vējš aizpūš projām un uz virsas nāk cits auksts gaiss, kas var atkal piesātināties. Ar to arī izskaidrojams, ka no mazākiem ūdens laukumiem: kanāļiem, upēm, apūdeņošanas grāvjiem, ūdens izgaro ātrāk un lielākā mērā kā no lieliem ezeriem, jo vējš uz tādiem maziem laukumiem ļoti ātri pārmaina piesātināto gaisu ar sausāku.

Ja gruntsūdens nav dziļi zemē, tad grunts kapilārais spēks, sevišķi ja grunts ir smalkgraudaina, iespaido izgarošanas lielumu ar to, ka ūdens pa kapilārēm kāpj līdz zemes virsai un tad var izgarot. Tā, piem., pētījumi Z. A. S. V. rādīja, ka

pie gruntsūdens līmeņa dziļuma	15	30	45	55 cm
izgarošana dienā bija	5,3	3,9	2,5	2,0 mm

Kapillārais kāpšanas augstums atkarīgs no gruntsgraudiņu rupjuma un no starpu lieluma. Jo mazāki ir gruntsgraudiņi un jo blīvāk viņi saguluši, t. i., jo mazākas ir starpiņas (zemes poras), jo augstāk kāpj ūdens. Ja graudiņu lielums ir jau 2 mm, ūdens kāpšanas augstums ir niecīgs. No Atterberg'a pētījumiem ar dažāda rupjuma smilts paraugiem dabūti šādi kāpšanas augstumi:

graudiņu caurm.	2	—5	mm	—	kāpšanas augst.	25	mm
„	„	1	—2	„	—	„	65
„	„	0,5	—1	„	—	„	131
„	„	0,2	—0,5	„	—	„	246
„	„	0,1	—0,2	„	—	„	428
„	„	0,05	—0,1	„	—	„	1,055
„	„	0,02	—0,05	„	—	„	2.000

No tādiem novērojumiem var nākt pie slēdziena, ka no rupjgraudainas, ar gruntsūdeni pildītas grunts, ūdens kāps pāri tai gulošā smalkā, bet bezūdens gruntī ievērojami augsti, kamēr otrādi no slapjas, smalkas grunts nevar sagaidīt lielu ūdens kāpumu rupjā gruntī. Tāds jautājums varētu būt nozīmīgs, apskatot stādu augšanas apstākļus gruntsūdenim pazeminoties vai paaugstinoties. Nogremdējot gruntsūdeni dziļākos rupjos slāņos, tomēr kapillāri ūdens varētu kāpt līdz stādu saknēm. Otrādi, paceļot (ar aizsprostiem) gruntsūdens līmeni smalkgraudainā smiltī līdz virsējai rupjgraudainai, stādiem liels ieguvums nebūtu. Tā ka virsējais zemes slānis parasti ir smalkgraudains un ūdens apgādei gruntsūdeni ņem no dziļākiem, rupjākiem slāņiem, tad jādomā, ka pat neliela līmeņa pazemināšana stādiem launumu nevarētu darīt. Ūdens izgarošanas lieluma noteikšanu tāpat, kā redzams, iespaido arī virsējā slāņa grunts apstākļi. Ja tā ir smalkgraudaina, tad ūdens sūksies līdz zemes virsai un palielinās izgarošanas daudzumu, turpretim ja virsējā zemes kārtā ir rupjgraudaina, izgarošanu tas neveicinās. Iespaidis izgarošanā ir arī atkarīgs no zemes virsas stāvokļa, vai tas ir ar vai bez stādiem, tāpat arī nozīme tam, ar kādiem stādiem tas aplāts; nozīmīgi arī topografiskie apstākļi un daži citi faktori. Izrādījies, ka no kailas zemes virsas izgaro mazāk ūdens kā no klajas ūdens virsas, bet ja virsējais zemes slānis piesātināts ar ūdeni (purvā), tad praktiski var izgarošanas augstumu pielīdzināt izgarošanai no ūdens virsas. Ja zemes virsa aplāta ar stādiem, var no tās, atkarīgi no stādu sugas un gruntsūdens līmeņa, izgarot pat vairāk kā no atklātas ūdens virsmas, jo arī stādi ar savu vielu maiņu ņem daļību izgarošanā. Uz labības laukiem izgaro vairāk kā uz meža laukumiem. No pētījumiem Amerikā atrastas sekojošas attiecības. Ja izgarošanu uz klaja laukuma apzīmē ar 1, tad

izgarošanas daudzums no labības lauka ir	0,8
„ „ „ plāvām	0,70
„ „ „ reta meža	0,60
„ „ „ bieza meža	0,2—0,4

Ir novēroti (Vācijā) pie zināmiem gaisa apstākļiem šādi izgarošanas augstumi:

uz plāvām un āboliņa lauka	3,4—7	mm dienā
„ labības lauka	2,8—4	„ „
priežu mežā	0,5—1,1	„ „
ozolu mežā	0,5—0,8	„ „

Pēc Meyera (Z. A. S. V.) normāls izgarošanas augstums veģetācijas laikā Sav. V. centrālās daļas ziemeļu pusē novērots:

uz labības, zāles un citu stādu laukumiem 225—250 mm gadā	
izcirstā mežā	200—300 „ „
ar maziem kokiem un krūmiem	150—200 „ „
ar skuju kokiem	100—150 „ „

Pie dažādiem klimatiskiem un citiem jau minētiem apstākļiem novērojumi var uzrādīt citus skaitļus. Vēlams to novērot visās zemēs un vietās, lai iegūtu skaidrību šais jautājumos.

Trešais ceļš, ko ņem uz zemes virsas nokritušais ūdens, ir iesūkšanās zemē un apakšzemes ūdens tvertņu papildināšana. Zemē iesūcas tas ūdens, kas notek un neizgaro. Iesūkšanās lielums atkarīgs no tiem pašiem apstākļiem kā noteces un izgarošanas lielums: 1) no lietus daudzuma un stipruma (no stipra lietus, uzkrituša uz sausas zemes, iesūcas zemē vairāk nekā no ilgstoša lietus, kad virsējais zemes slānis jau ir piesātināts ar ūdeni); 2) no topografiskiem apstākļiem (līdzenā vietā iesūcas vairāk kā kalnainā); 3) zemes virsas stāvokļa (uz aparta laukuma, vai irdenas zemes, iesūcas vairāk kā uz cietas virsas) un 4) no zemes caurlaidības (māla zemē iesūcas mazāk kā smilti).

Ūdenim, kas iesūcies zemē, ļoti ievērojama loma ūdens apgādes saimniecībā, sagādājot apakšzemes ūdeni. Šo jautājumu apskatīsim atsevišķā nodaļā.

5. Apakšzemes ūdens.

Apakšzemes ūdens cēlies pa lielākai daļai no virszemes ūdens. Tas, pa zemes porām sūkdams, nonāk uz blīva slāņa, kas ūdeni dziļāk nelaiž, un te uzkrājas, piepildīdams starpas, poras starp gruntsgraudiņiem, vai plaisas un lielākus tukšumus cietos akmens vai klints slāņos. Tātad varētu izšķirt 2 šķiras ūdeni. Viena šķira tā, kad ūdens piepilda poras gruntsgraudiņu starpās, tātad nesastāda nepārtrauktu

ūdens masu tvertnē, bet gan atsevišķas ūdens daļiņas stāv sakarā savā starpā, un smaguma spēka iespaidā ūdens daļiņas var uz priekšu kustēties pa porām. Tādū ūdeni nosauksim par gruntsūdeni. Otra šķira apakšzemes ūdens ir tā, kas piepilda lielākus tukšumus vai plaisas cietā klintsmasīvā. Šai gadījumā apakšzemes ūdens atrodas lielākā masā, līdzīgi virszemes ūdens tvertnei: strautam, upei, ezeram. Tādu apakšzemes ūdens sakopojumu nosauksim par apakšzemes tvertni. Hidroloģiskā ziņā vienai vai otrai ūdens šķirai ir savas zināmas īpašības.

Gruntsūdenim, kustoties pa porām, jāpārvar sevišķas gruntspretestības, kas iespaido viņa raksturu. Ūdeni ņemot no grunts, piem., ar akas palīdzību, pazeminās tā līmenis visapkārt akai zināmas depresijas piltuves veidā. Tecēšanas ātrums gruntī ir samērā ļoti mazs. Ūdens līmenis svārstās tikai pa lielākiem laikmetiem, tāpat arī ūdens temperatūra un tā daudzums. Viena laba īpašība ūdenim kustoties vēl ir tā, ka ūdens filtrējas, t. i. ūdenim sūcoties pa mazām porām tanis tiek aizturēti dažādi cieti minerāliski un organiski piemaisījumi.

Turpretim apakšzemes tvertnēs ūdens kustas pēc tiem pašiem hidraulikas likumiem kā virszemes tvertnēs. Līdz ar to tecēšanas ātrums ir lielāks, līmenis var svārstīties īsākos laikmetos, un tāpat temperatūra un daudzums, un parasti pēc lietus var parādīties duļķains ūdens.

No higiēniskā viedokļa var sagaidīt, ka istam gruntsūdenim būs labākas īpašības kā plaisu ūdenim, jo, kustoties lēnām pa porām, tas paspēj atbrīvoties no piemaisījumiem, kamēr ātrāk kustoties apakšzemes tvertnēs ūdenim filtrācija domājama tikai, ja tvertne kaut kur aizsprostota ar filtrējošu materiālu. Arī avoti parasti stāv sakarā ar tādām ūdenstvertnēm, un tātad to ūdenim ir arī tās pašas īpašības. Tomēr novilkt noteiktu robežu starp gruntsūdeni un apakšzemes tvertņu ūdeni nav iespējams, un var zināmos apstākļos higiēniskā ziņā būt slikts gruntsūdens, kā arī labs apakšzemes tvertņu ūdens.

Vēl jānoskaidro daži jēdzieni, kas ir sakarā ar apakšzemes ūdens apstākļiem. Visu starpu vai poru koptilpumu slānī, kas satur gruntsūdeni, sauc par poru tilpumu. Ūdens, sūcoties no zemes virsas gruntī, vispirms piepilda visas izžuvušās kapillārās starpas un tikai pēc to piepildīšanas spiežas pa lielākām nekapillārām starpām zemē, kamēr nonāk gruntsūdenī. Ūdens tilpums, kas paliek kapillārās starpās, atbilst gruntsūdens saistīšanas spējai vai ūdens kapacitātei, kamēr to poru tilpums, no kuŗa ūdens ar laiku iztek un kā vietu tad ieņem gaiss, atbilst grunts gaisa uzņemšanas spējai vai gaisa kapacitātei. Tātad ūdens un gaisa kapacitāte kopā dod poru tilpumu. Poru tilpuma attiecības pret visu gruntstilpumu zināmā gruntsdaudzumā sauc par poru koeficientu vai poru

reizuli. To var viegli noteikt, piepildot zināma tilpuma, piem. 1 litra, trauku ar izmeklējamu, bet pilnīgi sausu grunti un tad ielejot ūdeni līdz grmnts piesātināšanai. Ja patērētais ūdens daudzums ir U un grunts tilpums G , tad poru koef. p ir:

$$p = \frac{100 \cdot U}{G}$$

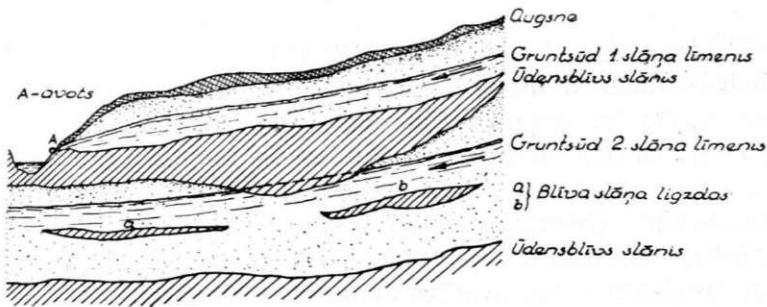
tātad izteikts procentos no gruntstilpuma.

Smalkgraudainam materiālam ir lielāks poru tilpums kā rupjgraudainam. Smilšu un grants slāņos poru tilpums svārstās no 10—50%, atkarīgi no graudiņu lieluma, vienādības un nogulšanās blīvuma. Vismazākais poru tilpums ir rupjai grantij ar dažāda lieluma graudiņiem, blīvi sagulušiem. Turpretim smiltij ar mazu un vienādu graudu lielumu, sevišķi irdenā stāvoklī, ir liels poru tilpums. Liels poru tilpums ir mālam un trūdu produktiem sausā stāvoklī piem., kūdrai līdz 85%, arī mālam līdz 50% un pat vairāk, tomēr šie materiāli, uzņemot ūdeni, sabriest, sablīvējas, un to ūdens caurlaides spēja ir maza, jo kapillāro starpu ir daudz un tās aiztur ūdeni, tātad gan ūdens kapacitāte ir liela, bet gaisa kapacitāte ir maza. Blīvs māls praktiski uzskatāms par ūdeni cauri nelaidīgu, un arī kūdrai ūdens caurlaides spēja ir niecīga. Šādi materiāli, starp citu, neder ūdens filtrācijai.

Ūdens caurlaides spējas, kā redzams no iepriekšējā, dažādiem zemes slāņiem ir dažādas. Visvieglāk laiž ūdeni cauri rupja, vienāda graudiņu lieluma smilts bez māla un smalku daļiņu piemaisījumiem. Līdz ar smilšu graudiņu samazināšanos samazinās arī caurlaides spēja, un smilts ar graudiņu lielumu, mazāku par 0,1 mm, var ar māla piemaisījumiem jau gandrīz nemaz nelaist ūdeni cauri. Smilšakmens, ja tas nesatur mālainus saistošus piemaisījumus, var būt ūdeni caurlaidīgs. Turpretim blīvs smilšakmens, tāpat kaļķakmens un dolomīts satur plaisās ūdeni, it kā tvertnēs, un tie var būt diezgan ūdens devīgi, atkarīgi no plaisu lieluma, daudzuma un no ūdens pieteces lieluma. Tas pats sakāms par granītu, gneisu, marmoru, māla šifri un citām cietām klints šķirām, kas arī var saturēt ūdeni un ļaut tam kustēties tikai pa plaisām un tukšumiem.

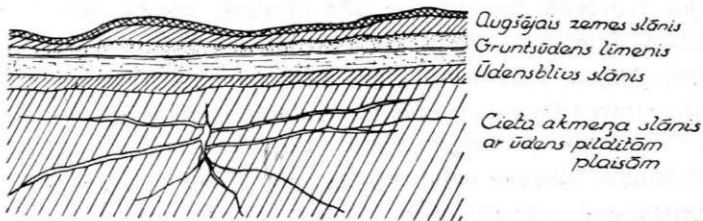
Pievēršoties jautājumam, kādās geoloģiskās formācijās atrod gruntsūdeni, pirmā vietā jāveikti vērība jaunākām formācijām: diluvijam un aluvijam. Šo formāciju smilšu un grantslāņi parasti ir bagāti ar labu ūdeni. Bet arī vecākās formācijās var daudzreiz atrast pietiekama labuma un daudzuma ūdeni. Tā, piem., Latvijā devona formācijas smilšakmeņos daudz vietās atrod labu ūdeni gan dažādā daudzumā un dažādas cietības. Rīga ņem ūdeni no diluviāliem smilšu slāņiem, zem kuriem nāk šļūdoņa morēnas māls, un dziļāk ir devona smilš-

akmens ar ūdeni. Vecāko formāciju cietos dolomītu un smilšu slāņos var atrast ūdeni, un daudz vietās ļoti bagāti ar ūdeni ir terciālo formāciju smilšu slāņi. Tomēr tādās vecākās formācijās ūdens, kaut gan to var atrast varbūt pietiekamā daudzumā, var būt sāļš un ciets. Tā Latvijā no devona slāņiem iegūstamais ūdens ir līdz 18 v. gr. un vēl



4. zīm. Gruntsūdens slāņi.

cietaks. Arī var būt otrādi, ūdens gan pietiekami labs, bet tā daudzums neliels. Ūdens daudzums un labums neatkarājas vienīgi no tā ūdens nesēja slāņa īpašībām, kurā ūdens atrasts, bet gan jo lielā mērā no tā, kādu ceļu ūdens ir nogājis līdz tas nonācis atrašanās vietā, caur kādu gruntsmateriālu viņš ir caurgājis. Kā redzams, vajadzīgi plaši pētījumi, lai dabūtu skaidrību par ūdens labuma un daudzuma cēloņiem. Piedzīvojumi rāda, ka vislabākos ūdeņus var sagaidīt no diluviāliem smilšu un grants slāņiem (Rīgas ūdens apgāde), kur tādi atrodami. Aluviālos smilts slāņos, kas atrodas zemes virsai vistuvāk, daudzreiz arī atrod ūdeni lielā daudzumā, bet tā labums parasti ir apšaubāms, jo tas atrodas tuvu zemes virsai un tajā var ietikt no zemes virsas dažādi netīrumi.



5. zīm. Apakšzemes ūdens tvirtnes.

Gruntsūdens sakrājas uz ūdensblīva slāņa virsai (4. un 5. zīm.). Slāni, kas pildīts ar ūdeni, nosauksim par ūdensnesēju. Ja blīva slāņa virsa ir ar kritumu, tad gruntsūdens smaguma spēka iespaidā virzīsies uz priekšu, it kā tas būtu kāda gruntsūdens

straume, lai gan tecēšanas ātrums parasti ļoti mazs, pa lielai daļai tikai kādi 1 līdz 5 m dienā, un nav tāds, kā esam parādūši redzēt virszemes straumēs, upēs. Smalki ūdensnesēja graudiņi aizkavē brīvu ūdens kustību, un ūdenim jāšūcas caur porām, pārvarot lielas kustības pretestības. Pēc pētījumiem, piem., Maskavas gruntsūdens rajonā, tecēšanas ātrums v diennaktī, pie līmeņa krituma $i = 0,001$, atrasts:

oli ar smilti	$v = 2,85$ m diennaktī
rupja smilts	$v = 0,86$ „ „
vidēja rupjuma smilts	$v = 0,23$ „ „
smalka smilts	$v = 0,051$ „ „
smalka smilts ar māla piemaisījumu	$v = 0,014$ „ „

Turpretim Leningradas rajona plaisainos kaļķakmeņos apakšzemes ūdens kustības ātrums atrasts 20—25 m stundā.

Gruntsūdens vai vispār apakšzemes ūdens, pienākdams savā ceļā pie kādas nogāzes, iztek uz zemes virsu a v o t a veidā, vai arī iztek upes dibenā vai caur upes gultnes nogāzēm.

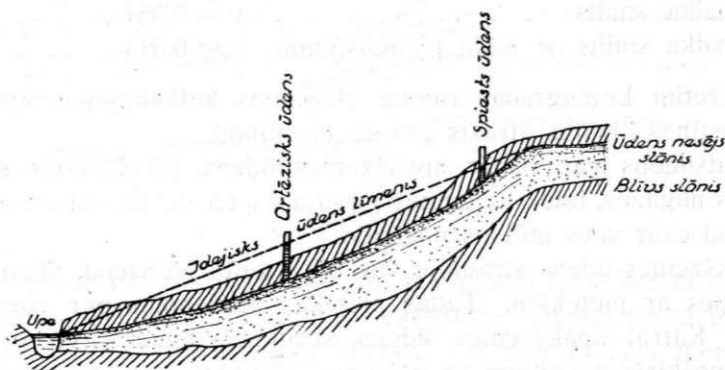
Apakšzemes ūdens straumju var būt vairāk kā viena, tāpat kā virszemes upes ar pietekām. Tādas pietekas apvienojas par vienu lielāku straumi. Katrai apakšzemes ūdens straumei ir savs ieteces baseins, nošķirts no citiem ar ūdens šķirtni, kas var nesakrist ar virszemes ūdens šķirtnēm, jo nav atkarīgs no zemes virsas topografiskā veida, bet no ūdensblīvo slāņu virsu virziena.

Ja ūdensblīvais slānis ieliekts katlveidīgi, tad apakšzemes ūdens sakrāsies it kā rezervuārā vai apakšzemes ūdens krātuvē, kam pietece var būt maza vai tās nemaz nav. Ja tāds rezervuārs uzliets, tad jāizmeklē, vai no tā, ūdeni ņemot, tas ar laiku neizsiks.

Ūdensnesējā slānī gruntsūdens līmenis var būt vai brīvs vai atspiesties pret virsējā ūdensblīvā slāņa apakšējo laukumu. Tādā gadījumā gruntsūdens izdarīs zināmu spiedienu uz virsējo slāni. Ja izurbj aku cauri virsējam ūdensblīvajam slānim, tad ūdens līmenis akā pacelsies augstāk par to līmeni, kāds tam būtu neaiztiktā stāvoklī, un celsies tik augstu, cik spiediens to iespaido, t. i. līdz piezometriskam līmenim. Tādu ūdeni nosauksim par spiestu ūdeni, un ja tas brīvi zem spiediena iztek pāri pār zemes virsu, tad nosauksim to par artezisku ūdeni (6. zīm.).

Uz zemes kartes gruntsūdens līmeņus iezīmē ar vienāda augstuma līknēm, kuŗas sauc par gruntsūdens vienlīmeņa līknēm vai izohipsēm, t. i. līnijām, kas savieno gruntsūdens līmeņa punktus, kas atrodas vienādā augstumā, attiecinot pret kādu O punktu piem., jūras līmeni. Gruntsūdens kustības virziens ir statenisks (perpendikulārs) uz izohipsēm.

Daudzreiz zemē mainās ūdensblīvie ar ūdeni nesējiem slāņiem. Tādā gadījumā var būt vairāki gruntsūdens slāņi, kuŗos ūdens var būt vienāda labuma un atrasties vienādos spiediena apstākļos, ja slāņi stāv sakarā, bet var būt arī dažāds ūdens, un var mainīties slāņi ar brīvu gruntsūdens līmeni un ar spiestu ūdeni, tāpat var mainīties gruntsūdens slāņi ar slāņiem, kas satur apakšzemes ūdens tvirtnes. Ūdensnesējos slāņos var atrasties arī nelielas ūdensblīva slāņa ligzdas (4. zīm.), kas arī var būt par iemeslu nelielam ūdens spiedienam un var iespaidot līmeni, ko atrod izurbjoties tādām slāņim cauri.



6. zīm. Artēziska ūdens slāņi.

6. Apakšzemes ūdens izcelšanās.

Jaunāku laiku teorijas par apakšzemes ūdens izcelšanos var ietvert 2 grupās: 1) infiltrācijas vai iesūkšanās teorija, pēc kuŗas apakšzemes ūdeni rada atmosfairisko nokrišņu iesūkšanās zemē un 2) kondensācijas vai sabiezēšanās teorija, pēc kuŗas apakšzemes ūdens rodas no ūdens tvaiku sabiezēšanās zemē.

Pēc infiltrācijas teorijas, kā jau minēts, apakšzemes ūdens sarodas no tā lietus vai ūdenstvertņu ūdens, kas iesūcas zemē. Ūdens iesūkšanās tiešā ceļā domājama tā, ka zemē ietikušais ūdens, smaguma spēka dzīts, šķidrā veidā virzās pa nekapillārām starpām virzienā uz zemes iekšieni, kamēr nonāk uz kāda ūdensblīva slāņa, uz kuŗa tas tad uzkrājas. Zināma nozīme pie tam ir arī temperatūrai, jo silts ūdens aukstā zemē iespējams vieglāk. Liela nozīme ir lietus lielumam un stiprumam. Ilgāku laiku lijušais lietussausums ražo vairāk gruntsūdens nekā īsie lietussausumi, lai gan no tiem nolijušais lietussausums var būt līdzīgs vai pat lielāks. Tāpat arī ledus vai sniega ūdens var dot lielāku daudzumu apakšzemes ūdens nekā līdzīgs lietussausums, sevišķi ja sniegs uzkrīt uz neaizsalušas zemes un uztur to neaizsalušu.

Lai cik vienkārša arī izliktos apakšzemes ūdeņu izcelšanās no atmosfairiskiem nokrišņiem, tomēr daudz kas paliek nenoskaidrots. Ja lietus nolīst uz gruntsslāņa, kas samērā viegli uzņem ūdeni (piem., rupjas smilts, zem kuņas ir ūdeni cauri nelaidīgs slānis), tad bez šaubām nelielā laikā ūdens nonāks gruntsūdenī, un ilgāks lietus var jau samērā īsā laikā pat redzami iespaidot gruntsūdens līmeni. Grūtāk jautājumu noskaidrot ir gadījumā, ja ūdensnesēja slāni pārklāj no virsas slānis, kas ūdeni laiž cauri vāji. Tad gruntsūdens papildināšanai jānotiek sarežģītākā ceļā, pie kam ūdenim jau jānoiet garāks ceļš netik daudz vertikālā, kā horizontālā virzienā. Bet horizontālais ceļš ir ļoti ilgs, un, kā minēts, ātrumi 5 m diennaktī ir jau uzskatāmi par diezgan lieliem ātrumiem.

Tātad gadā varētu gruntsūdens notecēt tikai $5 \times 365 =$ ap 1,800 m, nepilnus 2 km. Šādā gadījumā gruntsūdens līmeņa atkarība tieši no lietus gāziena grūti saredzama. Līdzīgi apstākļi ir arī, ja ūdens iesūcas zemē caur upes gultnes caurlaidīgu dibenu vai malām. No tā var secināt, ka nokrišņu daudzums un gruntsūdens līmeņa svārstība atrodas ļoti sarežģītās un, jāsaka, arī vēl nepietiekami izpētītās attiecībās.

Arī sabiezēšanās teorija nedod minētiem jautājumiem pietiekamu atrisinājumu. Šās teorijas nodibinātājs ir Volger's un tās aizstāvētāji Kōnig's un Mezger's. Pēc viņu domām lietus ūdens nemaz nevar tik dziļi ietikt zemē, lai no tā varētu izcelties gruntsūdens. Atcerēsimies, ka zemes kapillārās starpas, kas ūdeni saista, ir kādas 15—20% no zināmā gruntstilpuma. Tātad, lai piepildītu kapillārās starpas 1 m dziļā zemes slānī, vajadzētu būt nolijušam lietum ap 600 mm augstumā (iedomājoties, ka zemē iesūcas $\frac{1}{3}$, tātad 200 mm), kas ir parasti viss gada nokrišņu daudzums. Bet gruntsūdens guļ parasti daudz dziļāk zemē kā 1 m, un tātad gruntsūdens it kā nemaz nevarētu izcelties, ievērojot to, ka virsējā zemes kārtā izžūst un tā ūdens uzņemšanas spēja pastāvīgi atjaunojas. Tomēr, kā jau minēts, apstākļi ir ļoti sarežģīti. Nokritušais lietus nepārklāj vienmērīgi zemes virsu, bet satek zemākās vietās jau lielākā daudzumā un tad pa nekapillārām starpām un plaisām var nokļūt dziļākos slāņos un uzkrāties apakšzemes ūdens veidā.

Volger's un viņa piekritēji domā, ka ar ūdenstvaikiem piesātinātais siltais gaiss, ietīcis zemē, atdziest un ūdens tvaiki pārvēršas par ūdeni un papildina apakšzemes ūdeni. Tātad notiek tvaiku sabiezēšanās (kondensācija). Ir nozīmīgs pēc Mezger'a arī tvaika spriegums vai labāk sakot, sprieguma starpība. Ja 2 blakus telpās (piem., zemē un gaisa slānī pār zemi) ar dažādu temperātūru ir arī tvaika spriegums dažāds, tad tvaika spriegums izlīdzināsies ar to ziņu, lai abās telpās nokārtotos vienāds tvaika spriegums, kas atbilstu aukstākās vietas spriegumam. Notiks tvaika kustība no vietas ar lielāku spriegumu (ar siltāku gaisu) uz vietu ar mazāku spriegumu (aukstākā gaisā), kamēr neradīsies

spiediena līdzsvars, pie kam, ja abās telpās bija gaiss pie zināmas temperatūras piesātināts ar ūdens tvaikiem, tiem noplūstot aukstākā telpā, daļai būs jākondensējas, tātad jāpārvēršas ūdenī. Tā tas būs arī zemē dažādos slāņos. Ja augstākie zemes slāņi ir siltāki kā dziļākie, tad pie citādi vienādiem noteikumiem ūdens garaiņu spiediens pirmajos būs lielāks kā pēdējos un tvaiki dosies no siltajiem uz aukstajiem slāņiem tik ilgi, kamēr caur kondensāciju dziļākos slāņos neizlīdzināsies spriegums. Varam secināt arī otrādi: gadījumā, ja zemes virsējie slāņi ir aukstāki kā apakšējie, kas var būt rudenī un ziemā, var sagaidīt, ka tvaika virziens būs no apakšas uz augšu, un tas arī it kā novērots pie avotu un gruntsūdens aku devības, kas tādā gadījumā palielināsies. Bet jāievēro, ka bez siltuma iespaida zināma nozīme ir arī zemes mitruma stāvoklim, jo sausa grunts uzņems ūdens garaiņus, lai kapillārās starpas piepildītu ar mitrumu, kas tajās tad paliek.

Vislielākā loma sabiezēšanas lietā ir temperatūras starpībām. Jo mazākas ir temperatūras starpības, jo mazāka var būt tvaiku sabiezēšanās un otrādi. Tātad vislielāko tvaika sabiezēšanos zemē var sagaidīt ziemas mēnešos, bet vasaras mēnešos tā var nokrist līdz 0. Tā pēc Letema (L a t h a m a) 30 g. novērojumiem atrasti kā vidējie skaitļi tvaiku sabiezēšanās lielumam:

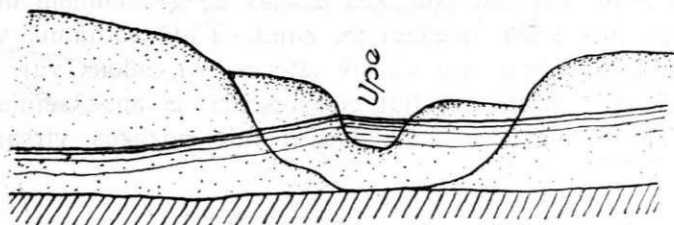
Janvārī	1,54 mm	Jūlijā	0,001 mm
Februārī	1,17 „	Augustā	0,05 „
Martā	0,46 „	Septembrī	0,05 „
Aprīlī	0,10 „	Oktōbrī	0,96 „
Maijā	0,03 „	Novembrī	0,66 „
Jūnijā	0,07 „	Decembrī	2,41 „

Vislielākais daudzums ir decembrī, vismazākais ir jūlijā. Vidējs gada daudzums 7,50 mm, pie kam 1893. g. bijis vislielākais 32,9 mm, un vismazākais 1899. g. — 2,41 mm. Redzams, ka gruntsūdens daudzums, kas cēlies no tvaiku sabiezēšanās, uzskatāms par maz ievērojamu salīdzinot ar lietus augstumu.

Jāsēcina, ka kondensācijas teorija visumā vēl maz izpētīta un nav pamata pieņemt, ka gruntsūdeni varētu radīt tikai tvaiku kondensācija. Tomēr tvaiku sabiezēšanās zemē ir viens no faktoriem, kas stāv sakarā ar gruntsūdens attīstīšanos. Bet cik liela loma tam piekrīt salīdzinot ar citiem gruntsūdens cēloņiem, nav vēl pietiekami izpētīts. Neapšaubāmi tomēr paliek, ka apakšzemes ūdens var celties no infiltrācijas, jo tas pietiekami dabā novērots. Piem., uz tīrīšanas laukiem uzlaistais ūdens sakrājas drenāžā, un tā izteces daudzumam var sekot. Ja gruntsūdens līmenis ir pacēlies līdz drenāžas ieteces depresijas liknei, tad zināmos apstākļos, kad kapillārās starpas ir pilnas (lietainā rudenī) un

izgarošana no zemes virsas ir maza, gandrīz viss uzlaistais ūdens daudzums iztecēs no drenāžas. Ja sākumā gruntsūdens līmenis ir bijis zemāks par depresijas plāksni, tad pamazām tas var pieaugt līdz tai, un arī apkārtņē var pacelties līdz nevēlamam augstumam (var pārvērst agrāk sausās pļavas par slapjām, kā tas bija, piem., Šarlotenburgā). Vēl var pieminēt citu piemēru no ūdensvada prakses. Daudz pilsētās papildina gruntsūdens daudzumu uzlaižot vai uzpumpējot uz ieņemšanas laukuma kādu virszemes ūdeni piem., upes ūdeni, kā to arī turpmāk redzēsim (210. l. p.). Bet visi tādi pierādījumi par infiltrācijas iespējamību vēl, protams, nevar atspēkot domu, ka arī vēl citā ceļā varēja izcelties apakšzemes ūdens. Arī kondensācijas teorijas pareizība ir pierādīta, un nav šaubu, ka arī tādā ceļā rodas daļa gruntsūdeņu.

Zināmā mērā nav noliedzama arī apakšzemes ūdeņu izcelšanās no karstiem ūdenstvaikiem, kas izspiežas no zemes iekšienes un, nonākot augstākos un aukstākos slāņos, sabiezē par ūdeni un papildina apakšzemes ūdens krājumus. Ūdeni, kas cēlies no zemes iekšienes tvaikiem, sauc par juvenilu (juvenilis = jauneklīgs, jaunavīgs), jo viņš pirmo reizi stājas ūdens riņķveidīgā ceļā, kamēr ūdeni, kas apgrozās atmosfērā, sauc par vadošu (vadosus = sekls). Juvenilais ūdens parasti sajaucas ar vadosu un tīrā veidā uz zemes virsas nenonāk. Bet juvenilā ūdens daudzums arī var būt tikai mazs, un zemes ūdens saimniecībā tam liela loma nepiekrīt.



7. zīm. Upes iespaids uz gruntsūdeni.

Gruntsūdens daudzums atkarīgs no virszemes ūdeņu gultnes caurlaidības spējas. Ja gultne atrodas ūdeni caurlaidīgā slānī, tad ne mazums ūdens var iesūkties zemē caur dibenu un arī sienām. Tas upes ūdens caurteces daudzumam nozīmē zaudējumus, un tādā ceļā, izmērojot dažādās upes vietās caurteces daudzumu, var konstatēt, cik ūdens iesūcies zemē, apakšzemes ūdens papildināšanai (7. zīm.). Sevišķi caurlaidīgas ir tādas gultnes, kas pienestas no kalnu rupjiem noskalojumiem. Ir daudz tādu mazāku upju, kas šādā ceļā zaudē sausā laikā visu savu ūdeni, un gultne top sausa. Cik daudz ūdens tādā ceļā

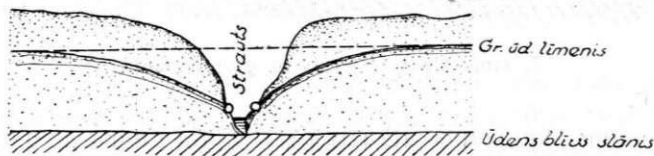
nāk par labu apakšzemes ūdeņu krājumu papildināšanai, atkarājas no ģeoloģiskiem apstākļiem, kas katrā vietā izpētījami kā īpatnēji.

Apakšzemes ūdens izcelšanās teorija praktiskiem mērķiem tomēr nav nozīmīga. Vai gruntsūdens cēlies vienā vai otrā zināmā vai nezināmā ceļā, ūdens apgādāšanas mērķiem tomēr ir un paliek nozīmīgi zināt, vai pieejamais ūdens avots var dot pastāvīgi vajadzīgo ūdens daudzumu un vai ūdens īpašības ir tādas, kā vēlamies. Tāpat praktiskās ģeoloģijas uzdevums ir ūdens avotus izpētīt, uzzināt to atrašanās vietu, izzināt viņu daudzumu, daudzuma svārstību un daudzuma pastāvību, kā arī izpētīt, vai labuma ziņā ūdens atbilst dotām prasībām. Jāatzīst, ka ģeologi un hidrologi-teorētiski arī inženierim-praktiķim ir devuši rokā līdzekļus, kas palīdz atrisināt viņa speciālos jautājumus.

7. Avoti.

Ar avotu saprot apakšzemes ūdens dabisku izteci uz zemes virsu. Tāpat avota ūdens ir tikai apakšzemes ūdens, un arī nevar domāt, ka tam varētu būt kādas citas īpašības kā tam apakšzemes ūdenim, kas avotā iztek.

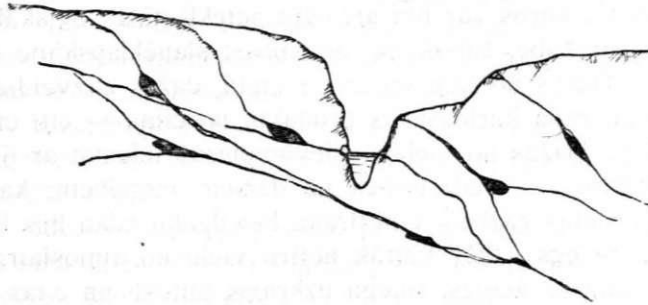
Avoti var izveidoties ļoti dažādos topografiskos un hidroloģiskos apstākļos. Var izšķirt izbūves ziņā 2 avotu šķiras, atkarīgi no tā, vai tie iztek no kādas nogāzes, vai iztek līdzenā vietā no zemes apakšas. Pirmās šķiras avoti var būt tādi, kas izceļas no gruntsūdeni nesēja slāņa, ja tas nonāk līdz kādai nogāzei (8. zīm.). Tādā gadījumā var būt vai tikai koncentrēta viena, vai vairāk izteces, vai ūdens var sūkties gar visu nogāzi. Bet avoti var būt cēlušies arī, ja apakšzemes ūdens no klinšu plaisām nonāk par kādu plaisu līdz nogāzes virsai (9. zīm.).



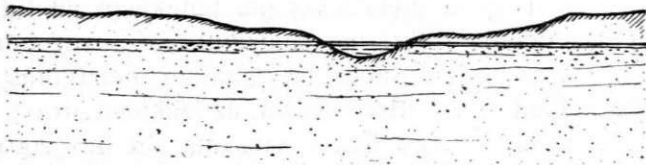
8. zīm. Avots iz smilšu slāņa.

Avoti, kuri iztek līdzenā vietā uz zemes virsu un kuŗu raksturs ir mazs iedobums ar dīķīti, no kā ceļas noteces strauts, — tādi avoti var būt arī cēlušies vai nu no gruntsūdeni nesēja slāņa, ja tas atklāts, ar nelielu iedobumu (10. zīm.), vai no ūdens, kas izspiežas pa plaisām no klints akmens, samērā līdzenā vietā un kādā nelielā iedobumā, kas nāk zem

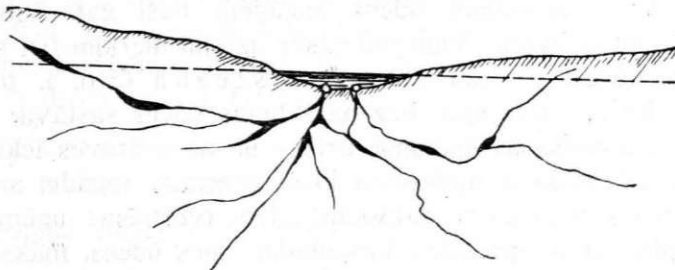
ūdens iedarbības līmeņa (11. zīm.). Atkarīgi no ģeoloģiskiem apstākļiem avotu raksturs var būt ļoti dažāds, un tāpat arī ļoti dažādas avotu uzķeršanas ietaises ūdens apgādes mērķiem. Te, tāpat kā pie visiem citiem ūdens avotiem, ar iepriekšējiem ilgstošiem pētījumiem un novērojumiem, jābū pilnīga skaidrība par avota hidroloģisko režīmu, tā izteces daudzumu un svārstībām, kā arī par ūdens labuma apstākļiem.



9. zīm. Avots no klinšu plaisām.



10. zīm. Uz virsu spiedošais avots.



11. zīm. Avots no klinšaina slāņa.

8. Dažādu dabisku ūdeņu īpašības.

Ar prasībām labam ūdenim dažādām vajadzībām jau iepazināties (45. l. p.). Centrāliem ūdensvadiem pilsētas iedzīvotāju vajadzībām nozīmīgas prasības, kādas piemērojamas labam dzeramam ūdenim. Sakarā ar prasībām jābūt skaidrībā, kādas īpašības ir dažādu dabisku krātuvju ūdeņiem. Kā jau minēts (24. l. p.), ķīmiski un baktērio-

loģiski tīrs ūdens dabā nav atrodamš. Vistuvāk tīram ūdenim stāv lietus vai vispārīgi atmosfairisko nokrišņu ūdens, no kā sarodas arī visi virs- un apakšzemes ūdens krājumi. Bet arī atmosfairisko nokrišņu ūdens nav pilnīgi tīrs. Ūdens garaiņi, no kuŗiem ceļas atmosfairiskie nokrišņi, gan viņu sabiezēšanās laikā rada tīru ūdeni, bet tas, krītot caur atmosfairiu virzienā uz zemes virsu, uzņem dažādas vielas, kas atrodas atmosfairā, it īpaši virs biezi apdzīvotām vietām. Tādas vielas ir: putekļi, kuŗos var būt arī ogļu putekļi, tālāk ogļskābe, skābeklis, slāpēklis, sērskābe, sālsskābe, amonjaks, slāpēkļapskābe un slāpēkļskābe un t. t. Dažas no šām vielām ir cietā, dažas gāzveidīgā stāvoklī, daudzas no tām rada kurināšanas produkti, un citas — citi cilvēku kopdzīves apstākļi. Dažas no vielām, pievienojušās ūdenim ar lielām šķīdināšanas īpašībām, var iedarboties uz dažiem metalliem, kā svinu vai dzelzi. Pirmie lietus gāzieni ir netīrāki, bet ilgāku laiku lijis lietus ūdens jau ir tīrāks. Sniegs uzķer vairāk netīro vielu no atmosfairas, un, tam guļot ilgāku laiku uz zemes, sniegā uzkrājas putekļi un citas vielas, kas nogulstas no gaisa, tā kā sniega ūdens parasti ir netīrāks par lietus ūdeni.

Arī baktērijas ir gaisā pieķērušās pie putekļiem un līdz ar putekļiem nonāk lietus ūdenī. Baktēriju daudzums gaisā var būt dažāds un ir atkarīgs no vietas apdzīvošanas biežuma un apdzīvotās vietas rakstura (piem., ja ir lopu kūtiš). Brīvā gaisā, uz laukiem, atrasti 300—20.000 baktēriju 1 litrā gaisa, bet pēc ilgāka sausuma pat līdz 200.000. Tomēr tāds liels daudzums atrodas arī tikai lietus sākumā, un vispārīgi tas ir neliels (pat 200.000 bakt. 1 litrā = 200 bakt. vienā cm³).

Lietus ūdeni centrālām ūdens apgādēm tieši gan izmanto reti, kad nav cita ūdens avota. Viņu tad uzķer uz šim mērķim tīri sagatavota laukuma un uzkrāj sevišķā krātuvē, cisternā (216. l. p.). Ūdens labums tādā ietaisē atkarājas, bez paša lietus ūdens sastāva, vēl arī jo lielā mērā no uzķeršanas laukuma tīrības un no krātuves iekārtas.

Parastie ūdens avoti apdzīvotu vietu centrālai apgādei ar ūdeni ir: 1. virszemes ūdeņi no dabiskām ūdens tvertnēm: upēm, ezeriem, vai no mākslīgi ar aizsprostiem uzstādīnāta upes ūdens, mākslīga ezera veidā, un 2. apakšzemes ūdens, kas pieejams ar aku vai avotu izbūvi. Lielie ūdens krājumi jūrās neder tieši ūdens apgādes mērķiem, jo ūdens ir sālīgs, un tikai izņēmuma gadījumos, kad jūras ūdens jālieto, viņu iepriekš sagatavo ar destillāciju un garaiņu atdzisināšanu. Tīrības ziņā tāds ūdens būtu pieņemams, bet viņam ir citas nevēlamas īpašības, to starpā diezgan augsta temperātūra.

Upju un ezeru (dabīgu un mākslīgu) ūdeņiem pirmā nevēlamā īpašība ir temperātūras svārstība. Tāds ūdens ir vasarā silts, bet ziemā auksts, nedaudz pāri 0°. Laba īpašība ir tā, ka ūdens ir mīksts, lai

gan ne visur, jo ietekošais gruntsūdens var upes ūdenī ienest zināmu cietumu. Vispārīgi ķīmiskie piemaisījumi atklāto ūdens tvertņu ūdenim nav tik lieli, lai no šā viedokļa ūdens būtu atzīstams lietošanai par nederīgu. Diemžēl, atklāto tvertņu ūdens ir viegli pieejams dažādiem netīrumiem, ko rada netīri rūpniecības ūdeņi, mēslošanas lauki, pilsētu un apdzīvotu vietu notekūdeņi un t. t. Tādā ceļā ūdenī ietiek dažādas nevēlamas vielas un galvenā kārtā baktērijas, un to starpā slimību dīgļi. Gan atklātā tvertnē notiek dažādi pašiztīrīšanās procesi, un piem., zināmā attālumā no netīru ūdeņu ietekes upē ūdens jau ir iztīrījies no netīrām vielām, tomēr centrālajai apdzīvotu vietu apgādei ar ūdeni vajadzīgi dažādi tīrīšanas paņēmieni, kas tādu ūdeni padara pietiekami tīru. Ar ūdens tīrīšanas ietaisēm nāksies iepazīties turpmāk (275. l. p.).

Ezeru ūdenim pret upes ūdeni ir sava priekšrocība tai ziņā, ka ūdens ir jau zināmā mērā nostādinājies, t. i. atbrīvojies no lielas daļas suspendēto vielu. Dzīļiem ezeriem vēl ir tas labums, ka ezera apakšējos slāņos ūdens ir auksts un ūdeni ieņemot apgādes mērķiem tad var no tāda slāņa, kas temperatūras un arī tīrības ziņā sniedz visvēlamāko ūdeni. Arī dziļās upēs un mākslīgos ezeros var būt līdzīgi apstākļi.

Lundi*) ieteic upes un tāpat ezeru ūdens tīrību noteikt ar bioķīmiska skābekļa piecu dienu prasību, un sakarā ar to apzīmē upes ūdeni par:

1. ļoti tīru, ja 5 dienu bioķīm. O₂ vajadzība ir zem 1 mg/l
2. tīru, ja 5 dienu bioķīm. O₂ vajadzība ir no 1 līdz 2 „
3. gandrīz tīru, ja 5 dienu bioķīm. O₂ vajadzība ir . „ 2 „ 2,7 „
4. viduvēji tīru, ja 5 dienu bioķīm. O₂ vajadzība ir „ 2,7 „ 3,1 „
5. apšaubāmu, ja 5 dienu bioķīm. O₂ vajadzība ir „ 3,1 „ 5,0 „
6. sliktu, ja 5 dienu bioķīm. O₂ vajadzība ir . . . „ 5,0 „ 10,0 „

Liela ezera virsa dod iespēju ūdenim uzņemt no gaisa daudz skābekļa, kas veicina pašiztīrīšanās procesus. Bet jāievēro arī, ka skābekļa uzņemšana atkarīga no relatīvās virsas, t. i. $\frac{m^2 \text{ virsas.}}{m^3 \text{ tilpuma.}}$ No tā redzams, ka lielos ezeros skābekļa patēriņš var būt lielāks kā skābekļa uzņemšana, sevišķi ja ezerā ienāk organiskas, netīras vielas (piem. no ielaistiem notekūdeņiem), kas prasa apskāblošanai daudz skābekļa. Katrā ziņā skābekļa bilance jāuztur pozitīva, jo citādi ezera dibenā varētu attīstīties pūšanas procesi. Redzams, ka tādām ezeram, ko izmanto ūdens apgādei, sanitārai aizsardzībai jāveltī nopietna vērība.

Avotu ūdens jau no senlaikiem slavēts kā vistīrākais un labākais ūdens. Diemžēl, ar mūsdienu pētījumiem un higiēniskiem ieskatiem

*) Hndb. d. Leb. Ch. VIII, 1, S. 39.

Šī slava zināmā mērā jāsamazina. Avota ūdenim gan ir tās pašas īpašības, kas apakšzemes ūdenim, un nekādas sevišķi izcilas īpašības, kas to izceltu pret apakšzemes ūdeni, tam nav. Bet gan otrādi, avotu ūdens var uzrādīt sliktas īpašības, kas nav gruntsūdenim. Tas ir sevišķi tādā gadījumā, ja avoti nāk no apakšzemes ūdeņiem, kas ievietojušies klinšu plaisās, kurās atrodas tuvu zemes virsai. Tādās plaisās varēja ietikt virszemes netīrumi un pa plaisām nonākt arī līdz avota izteikai. Avota ūdens sakarus ar virszemi daudzreiz var novērot no tā, kā drīz pēc stiprāka lietus avota izteces daudzums (dēbets) palielinās, pie tam ar duļķainu ūdeni. Tas norāda, ka avotā ir piem., ieticis ūdens no mēslošanas laukiem, tātad varēja ietikt ūdenī arī slimību dīgļi (patogēnās baktērijas). Ievērojot vēl to apstākli, ka avotu ūdens daudzums ir ļoti svārstīgs, pēdējā laikā vēlēšanās iegūt ūdens apgādi ar avotu ūdeni, nogājusi uz otru vietu, pirmā vietā nostādīts grunts ūdens. No lielākām ūdens apgādēm ar avota ūdeni varētu minēt Vīnes un Baku pilsētas, kas apgādātas no kalnu avotiem, kuriem bieži apdzīvotu vietu nav tuvumā. Cēsu pilsētā projektēta ūdens apgāde no avotiem.

G r u n t s ū d e n s noder sevišķi labi ūdens apgādes mērķiem, ja tikai tā daudzums ir pietiekams. Pret avotiem sevišķa priekšrocība gruntsūdenim ir tā, ka ūdens saņemšana nav saistīta tik cieti ar noteiktu vietu, kā tas ir avotiem. Tātad var izvēlēties vietu, kur grunts īpašums vieglāk iegūstams, vai kur satiksmes ceļi vieglāk piesniedzami.

Gruntsūdens satur vielas, ko tas iegūvis, lietus vai virszemes ūdenim filtrējoties caur zemes slāņiem. Lietus ūdens, sūcoties dziļāk zemē, jau sākumā uzņem brīvo skābekli un ogļskābi, kā arī citas skābes, pa daļai no gaisa, pa daļai no organisko vielu sakrišanas produktiem zemes virsējā slānī. Ar šādu ogļskābes un citu skābju saturu ūdens šķīdina cietas, galvenā kārtā minerālas vielas, un tādu šķīdinātu vielu saturs gruntsūdenī parasti ir ievērojami liels. Skābekli, kas jau atrodas ūdenī no gaisa iekams tas sāk savu ceļu zemē iekšā, daudzreiz patērē zemē ietikušas organiskas vielas savai apskābļošanai, un daudzreiz gruntsūdenī nav šķīdināta, brīva skābekļa, ja tas viss patērēts apskābļošanas procesiem. Panākums ir tas, ka dažas vielas ūdenī atrodas šķīdinātā veidā, kas, skābeklim ūdenī esot, nešķīstu. Piem., dzelzs ūdenī atrodas kā šķīstošs dzelzs bikarbonāts $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2]$, kas var uzturēties šķīstošā veidā tikai tik ilgi, kamēr ūdenī nav skābekļa. Ar skābekli dzelzs bikarbonāts ātri apskābļojas par dzelzs hidroksīdu $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$, kas nešķīst. Kā to redzēsīm, šo apstākli izmanto ūdens atdzelzošanai (365. l. p.). Visvieglāk gan ūdens iegūst minētā ceļā, ar skābju iespaidu, kalcija un magnēzija bikarbonātus un sulfātus, savienojumus, kas ūdenim sagādā tā cietību, pārejošo (karbonātu) un paliekamo (sulfātu, chlōridu, nitrātu), kā tas jau zināms.

No otras puses, organiskas netīrumu vielas, ko ūdens uzņēmis tecēdams pa zemes virsu, ūdenim sūcoties caur virsējiem slāņiem, dziļāk zemē, tiek nokārstas (nofiltrētas). Novērots, ka jau 4 m garā ceļā gruntī, vertikālā vai horizontālā virzienā, ūdens iztīrās no visādiem piejauktiem organiskiem netīrumiem un baktērijām. Tomēr jāievēro arī, ka arvien tas tā nav. Ja ūdens ceļš zemē iet caur ļoti rupjgraudainu smilti vai plaisainu iezi, tad netīrumu vielas var ietikt apakšzemes ūdenī un tikt aiznestas tālāk projām, pat 100 m un vairāk. Tālāk par 4 m var nonākt netīrumi arī smalkgraudainā gruntī, ja grunts piesātināta ar netīrumiem. Kā redzams, katrā atsevišķā gadījumā apstākļi iepriekš jānoskaidro, un sevišķi jāizmeklē, vai gruntsūdenī nenonāk kādā veidā netīri notekūdeņi.

Gruntsūdens sastāvs var būt tāds kā tas karrozīvi iespaido gruntsūdenī ienākušās būves, piem., tilta balstus, vadus, kanālus un t. t. To ievērojot, izvedot tādas būves, iepriekš jāizpētī gruntsūdens īpašības un jāpielieto līdzekļi pret jebkādu launu, būvi bojātāju īpašību seku novēršanu.

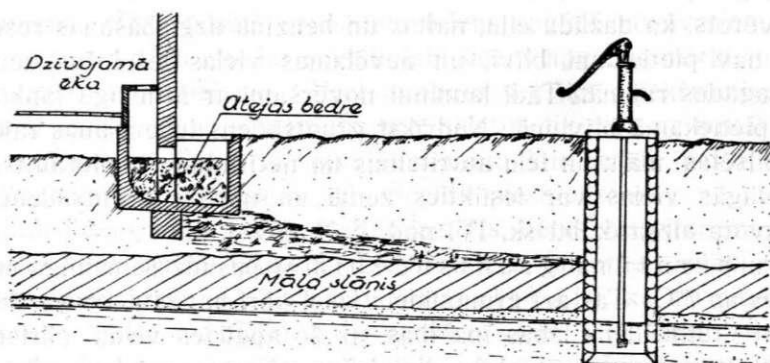
Novērots, ka dažādu eļļu, naftas un benzīna uzglabāšanas rezervuāri parasti nav pietiekami blīvi, un nevēlamas vielas iespiežas zemē, arī ūdens sagādes rajonā. Tādi launumi novēršami ar attiecīgu tanku izveidošanu pietiekamā blīvumā. Nedrīkst gruntsūdens ieņemšanas rajonā arī izgāzt pilsētas māju un ielu atkritumus un netīrumus, jo pierādīts, ka no tiem nelāgās vielas var iesūkties zemē un nonākt gruntsūdenī. (Par ūdens avotu aizsardzību sk. IV. nod. § 21 269. l. p.)

Temperatūra gruntsūdenim ir puslīdz nemainīga un mūsu apstākļos ap 7°C. Tas arī gruntsūdeni izceļ pāri par citu avotu ūdeņiem. Ievērojot gruntsūdens labās īpašības, uz šo apgādes veidu pāriet dažas tādas pilsētas, kas agrāk bija lietojušas virszemes ūdeni. Tā piem., Berlīne ezeru ūdens vietā tagad saņem gandrīz vienīgi gruntsūdeni. Arī Hamburga pēdējā laikā meklē gruntsūdeni, lai aizstātu pat labi filtrēto upes ūdeni.

Ja ir izvēle starp dažādiem ūdens avotiem, tad, pēc mūsu šolaiku uzskatiem, pirmā vietā jāliek gruntsūdens, pat tādā gadījumā, ja tā iegūšana būtu nedaudz dārgāka par kādu citu avotu, ja tikai gruntsūdens atbilst prasībām daudzuma un labuma ziņā.

Māju akas. Atsevišķas māju akas kā uz laukiem, tā pilsētās, kur nav centrālas ūdens apgādes, ir ietaisītas vietējā gruntsūdenī. Būs derīgi daži norādījumi par tādām akām. Ja grunts tai vietā, kur aku rok, sastāv no smalkas smilts, tad jau pie gruntsūdens līmeņa atrašanās vairāk par 4 m zem zemes virsas baktēriju parasti nebūs, jo viņas ir aizturētas vai nokārstas virsējā zemes kārtā, kur viņas pēc ilgāka vai īsāka laika aiziet bojā. Tas gan būs pilnīgi pareizi, ja baktērijas nonāk uz zemes virsu nejauši. Ja akas vietas tuvumā pastāvīgi krājas kā cil-

vēku, tā lopu izkārnījumi un citi netīrumi, tad gan aka nebūs aizsargāta pret baktērijām un citiem nevēlamiem pievienojumiem gruntsūdenim (12. zīm.). Tādēļ arī parasti saistošos noteikumos pilsētās paredz, ka akas jātaisa vismaz 10 m tālu no mēslu bedrēm vai atejas vietām. Tas pats jāievēro uz laukiem, un aka jātaisa vismaz 10 m, bet labāk 25 m no mēslu krātuvēm, atejas bedrēm, lopu kūtim, tāpat arī tādā attālumā no akas zemes virsu nevar mēslo ar lopu mēsliem. Tāpat arī, ja grunts sastāv no rupja materiāla (rupja grants vai oļi) vai arī plaisaina, tad virszemes ūdeņi un līdz ar to baktērijas, un to starpā patogēnās, var nonākt gruntsūdenī un akā, un tāda aka var būt inficēta. Turpretim, ja grunts ir laba, nav apšaubāma tīrības ziņā, tad aka dos labu ūdeni, bet tikai tādā gadījumā, ja tajā neietiek baktērijas gar neblīvu vāku vai gar sienām un ja ūdeni izceļ no akas ar pumpja palīdzību. Ja ūdeni smeļ ar spaini, ar vindas vai virves palīdzību, tad protams, aku iespējams inficēt ar netīrumiem un baktērijām, kas pieķērušies pie spaiņa.



12. zīm. Nepareizi novietota aka.

No visa tā redzams, ka māju akā ūdens labums atkarājas no tā, cik rūpīgi aka ir uztaisīta, cik labi tā novietota, un cik rūpīgi aizsargāta pret ārējiem iespaidiem, vai nav mēslu bēdru vai atejas vietu tuvumā, no kurām netīrumi varētu iesūkties akā, un vai akas apkārtnē tā izveidota, ka nekādi netīri ūdeņi nevar tecēt uz akas pusi un nevar iesūkties akā caur neblīvu vāku vai gar sienām.

Ja nu tomēr, neskatoties uz rūpīgu akas aizsardzību, ūdenī būtu atrastas baktērijas, pie tam tādas baktērijas (*B. coli*), kas varētu celties no netīra notekūdens, un tātad akā varēja ietikt arī patogēnās baktērijas, tad tāda aka īstenībā nav vairs lietojama un ir jātaisa jauna aka, uzmeklējot tai noderīgāku vietu un pašu aku rūpīgāk izbūvējot un aizsargājot. Ja nu, atkarīgi no vietējiem apstākļiem, būtu grūti tikt pie jaunas akas, tad inficētā aka ir jādezinficē. Šim mērķim tā

ir jāizpumpē cik iespējams tukša, pēc tam grodi jāizziež iekšpusē ar kaļķa pienu un arī dibenā jāielej kaļķa piens, pie kam jā rūpējas, lai visas vietas akā būtu pieejamas kaļķim. Pēc tam ļauj akā uzkrāties ūdenim. Pēc 24 st. sāk no akas pumpēt ūdeni un pumpē tik ilgi, kamēr nesāk nākt ūdens bez kaļķa piemaisījuma. Protams, ka pumpēto kaļķa ūdeni nevar lietot dzeršanai vai ēdiena gatavošanai. Labāk vēl par kaļķi dezinficē chlōrkaļķis, ņemot uz 1 m³ akas tilpuma ne mazāk kā 33 g smalki saberzta un caur vairākkārtīgiem audumiem filtrēta piesātināta chlōrkaļķa šķiduma. Chlōrkaļķi vajag atrasties 33% aktīvā chlōra, kam atbilst minētais daudzums. Ja aktīvā chlōra chlōrkaļķi mazāk, jāņem attiecīgi lielāks daudzums.

Tādā veidā raktās akas var uzlabot. Jādomā, ka urbtās akas, kas rūpīgi noslēgtas, gan nebūs vajadzīgs dezinficēt, bet ja rastos vajadzība, tad to var darīt ielejot akā kaļķa vai chlōrkaļķa šķidumu, to zināmu laiku (4—6 st.) atstājot akā un tad izpumpējot. Ja pieejama lokomobile, tad var akā ielaist tvaiku tik ilgi, kamēr ūdens temperatūra nerasniedz 95°C, jo pie šādas temperatūras nobeidzas tīfa vai choleras baktērijas. Pēc tam tad karsto ūdeni ātri izpumpē. Atstājot vienkārši aku nelietotu vairākus mēnešus, var domāt, ka patogēnās baktērijas nobeidzas, bet tomēr tas tik droši nav kā dezinfekcija.

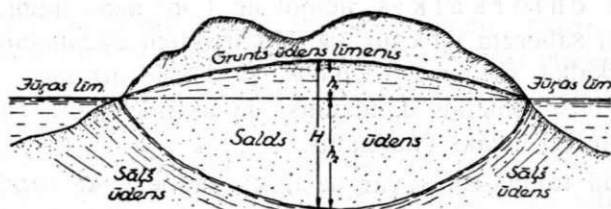
Ūdensvadus, ja būtu aizdomas, ka tie ir inficēti, var dezinficēt, iepildot tajos parastās 60 procentīgās sērskābes 2% atšķaidījumu. Labāk ir iepildīt vadā chlōrkaļķa šķīdinājumu, 150 mg uz 1 l ūdens, ja chlōrkaļķis satur 33% aktīvā chlōra, ļauj chlōram iedarboties 4—6 st., un tad ūdeni no vada izlaiž vai izpumpē. Protams, ka iespējams tā dezinficēt tikai īsu ūdensvadu tiklu piem., vienā mājā vai iestādē.

9. Apakšzemes ūdens attiecības ar virszemes ūdeņiem.

Apakšzemes ūdeņi var iespaidot virszemes ūdeni un arī otrādi, no virszemes ūdeņiem var papildināties apakšzemes ūdeņi. Cik lielā mērā tāda iespaidošana varētu notikt, atkarājas no virszemes ūdens tvertņu gultnes caurlaidības un vispārīgi no ģeoloģiskiem noslāņojumiem un no hīdroloģiskiem apstākļiem. Ir, piem., gadījumi, kad, neskatoties uz lielu ūdens līmeņu starpību upes un gruntsūdeņiem, sakaru apmaiņa starp abiem ūdeņiem nenotiek, ja upes gultne nelaiž ūdeni cauri. Citos gadījumos atkal, kā to turpmāk redzēsīm, izmanto upes ūdeni gruntsūdens papildināšanai akās, kas ietaisītas upes tuvumā.

Sakari var būt arī zemes gruntsūdenim ar jūras ūdeni, sevišķi kā pā s. Atmosfairisko nokrišņu ūdens iesūcas kāpu smiltīs dziļāk nekā jūras ūdens līmenis, nesajaukdamies ar sāļīgo jūras ūdeni. Pēdējais ir

smagāks par lietus ūdeni, un tas kā vieglākais, t. s., peld uz jūras ūdens. Ja jūras krasts ir smilšains, tad jūras sāļīgais ūdens var iespieties kāpu smiltīs, un tam jānokārtojas līdzsvara stāvoklī ar vieglāko kāpu gruntsūdeni. Attiecības var raksturot ar sekojošu apceres pamatu. Apskatīsim piemēru, kas varētu būt secināts pēc apstākļiem kāpās kādā salā (13. zīm.).



13. zīm. Ūdens apstākļi jūras kāpās.

Apzīmēsim ar:

γ_1 — saldūdens īpatnējo svaru,

γ_2 — jūras ūdens īpatnējo svaru,

h_1 — gruntsūd. līmeni pār jūras ūd. līmeni,

h_2 — gruntsūd. dziļumu zem jūras ūd. līmeņa.

Līdzsvara stāvoklis ir:

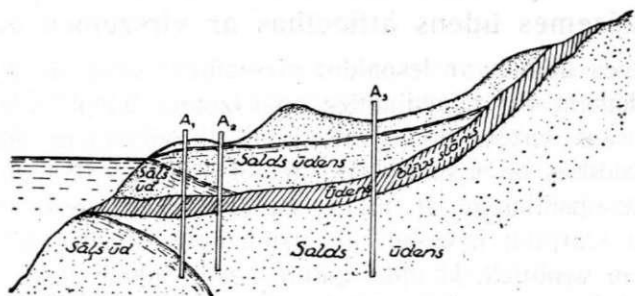
$$h_2 \cdot \gamma_2 = H \cdot \gamma_1 = (h_1 + h_2) \gamma_1.$$

un:

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_2 - \gamma_1}$$

Piem., $\gamma_1 = 1$ un $\gamma_2 = 1,025$.

$$\text{tad } h_2 = \frac{h_1}{0,025} = 40 \cdot h_1.$$



14. zīm. Akas jūras tuvumā.

Tātad, ja kādā vietā $h_1 = 1$ m, tad var saldu ūdeni vēl sagaidīt dziļumā līdz 40 m. Tā kā γ_2 — atkarīgs no sāls satura zināmā jūras vietā, tad saprotams, ka attiecības starp h_1 un h_2 ir dažādas.

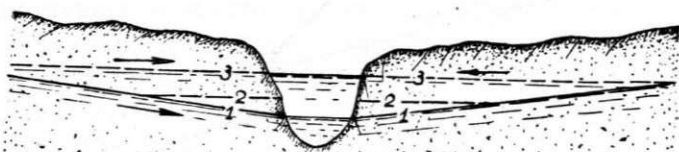
Ja jūras krasts ūdeni cauri nelaiž, sastāv no māla vai akmens, tad arī sāļīgais ūdens neiespaidos saldo ūdeni. Var būt arī tādi apstākļi, ka jūras malā mainās ūdeni nesoši ar ūdensblīviem slāņiem, un tāpat, ietaisot dažādā dziļumā akas, var dabūt labu ūdeni lielākā dziļumā, kamēr no seklākas akas nāk sāļīgs ūdens, vai otrādi, seklākā aka dod saldo ūdeni, kamēr dziļākas sāļīgu (14. zīm.). Kā redzams, akām kāpās jūras tuvumā jāizvēlas attiecīgs dziļums, kas parasti nevar būt liels. Grūtības rodas arī akas konstrukcijā, jo kāpu smilts ir ļoti smalka un prasa attiecīgas konstrukcijas ieteces akā.

Upes vai ezera ūdens var iespaidot gruntsūdens līmeni un sastāvu, ja upes vai ezera gultne ir uz ūdeni caurlaidīga slāņa. Ja gultne ir ūdensblīva (15. zīm.), tad šādas attiecības nepastāv. Pie caurlaidī-



15. zīm. Blīva upes gultne.

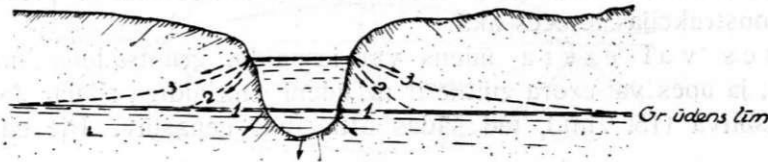
gām gultnēm un krastiem ūdens apstākļi var būt dažādi, galvenā kārtā atkarīgi no tā, vai gruntsūdens tek uz upes pusi, vai tāda tecēšanas virziena nav. Pirmā gadījumā (16. zīm.) pie attiecīga upes ūdens līmeņa (1) radīsies it kā aizsprosts gruntsūdens iztecei upē, un ja upē ūdens līmenis pacelsies, arī gruntsūdens līmenis pacelsies (2), bet no upes ūdens neies atpakaļ gruntsūdenī. Gruntsūdens līmenis upes tuvumā pacelsies līdz upes ūdens līmenim (2) un (3). Pazeminoties upes ūdens līmenim,



16. zīm. Gruntsūdens ietek upē.

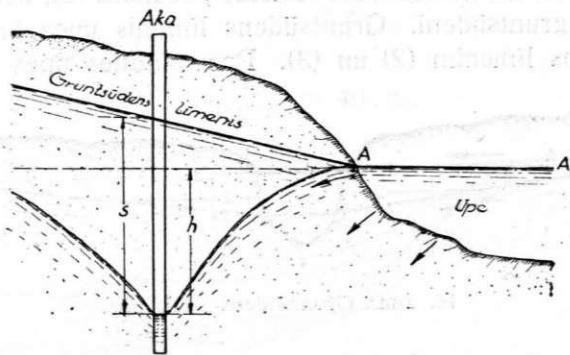
arī gruntsūdens līmenis pēc izteces upē tam pieskaņosies. Turpretim, ja gruntsūdens netek uz upes pusi, bet otrādi, paceļoties līmenim upē, tek no upes gruntī, tad upes ielejā izveidosies gruntsūdens, ko varētu apzīmēt par upes gruntsūdeni, un tā līmenis saskanēs ar ūdens līmeni upē (17. zīm.). Ja upē paceļas ūdens līmenis, no upes iztecēs caur krastu ūdens uz zemes pusi, un gruntsūdens līmenis ielejā pacelsies (2, 3). Ja līmenis upē krit, arī ūdens ietecēs atpakaļ upē un pamazām līmenis izlīdzināsies ar upes līmeni.

Upes ūdens ieplūšanu gruntī upes tuvumā var izmantot ūdens apgādei. Ietaisot aku zināmā attālumā no upes (210. l. p.) un no tās pumpējot ūdeni, pazemināsies ūdens līmenis akā zemāk par līmeni upē, un tad var sasniegt tādu stāvokli, ka ūdens no upes sūksies uz akas pusi un tā pavairo akas dēbetu, t. i. ūdens devu. Protams, ka tas ir iespējams tikai pie ļoti caurlaidīgas grunts. Tātad tāda aka uzķers kā dabisko



17. zīm. Upes ūdens iztek gruntsūdenī.

gruntsūdeni, tā arī upes gruntsūdeni. Paceļas jautājums, cik akā ietek dabiskā gruntsūdens un cik upes ūdens. No izpumpēšanas dziļuma (s) vai nopumpēšanas dziļuma zem upes līmeņa (h), pat zinot grunts caurlaides spēju, uz šo jautājumu grūti rast atbildi, ievērojot ļoti sarežģītos ietekmes apstākļus šai gadījumā. Varētu izmērīt ūdens daudzumu upē augšpus akas un lejpus akas. Starpība ūdens daudzums būtu tas daudzums, kas aiztecējis uz aku. Bet pilnīgi



18. zīm. Gruntsūdens iegūšana no upes un grunts.

pareizs tāds aprēķins nebūtu, jo daļa ūdeņa varēja arī akai paiet garām un tieši neietecēt akā. Pie ezeriem tāds paņēmieni nemaz nav lietojami. Ātrāk un drošāk var pietiekamu atbildi dabūt ķīmiskā ceļā, vai mērijojot ūdens temperatūru, jo minētajiem ūdeņiem sastāvs un arī temperatūra parasti ir dažādi. Visvienkāršāk izdarāmi ir temperatūras novērojumi.

Apzīmēsim ar:

Q — ūdens daudzumu, izpumpētu no akas,

q_1 — to daļu, kas nāk no upes,

q_2 — to daļu, kas nāk no gruntsūdens,

t — ūdens temperatūru akā,

t_1 — upes ūdens temperatūru tuvu pie akas,

t_2 — gruntsūdens temperatūru zināmā attālumā no upes, ko neiespaido upes ūdens temperatūra.

Tad var uzstādīt 2 nolīdzinājumus ar 2 nezināmiem: q_1 un q_2 :

$$Q = q_1 + q_2$$

$$Q \cdot t = q_1 t_1 + q_2 t_2$$

Atkarīgi no tā, vai t un t_1 ir lielāki par t_2 , vai t_2 ir lielāks par t un t_1 , dabūsim:

$$q_1 = Q \frac{t-t_2}{t_1-t_2} = Q \frac{t_2-t}{t_2-t_1}$$

un

$$q_2 = Q \frac{t-t_1}{t_2-t_1} = Q \frac{t_1-t}{t_1-t_2}$$

Piem., $t = 10^\circ$, $t_1 = 13^\circ$, $t_2 = 7^\circ$ un $Q = 20$ sl., tad

$$q_2 = 20 \cdot \frac{3}{6} = 10 \text{ sl.}$$

$$q_1 = 20 \cdot \frac{3}{6} = 10 \text{ sl.}$$

Temperatūras novērošanai jāietaisa 2 novērošanas akas, viena pumpju akas tuvumā, t_1 novērošanai un otra attālāk uz zemes pusi, t_2 novērošanai. Rezultāti sasniedzami vislabāk, ja temperatūras starpība ir pietiekami liela. Ja temperatūras lielumos nav lielas starpības, tad jālieto ķīmiska analīze, izvēloties tādas vielas kas katrā ūdenī atrodas ļoti dažādos daudzumos. Var izlietot cietības noteikšanu, chlōra daudzumu vai citas vielas, kuŗu daudzuma starpība abos ūdeņos ir cik iespējams liela. Arī ķīmisku analīzi izdarot jāņem paraugs upes ūdenim nevis tieši no upes, bet tuvu pie akas, no novērošanas akas. Aprēķins ir līdzīgs aprēķinam no temperatūrām. Apzīmēsim ar

K — ķīmisko vielu ūdenī no akas

K_1 — " " " " upes

K_2 — " " " " gruntsūdens.

tad ir:

$$q_1 = Q \frac{K-K_2}{K_1-K_2} = Q \cdot \frac{K_2-K}{K_2-K_1}$$

un

$$q_2 = Q \frac{K - K_1}{K_2 - K_1} = Q \cdot \frac{K_1 - K}{K_1 - K_2}$$

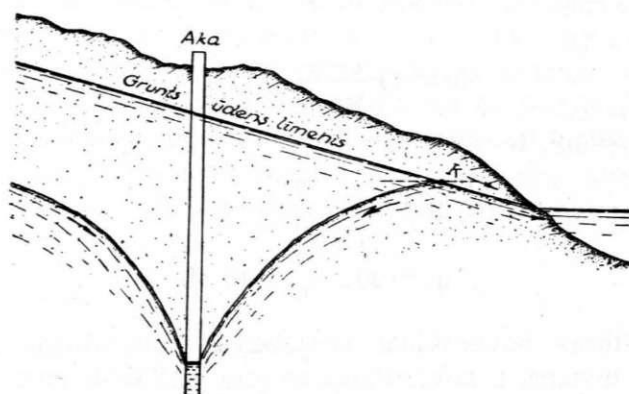
atkarīgi no tā, kas ir lielāks — K_1 vai K_2 .Piem., $K_1 = 200$ mg/l, $K_2 = 50$ mg/l, un $K = 125$ mg/l un $Q = 20$ sl., tad

$$q_1 = 20 \cdot \frac{75}{150} = 10 \text{ sl.}$$

un

$$q_2 = 20 \cdot \frac{75}{150} = 10 \text{ sl.}$$

Nearvien var iegūt upes ūdeni gruntsūdens daudzuma palielināšanai. Ja gruntsūdens tek uz upes pusi, tad var, ūdeni nopumpējot no akas, rasties starp aku un pumpi kulminācijas punkts K_1 , no kuŗa gruntsūdens tek kā uz upes, tā arī akas pusi, un šādā gadījumā upes ūdens gruntsūdenī neietecēs un to nepapildinās (19. zīm.). Varētu ietaisīt tādā ga-



19. zīm. Gruntsūdens aka upes tuvumā.

dījumā aku tuvāk pie upes, un no akas ūdeni pumpēt ar lielāku līmeņa pazemināšanu akā, bet tad var rasties nevēlamas parādības, jo var upes ūdens pietiekami nenofiltrēties, ejot caur grunti, var ūdens ietece ātrums akā palielināties un raut līdz smilti un t. t. Tādos gadījumos vislabāk jāatsakās no akas dēbeta palielināšanas ar upes ūdeni.

Var būt arī vēl citi apstākļi, kas šādu akas ūdens daudzuma palielināšanu padara neiespējamu, un proti, tas ir gadījumā, ja upes ūdens nes daudz dūņu, (uzņemot noteces no purviem, laukiem vai pilsētu notekūdeņus), ar kuŗām grunts poras var aizsērēt. Pie normāliem apstākļiem dūņas kā viegls materiāls tiek ar ūdens tecēšanas ātrumu upē nestas uz priekšu un, nosēdušās dibenā un gar krastu, tiek noskalotas pa lielūdens laiku, un gruntsūdens ietece upē netiek kavēta. Citādi apstākļi var

rasties, pumpējot ūdeni no akas, kas ietaisīta upes tuvumā. Dūņas tiek ievilkta porās, tās var piesērēt un līdz ar to ūdens pietece akā samazināties un pat pavisam apstāties. No tā varam secināt, ka aku ietaisīšanai upes tuvumā, ar nolūku izmantot caur grunti filtrējošos upes ūdeni, jāizdara rūpīgi pētījumi, un tomēr zināms risks paliek.

Līdzīgi apstākļi ir applūdinot laukumu mākslīgi, gruntsūdens daudzuma palielināšanai. Tomēr te apstākļi ir labāki tai ziņā, ka piesērējumi sakrājas zemes virsū, un to iznīcināšanai ir daudz līdzekļu, kā to redzēsim pie mākslīgiem filtriem (313. l. p.) vai ar paņēmieniem, kādi ir pazīstami zemes filtru vai tīrīšanas lauku praksē, pie kanalizācijas notekūdeņu tīrīšanas.

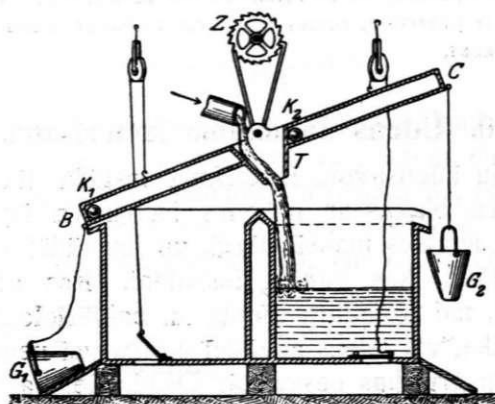
10. Ūdens daudzuma izmērišana.

Svarīgāko daļu ūdensavotu izpētīšanā sastāda ūdens daudzuma noteikšana blakus ar ūdens labuma izpētīšanu. Centrālās ūdens apgādes ietaises maksā dārgi, un jau tādēļ vien labi jāapsver iepriekš visi apstākļi, kas varētu iespaidot. Kas attiecas uz ūdens labuma noteikšanu, tad to izdara ķīmiķi un baktēriologi ar analizēm, un uz to pamata nosaka, vai ūdens apgādei derīgs vai nederīgs. Tas ir noteikts uzdevums un grūtības nesagādā. Daudz lielākas grūtības dažkārt ir ar ūdens daudzuma noteikšanu. Pie virszemes ūdeņiem arī šo jautājumu var praktiski viegli izšķirt, bet apakšzemes ūdens izvēlei vajadzīgi ilgstoši, sarežģīti un dārgi pētīšanas darbi.

Ūdens daudzuma izmērišana ir hidraulikas un hidroloģijas uzdevums. Nav jāaizmirst, ka jāatrod izmeklējamā avota vismazākais ūdens daudzums un tādēļ ar vienu gadījuma mērījumu nevar apmierināties, sevišķi nosakot avotu un gruntsūdeņu daudzumu. Nevar atteikties no ilgstošiem mērījumiem vairāk gadu laikā, lai iegūtu zināmu drošību šai jautājumā.

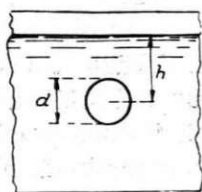
Ļoti mazus ūdens daudzumus, piem., neliela avota iztecē, var vislabāk un uzticamāk izmērīt ar tāda mērīšanas trauka palīdzību, kurā līdz zināmai zīmei ir iemērīts 15 l, vai 25 l un t. l. Tādus traukus var vienkārši skārdnieks izgatavot no cinkota skārda, un tad tajā, salīdzinot ar kādu normēta lieluma trauku, var ietaisīt vēlamā tilpuma noteikšanai attiecīgās zīmes. No laika, kurā trauks piepildīts, var izrēķināt pieteces daudzumu 1 sek. Lielākiem pieteces daudzumiem, vairāk par 10 sl., var ierīkot mērījamo kastī ar automatisku reģistrācijas ietaisi, sevišķi ja mērīšanu paredzēts izdarīt ilgāku laiku. Tāda ietaise sastāv (20. zīm.) no dēļu kastes, izsistas iekšpusē ar cinka skārdu un iedalīta 2 nodaļās. Pēc 1 nodaļas piepildīšanās līdz iezīmētai markai ūdens sāk izlīt pār robu uzņemšanas traukā (G_2), līdz ar to svārstekļa viens gals (C) nosveras uz leju un otrs paceļas augšā. Pie tam attaisās pilnajā nodaļā dibens klape un aiztaisās tukšajā, un ūdens no pietekcaurules

caur pagriezto piltuvi (T) sāk piepildīt tukšo nodaļu, kamēr no pilnās ūdens iztek caur dibens caurumu. Kastes nodaļu tilpums ir pilnīgi noteikta lieluma, un ar zobrata (Z) palīdzību var pildījumu skaitu pārnest uz sevišķu skaitītāja ietaisi un uz automatisku uzrakstītāju. Pēdējā gadījumā var novērot arī svārstības pieteces daudzumā. Svārsteklis (BC) ir ar tukšu vidu un tajā kustas lodītes (K_1 un K_2), kas palīdz aparāta darbību nobalansēt.

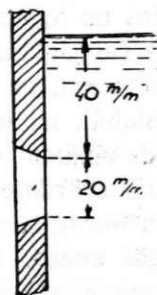


20. zīm. Mērijamā kaste.

Ja ūdens pieteces daudzums ir tik liels, ka to ar mērijamo trauku tieši izmērīt nevar, tad ieliek pāri strautiņam dēļu aizsprostu, kuŗā ietaisīti apaļi caurumi, visi vienāda lieluma un kuŗu centriem jābūt visiem vienā līmenī. Tiklīdz iestājas līdzsvars, no visiem caurumiem



21. zīm. Ūdens colla.

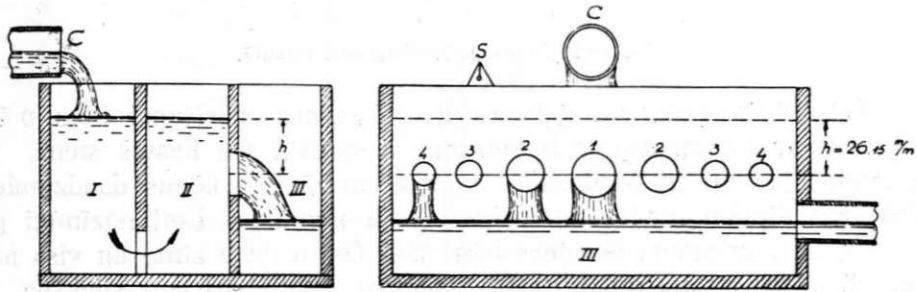


22. zīm. Franču ūdens colla.

ūdens iztek vienādā daudzumā, un to ievērojot pietiek, ja izmēri ūdens daudzumu, kas iztek no viena cauruma. Bet nu tādu principu var izmantot arī dažādu mērišanas aparātu izgatavošanai. Ja kādas kastes plānā sienā ietaisa caurumu diametrā d (21. zīm.), un ūdens pieteci norēgulē tā, ka spiediena augstums h , t. i. ūdens līmeņa augstums pār izteces

cauruma smaguma centru, tiek uzturēts negrozīts visu laiku viens un tas pats, tad caur tādu caurumu visu laiku iztecēs vienmērīgi katrā laika vienībā, piem.. 1. sek., pilnīgi noteikts viens un tas pats ūdens daudzums. Tādu ūdens daudzumu, kas iztek 24 stundās caur apaļu vertikālā plānā sienā ietaisītu caurumu ar $d=1''$, zem noteikta spiediena h , sauc par ūdens collu. Ūdens collu lielums var būt un arī ir dažādās zemēs dažāds. Tā, piem., jaunā franču ūdens colla ir ierīkota ar $d=20$ mm un $h=40$ mm (22. zīm.) no izteces cauruma virsas līdz ūdens līmenim. Tādā ietaisē iztek 24 stundās $Q=20$ m³.

Praktiskiem mērījumiem ar ūdens collu ietaisa vertikālā sienā vairākus tādus caurumus, visus ar centriem vienā līmenī. Lai varētu regulēt ūdens līmeni un uzturēt viņu nemainīgu, jābūt iespējai attaisīt vai aiztaisīt dažus caurumus ar vārstuli vai iebāzni, un tā pieskaņoties ūdens pietecēi. Visu ūdens daudzumu dabū saskaitot darbošos caurumu dzīv-griezumus. Vēl labāk var pieskaņoties pieteces apstākļiem, ja caurumi ir dažāda lieluma. Franču inž. B o r n e m a n s konstruējis tādu aparātu. Bornemana ūdens colla (23. zīm.) sastāv no lielas koka kastes, kurā ar



23. zīm. Bornemana ūdens colla.

2 starpsienām ietaisītas 3 nodaļas (I, II, III). Pirmās 2 nodaļas (I un II) nodē līmeņa nomierināšanai un nogulšņu uzņemšanai, ja tādi būtu. Starpsienā starp II un III nodaļu ietaisīti 7 apaļi caurumi, no kuriem vidējais (1) ir vislielākais ar $d=26,15$ mm, uz katru pusi simmetriski no tā mazāki caurumi, ik 2 vienāda lieluma, un lielums uz sienas galu arvien samazinās. Visiem caurumu centriem jābūt noteikti vienā līmenī. Spiediena h lielums ir 26,15 mm. No visiem caurumiem kopā vienā un tai pašā laikā varētu iztecēt diennaktī (24 st.):

no cauruma	1:	$d_1=26,15$ mm;	$Q_1=$54,72 m ³
"	"	2: $d_2=13,08$	"	$Q_2=2 \times 5,44=$	10,88 "
"	"	3: $d_3=6,54$	"	$Q_3=2 \times 1,41=$	2,82 "
"	"	4: $d_4=3,27$	"	$Q_4=2 \times 0,39=$	0,78 "

no visiem kopā 24 st. iztek $Q=69,20$ m³

Augstums h jāmērī vismaz 1 m augšpus sliekšņa, kamēr ūdens līmenis nesāk pārliecties un nenāk pārgāzes liknes iespaidā.

Aprēķinam var lietot Kīnzer'a formulu:

$$Q = \left(0,4342 + 0,009 \cdot \frac{b}{B} - 0,0777 \cdot \frac{h}{h+p} \right) \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2g \cdot h}$$

Aptuvenu rezultātu iegūst ar formulu (pēc Gross'a):

$$Q = 1,8 \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{h}$$

Ja h mazāks par 0,02 m, rezultāti var būt nepareizi, tādēļ pie mazākiem Q lietderīgāk izvēlēties mazāku b , lai h būtu lielāks.

Thompson'a pārgāze (28. zīm.) ir ar trīsstūrainu izgriezumu, taisnā leņķī. Pārgāzes augstums h jāmērī ap 0,80—1,00 m augšpus sliekšņa. Aprēķinam noder formula (pēc Engels'a):

$$Q = 0,014 \cdot h^2 \cdot \sqrt{h} = 0,014 h^{2,5}$$

pie kam izteikti h — metros un Q — sl.

Lielākās upēs ūdens daudzuma noteikšanai uzmērī šķērsgrīzumus (dzīvgrīzumus) un tajos izmērī tecēšanas ātrumu ar hidrometriska spārņa palīdzību vai citiem paņēmieniem, kādi hidraulikā pazīs-

5. tabula.

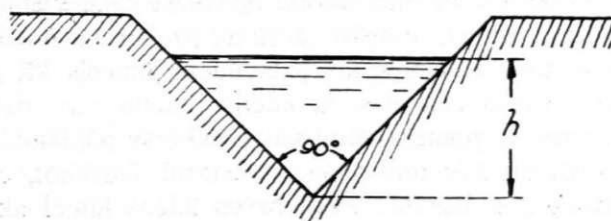
Attiecības starp litriem sekundē un minūtē un kub. metriem stundā un diennaktī.

sl	l/min	m ³ /st	m ³ /24 st.	sl	l/min	m ³ /st	m ³ /24 st.
1	60	3,6	86,4	30	1800	108,0	2592,0
2	120	7,2	172,8	35	2100	126,0	3024,0
3	180	10,8	259,2	40	2400	144,0	3456,0
4	240	14,4	345,6	45	2700	162,0	3888,0
5	300	18,0	432,0	55	3300	198,0	4752,0
6	360	21,6	518,4	65	3900	234,0	5616,0
7	420	25,2	604,8	75	4500	270,0	6480,0
8	480	28,8	691,2	85	5100	306,0	7344,0
9	540	32,4	777,6	95	5700	342,0	8208,0
10	600	36,0	864,0	110	6655	396,0	9504,0
12	720	43,2	1036,8	130	7800	468,0	11232,0
14	840	50,4	1209,6	150	9000	540,0	12960,0
16	960	57,6	1382,4	170	10200	612,0	14688,0
18	1080	64,8	1555,2	190	11400	684,0	16416,0
20	1200	72,0	1728,0	200	12000	720,0	17280,0
25	1500	90,0	2160,0				

tami. Zinot dzīvgriezuma platību F un notecēšanas ātrumu v — caurteces daudzums ir:

$$Q = F \times v.$$

Attiecības starp ūdens daudzumiem dažādās laika vienībās redzamas 5. tab.



28. zīm. Thompson'a pārgāze.

11. Gruntsūdens daudzuma noteikšanas apstākļi.

Apakšzemes ūdens daudzuma izpētīšana saistīta ar grūtībām, jo tā atrašanās vieta, tecēšanas virziens un strāvas stiprums ir acīm aplēpti. Ja zinātu strāvas dzīvgriezumu F (ūdens nesēja slāņa dziļumu un platumu) un tecēšanas ātrumu v (visā dzīvgriezumā, neizslēdzot pie dzīvgriezuma aprēķina tilpumu, ko ieņem gruntsgraudīņi), tad daudzumu (Q) varētu aprēķināt ar pazīstamo hidraulikas pamatformulu $Q = F \times v$. Tātad redzams, ka gruntsūdens daudzuma pētīšanas uzdevums ir izzināt šos vajadzīgos datus daudzuma noteikšanai.

Gruntsūdens kustība notiek līdzīgos apstākļos kā virszemes ūdens kustība. Ja ūdens līmenim ir kritums, tad smaguma spēka iespaidā ūdens kustas uz mazākās pretestības pusi. Jo lielāks ir līmeņa kritums, jo kustība lielāka pie citādi vienādiem apstākļiem: ūdensnesēja slāņa sastāva, poru tilpuma, temperatūras un citām īpašībām, kas pa daļai izpētītas, pa daļai vēl izpētījamas. Visu šādu apstākļu nozīme tuvāk jānoskaidro.

Ar gruntsūdens kritumu saprot līmeņa augstuma starpību starp 2 līmeņa punktiem, dalītiem ar šo punktu attālumu. Tātad pirmā kārtā jāatrod gruntsūdens līmenis un jānosaka tā ģeodēziskā augstuma atzīme. Liktos, ka gruntsūdens līmeni atrast un noteikt nav visai grūti, tomēr izrādās, ka līmeni var iespaidot dažādi blakus apstākļi, un pie apcerējumiem par līmeņa kritumu arī tādi blakus apstākļi jāievēro.

Gruntsūdens līmeni var novērot pastāvošās māju akās. Tādas tomēr nav pietiekami sistematiski novietotas, un arī pašus no-

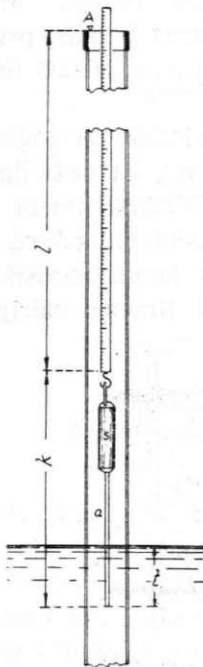
vērojumus var iespaidot ūdens ņemšanas daudzums un ūdens pieteces apstākļi. Tādēļ precizākai un sistēmatisākai gruntsūdens līmenis atrašanās un svārstību novērošanai lielākā rajonā, jāietaisa sevišķas novērošanas akas. Ja līmenis nav dziļi zemē, un virsējie grunts apstākļi ir papēmienam labvēlīgi, var iedzīt zemē t. s. abesiniešu vai Nortona aku, kas, kā to turpmāk redzēsīm (177. l. p.), sastāv no caurulēm $d = 40$ līdz 50 mm, kuŗām apakšējā daļā, vismaz 1 m, labāk 1,5—2 m caurules garumā, ietaisīti caurumi, pa kuŗiem ūdens brīvi satek caurulē, tāvad caurulē iestāsies tas pats ūdens līmenis kā gruntsūdenim ārpus caurules. Tādas caurules, ja ūdens līmenis nav dziļi, ne dziļāk par 4 m, iesīt zemē ar rokas zveltni vai vienkāršu pāldzini. Tāda ietaise tomēr nav pilnīga un nav ieteicama, jo, cauruli iedzenot, caurumos var iekerties gruntsdaļiņas, kas tad kavē brīvu ūdens ieteci akā, un līmeņa novērojumi var ar to kļūt nedroši. Ieteicamāk tādēļ ir visos gadījumos, arī kad līmeni seklāki, novērošanas akas ietaisīt sekojošā ceļā: vispirms izurbj ar lielākas apvalku caurules palīdzību, ar d vismaz 80 mm, bet labāk 100—150 mm (smalkā smiltī), aku līdz vajadzīgam dziļumam, tad ieliek iekšā novērošanas cauruli, $d = 40$ cm, ar caurumotu (1—2 mm lieliem caurumiem) apakšējo daļu (1—2 m) un piepilda starpu starp apvalkcauruli un novērošanas cauruli ar rupju smilti, pēc kam tad apvalkcauruli izvelk pakāpeniski ārā. Tālāk tad ar rokas pumpi stipri nopumpē akā atrodošos ūdeni, un ar to tad nodrošina labu gruntsūdens ieteci akā. Smalkā smiltī var būt vajadzīga, pirms rupjas aizsargsmilts iebēršanas starp abām caurulēm, caurumoto daļu aplikšana ar sietveidīgu stiepuļu audumu, kam mazi acu lielumi. Novērošanas caurules apakšgals jāaizbāž ar koka aizbāzni, lai ūdens, tecēdams caur vaļējo apakšgalu, neierautu smiltis, ar ko caurule piesērētu. Caurules virsgals paceļas pāri par zemi kādu 0,5 m, un tas jānoslēdz ar aizskrūvējamu metalla vāku. Līmeņa dziļumu parasti mēri no novērošanas caurules virsgala, kas tad ir jāienivelē attiecīgi uz noteiktu 0 horizontu, un arī novērotiem ūdens līmeņiem jāaprēķina katrreiz augstuma atzīme, pieskaņojot to izvēlētam 0 horizontam.

Gruntsūdens līmeņa mērīšana akā nav tik viegla, kā to varētu domāt, jo līmeņa svārstība starp 2 mērījumiem, kas īstenībā būtu jāizdara katru dienu vai vismaz 1 reiz nedēļā, ir ļoti maza un labākā gadījumā tikai nedaudz cm. Līmeni no virsas nevar redzēt un tādēļ tieši ar tērauda mērījamo lentu vai koka lati dziļumu līdz gruntsūdens līmenim izmērīt nevar. To ievērojot, izdomāti un tiek lietoti vairāk vai mazāk asprātīgi iekārtoti mērīšanas palīgriki. Ļoti vienkārša un daudz vietās, arī Rīgas pētījumos Zaķu muižas rajonā, lietota ietaise (29. zīm.) sastāv no parastās tērauda mērīšanas lentas, kuŗas galā piekārts svērtnis (s), lai mērījot lenta būtu izstiepta taisna. Pie svērtņa

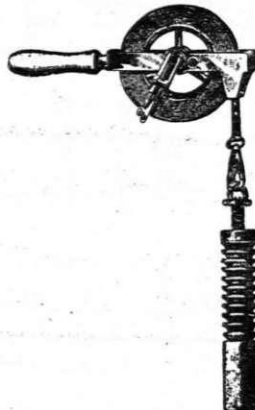
apakšā piestiprināta tieva standziņa vai adata (a), diametrā 1,5—2 mm. Standziņu noziež ar krīta šķīdumu ēterī vai citā šķīdumā. Krīts ūdenī atskalojas, un uz standziņas var skaidri saredzēt tās iegrimšanas dziļumu (t) ūdenī. Novelkot iegrimšanas dziļumu (t) no negrozīgā lentas piekārumu garuma (k) un pieliekot lentas nolasiņumu pret caurules virsgala marku (A), dabū līmeņa dziļumu, un novelkot to no markas augstuma atzīmes attiecīgi uz zināmu 0 punktu (piem., Baltijas jūras līmeni) dabū gruntsūdens līmeņa atzīmi (T). Tātad:

$$T = A - (k - t + l).$$

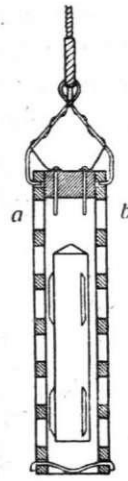
Tievai standziņai (adatai) piemīt tas labums, ka tā neizspiež daudz ūdens, tātad neiespaido mērīšanas rezultātu. Populārs ir arī Rang'a līmeņmērītājs (30. zīm.). Pie mērījamās lentas piekārts stabiņš no maziem



29. zīm. Mērījamā ietaise.



30. zīm. Rang'a līmeņmērītājs.



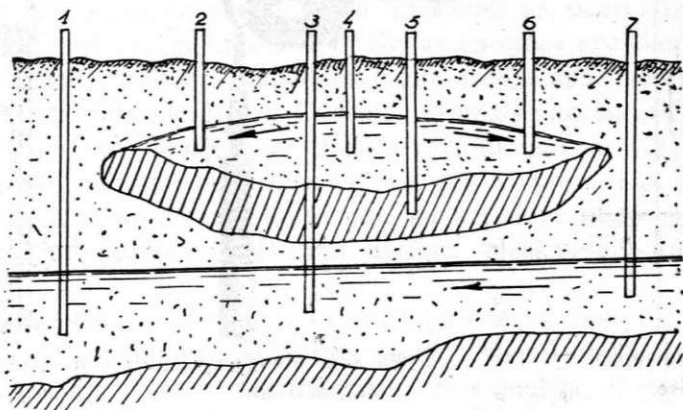
31. zīm. Stokera elektrisks līmeņrādītājs.

šķīvīšiem, diam. 1—1,5 cm, kas ietaisīti attālumā 1 cm viens no otra. Šķīvīšu stabiņam iegrimstot ūdenī, sadzirdams svilpienveidīgs troksnis. Izvelkot aparātu ārā, uz šķīvīšiem paliek ūdens, no kā redzams, cik dziļi ietaise iegrimusi. Līmeņa atzīme aprēķināma kā pirmajā gadījumā. Šādam aparātam ļaunums tas, ka izspiež uz augšu ūdeni, tātad līmenis akā nebūs pilnīgi pareizs, un arī nolasišana iespējama tikai ar 1 cm pareizību.

Konstruēti arī elektriski līmeņa mērītāji. Stokera ietaise (31. zīm.) sastāv no metalla tukšu vidu cilindra, kas var brīvi kustēties lielākā cilindrā ar caurumotām sienām. Ietaise pievienota elektriskiem vadiem, ar kontaktiem (a un b), kas ievietoti ārējā cilindra aizbāznī. Kad tukšais cilindrs — pludiņš aizķa kontaktus, atskan augšā zvaniņš. Stiepules, pie kuņām mērijamais rīks piekārts, to nolaižot akā, ir apzīmēts ar noteiktiem iedalījumiem, kas dod iespēju nolasīt iegrimšanas dziļumu. Arī šim aparātam ļaunums tas, ka, cilindram iegrimstot ūdenī, līmenis paceļas. Te tas tomēr nedara lielu ļaunumu, jo visas novērošanas akas ir vienāda diametra, tātad visās līmeņa pacēlums būs vienāds un relatīvi ūdens līmeņi būs salīdzināmi. Bet nosakot līmeņa atzīmi, saskaņotu ar 0 līmeni, līmeņa pacelšanās akā ņemama vērā.

Novērošanas akās novērojumi jāizdara vairākus gadus no vietas, lai pēc svārstībām atrastu viszemāko gruntsūdens līmeni. Mūsu klimatā viszemākais gruntsūdens līmenis novērots ziemas beigās, priekš pavasara atkušņa, bet daudreiz arī vasaras beigās. Visaugstākais līmenis novērots pavasarī un ziemas sākumā.

Gruntsūdens līmeni mērijot vēl jāievēro dažādi vietējie ģeoloģiskie apstākļi, kas var iespaidot līmeni. Jau minēts (64. l. p.), ka dažī ligzdeidīgi ūdensblīvi slāņu iegulumi var iespaidot līmeni. Tāpat līmeni var iespaidot mākslīgi virszemes ūdens notecējumi gruntsūdenī, piem., ar aizsprostu uzstādināts mākslīgs ezers, vai tīrīšanas lauku ietaisīšana pētījamā rajona tuvumā. Tā iespaidoti gruntsūdens līmeņa mērijumi

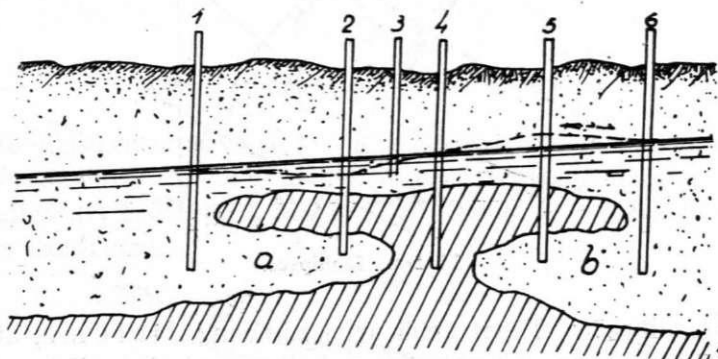


32. zīm. Neīsts gruntsūdens līmenis uz necaurļaidīga slāņa

jau nevar noderēt dabiska gruntsūdens daudzuma noteikšanai. Tāpat neīstu gruntsūdeni var akās sastapt atkarīgi no dažādiem apakšzemes ūdensblīvo slāņu izveidojumiem. Šādi apstākļi var būt ļoti dažādi un, piemēram, apskatīsim te 2 gadījumus, kas sastopami ne visai reti (pēc Thiem'a).

Pirmais gadījums ir, ja ne visai caurlaidīgā gruntslānī iegulies ūdenblīvs slānis salasveidīgi (32. zīm.). Lietus ūdens uzkrāsies uz salas virsas, te izveidojot gruntsūdens slāni, kuŗa līmenis, tā kā grunts vāji caurlaidīga, ir vidū augstāks un krit virzienā pret visām saliņas malām, pār kuŗām viņš notek īstajā gruntsūdenī, apakšējā slānī. Pie šādiem apstākļiem dažādās vietās ietaisītās akas dos dažādus līmeņa novērojumus. Īstais gruntsūdens līmenis un tā kritums raksturots ar akām 1, 3 un 7, kamēr akas 2, 4 un 6 uzrādīs neīstus līmeņus un arī ačgārnu kritumu (4—5). Redzams, cik svarīgi ietaisīt novērošanas akas līdz dziļākam gruntsūdens līmenim.

Maldīgus rezultātus var dot arī otrs piemērs, kuŗā neīstais gruntsūdens līmenis un kritums izveidojies no tā, ka ūdeni caurlaidīgais slānis pacēlies galdveidīgi (33. zīm.). Gruntsūdens līmeņa virziens ir no 6. akas

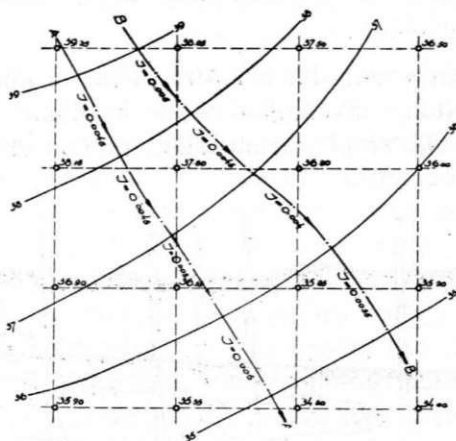


33. zīm. Neīstais gruntsūdens līmenis no iedobumiem ūdenblīvā slānī.

uz 1. akas pusi. Iedobumos (a un b) ūdens stāv bez kustības, tātad tā līmenim jālīdzinās ārpus pacēluma atrodošos aku līmenim (5. akas līmenis = 6. akas un 1. = 2.). Līdz ar to, ar akām noteiktais gruntsūdens līmenis var atšķirties no normālā (no 1. līdz 2. līmenis horizontāls, 2. līdz 5. ar kritumu un 5.—6. atkal horizontāls), bet ietaisot akas tikai līdz virsējam līmenim (līdzīgi 3. akai), dabūtu vietējo līmeni. Kā redzams, apstākļi var būt dažreiz ļoti sarežģīti, un, novērojot kādu nenormālību akas līmeņa mērījumu rezultātā, katrreiz lietderīgi jānoskaidro šādas nenormālības cēloņi, iekams rezultātus izlieto gruntsūdens daudzuma noteikšanai.

Gruntsūdens vienlīmeņa līknes vai horizontāles (izohipses). Ja novērojumu akas ietaisītās sistematiski, piem., līdzteku virzienos, attālumā 0,5 km un mazāk, uzņemtas ar teodolītu un iezī-

mētas gruntsplānā vai apgabala kartē (34. zīm.), tad var zināmā laikā izdarītu līmeņa mērījumu atzīmes ierakstīt plānā pie akām, un ar attiecīgu interpolāciju iezīmēt horizontāles vai vienlīmeņa līknes (izohipses). No šādas kartes ar izohipsēm nu var dabūt atbildi uz dažiem jautājumiem, kas mūs interesē. Pirmā kārtā izzinām, vai gruntsūdens līmenis ir ar k r i t u m u, tātad, vai mums ir darīšana ar gruntsūdens straumi vai ar gruntsūdens rezervuāru; pēdējā gadījumā kritumi līdzināsies 0. Turpmāk dabū atbildi uz jautājumu par k r i t u m a v i r z i e n u, kas perpen-



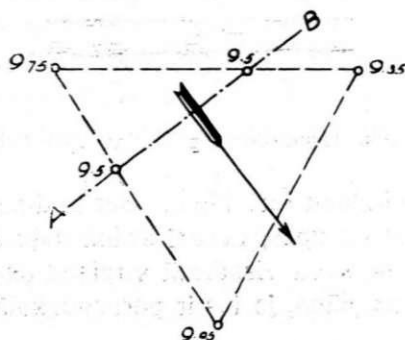
34. zīm. Izohipses.

dikulārs uz izohipsēm Tāpat dabū arī k r i t u m a l i e l u m u, atrodot uz kartes attālumu starp 2 izohipsēm. Kritumu virzienu lielumu var ierakstīt vajadzīgās vietās kartē (34. zīm.) uz iezīmētās krituma līnijas. Jāatzīmē, ka novērojumi, uz kuŗu pamata noteiktas izohipses, jāizdara, ja iespējams, 1—2 dienās, lai iespējamās līmeņa svārstības neceltu pārpratumus secinājumos.

Dažreiz vajadzīgs kādā vietā atrast ātri gruntsūdens tecēšanas virzienu, neizdarot visus sistēmatiskos pētīšanas darbus. To panāk, ietaisot 3 novērošanas akas (35. zīm.), trīsstūŗa veidā, cik iespējams vienādā attālumā, 10—50 m vienu no otras (pie rupjākas grunts tālāk, pie smalkākas — tuvāk), novēro ūdens līmeņus un ieraksta skicē atzīmes. Ar interpolāciju dabū izohipsi, un gruntsūdens tecēšanas virziens tad ir perpendikulārs iezīmētajai izohipsei.

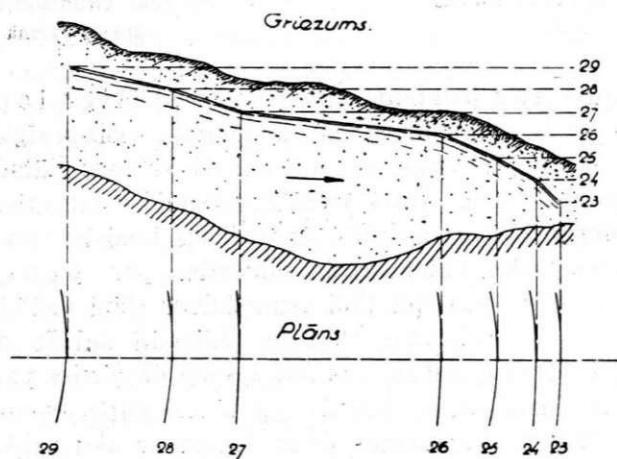
Gruntsūdeņa līmeņa kritums svārstās kā laika, tā arī vidējo ģeoloģisko un hidroloģisko apstākļu ziņā. Vispārīgi zināma sastāva gruntsmateriālam lielāks kritums norāda uz lielāku caurteces daudzumu un otrādi. Bet dabā vienādu gruntsmateriālu lielākam rajonam grūti iedomāties, un tādēļ secinājumos jābūt uzmanīgam. Gan izohipsu

tuvums atbilst lielākam kritumam, bet nedrīkst bez tuvākas pētīšanas pieņemt, ka ar lielāku kritumu pieaug arī caurteces daudzums. Daudzreiz liels līmeņa kritums norāda uz mazu caurteces šķērsgriezumu (36. zīm.) vai uz mazu poru tilpumu, un tad zināmajam ūdens daudzumam jātek dzīvgriezumā cauri ar lielāku ātrumu. Turpretim mazs kritums norāda



35. zīm. Gruntsūdens virziena noteikšana.

uz lielāku dzīvgriezumu vai arī vieglāk caurlaidīgu materiālu. Tātad novērtējot izohipsu stāvokli uz plāna vai gruntsūdens līmeņa kritumu, jāņem palīgā arī ģeoloģiskie pētījumi, lai dabūtu skaidrību jautājumā par caurteces daudzumu.

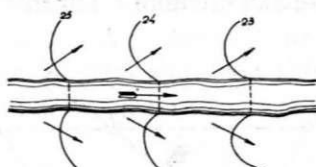


36. zīm. Gruntsūdens līmeņa un dzīvgriezuma attiecības.

Kas attiecas uz krituma lielumu, tad ir novēroti kritumi $J = 0,006$ līdz $0,0003$, bet arī mazāki un lielāki par šiem skaitļiem.

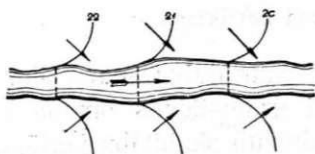
Virszemes ūdensvertņu, upju vai ezeru, tuvumā jāietaisa papildu novērošanas akas, lai noskaidrotu jautājumu, vai gruntsūdens dabū pa-

pildinājumu no upes, vai otrādi, gruntsūdens ietek upē. Izohipses upes tuvumā dod uz to atbildi. Ja gruntsūdeni papildina upes ūdens, tad izohipses nogriežas upes tuvumā, upes tecēšanas virzienā (37. zīm.). Turpretim, ja gruntsūdens ietek upē, tad izohipses upes tuvumā sagriežas

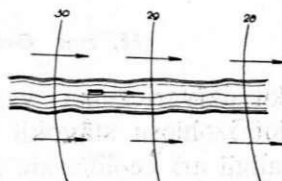


37. zīm. Gruntsūdeni papildina upes ūdens.

pret upes tecēšanas virzienu (38. zīm.). Bet gadījumā, kad gruntsūdens nesaņem papildinājumu no upes, ne arī atdod daļu sava ūdens upei, tad izohipses nenogriežas no sava vispārīgā virziena (39. zīm.). Gruntsūdens virzienu viegli atrast uz plāna, jo tas ir perpendikulārs uz izohipsēm.



38. zīm. Gruntsūdens ietek upē.



39. zīm. Gruntsūdens tek upes virzienā.

Ar izohipsu kartes palīdzību var arī izvēlēties ieņemšanas (kapitāžas) vietu. Pie normāliem apstākļiem visizdevīgākā ieņemšanas vieta meklējama tur, kur ir vismazākais kritums, tātad vislielākais attālums starp izohipsēm. Tādā vietā gruntsūdens dzīvgriezums ir vislielākais un mierīgi ieteces apstākļi ieņemšanas ietaisēs visvēlamākie.

Izmeklējamā laukā vajag iegūt skaidrību par ģeoloģiskiem noslāņojumiem. Var būt tādi gruntsūdens slāņi dažādos dziļumos, kas nošķirti ar ūdensblīviem slāņiem. Jāizpēti tad šo dažādo slāņu stiprums, kā arī ūdens īpašības, kas dod iespēju izšķirties par to, no kura slāņa izdevīgāk ūdeni iegūt. Katrā ziņā jānoskaidro ieņemamā gruntsūdens slāņa biezums. Vajadzīgos datus iegūst ar aku urbšanu līdz lielākam dziļumam, parasti cauri ūdensnesējiem slāņiem līdz ūdensblīvam slānim, tātad daudzreiz līdz 50 m un vairāk (pat vairāk simtu metru), atkarīgi no ūdensnesēja slāņa rakstura un biezuma. Lielākos pētījumos tādi ģeoloģiski urbumi jāizdara sistematiski, attālumā ap 1 km un tuvāk. Katrā ziņā ģeoloģiskie urbumi vajadzīgi ieņemšanas līnijas virzienā un nākošo ieņemšanas aku tuvumā.

Zinot gruntsūdens līmeņa kritumu J , nesēja slāņa biezumu h , zināmu dzīvgriezuma platumu l un arī grunts poru tilpumu p , var jau saskatīt, kurā vietā būtu ieņemšanas aku līnija ietaisāma, jo ūdens daudzums Q ir proporcionāls šiem lielumiem.

$$Q = p \cdot l \cdot h \cdot J.$$

Pie vienādiem grunts apstākļiem formulā J ir noteicams no izohipsu plāna. Jo lielāks p un jo lielāks h , jo izdevīgāka ir vieta ieņemšanas aku līnijai. Līnijas garums l tad jānoskaidro ar citiem pamata datiem. Tuvāk var pieiet pie ieņemšanas līnijas l galīgas izvēles tikai pēc tam, kad visī gruntsūdens pieteces apstākļi noskaidroti, kā tas no turpmākā būs redzams.

12. Gruntsūdens kustības noteikumi.

No kartes ar izohipsēm gan var izzināt gruntsūdens līmeņa kritumu un tecēšanas virzienu, bet ar to vēl nav iegūti pietiekami norādījumi par tecēšanas ātrumu un tādā nav arī dota iespēja dabūt pietiekamu ieskatu par gruntsūdens daudzumu. Gruntsūdens tecēšanas apstākļi ir daudz sarežģītāki kā, piem., upes ūdens tecēšanas noteikumi. Virszemes ūdens kustību iespaido kritums no vienas puses, no otras puses berzes pretestības gar gultnes malām un dibenu, ūdens daļiņu berze savā starpā un virsas sadursme ar āra gaisu. Gruntsūdens kustību bez tam vēl iespaido berzes pretestība ar grunts graudiņiem, tādā tā atkarīga no graudiņu lieluma, blīvuma un citiem apstākļiem, ar ko turpmāk nāksies iepazīties. Jo rupjāka ir grunts, jo vieglāk un tādā ātrāk kustēsies gruntsūdens, un jo smalkāka — lēnāk. Jo blīvāk guļ grunts daļiņas, jo lielāka pretestība gruntsūdens kustībai, un jo vaļīgāk, irdenāk guļ graudiņi, jo vieglāk ūdens kustas.

Gruntsūdens tecēšanas ātrums. Vispirms jānoskaidro pats gruntsūdens tecēšanas ātruma jēdziens. Gruntsūdens daudzuma noteikšanai nozīmīgs ir tas tecēšanas ātrums, ar ko gruntsūdens strāva kustas horizontālā virzienā. Vertikālā kustības komponente nav liela, un to var arī neievērot, tai būtu nozīme tikai gadījumos, kad gruntsūdeni papildina upes ūdens, vai sagādājot mākslīgu gruntsūdeni no attiecīga laukuma apūdeņošanas. Bet, kā jau minēts, vertikālā gruntsūdens kustība gan ir ļoti interesanta no hidroloģiskā viedokļa, bet pie jautājuma, kas mūs šobrīd interesē, par gruntsūdens daudzuma noteikšanu viņu var neievērot.

Upēs, kanāļos un citās virszemes ūdens tvertnēs ar tecēšanas ātrumu saprot tādu ātrumu, ar kādu ūdens daļiņas patiesi virzās uz priekšu, pie kam tomēr pieliek pūles, lai pēc iespējas atrastu vidēju tecēšanas ātrumu noteiktā dzīvgriezumā. Ja tādu jēdzienu patur arī

gruntsūdens kustību izpētījot, tad ar gruntsūdens tecēšanas ātrumu būtu jāsaprot tas ātrums, ar kādu ūdens daļiņas patiešām kustas pa grunts porām un starpām, un ko, kā redzams, var arī atrast ar mēģinājumu, ievērojot zināmus noteikumus, vai ar krāsu, vai kādu ķīmisku vielu, vai elektriskā ceļā. Tomēr rodas grūtības, ja ar tādu mērīšanu tiešā ceļā grib atrast vidējo tecēšanas ātrumu, jo grunts apstākļi dzīvgriezumā ir ļoti dažādi, poru tilpums ļoti svārstīgs, arī mērīšanas paņēmieni nepilnīgi. To ievērojot, dažiem hidroloģiskiem aprēķiniem mēdz pieņemt ātrumu, ko attiecina uz visu šķērsgriezuma platību, kas tād ir šķietamais vai ideālais ātrums, un ir mazāks par īsto tecēšanas ātrumu.

Turpmāk pieturēsimies pie šādiem apzīmējumiem:

Q = ūdens daudzums, kas laika vienībā tek caur zināmu šķērsgriezumu F ,

F = caurteces šķērsgriezuma platība,

p = poru tilpums, t. i. attiecības starp tukšumu kopīgu tilpumu un visu kopīgu ūdensnesēja slāņa tilpumu zināmā tilpuma vienībā.

v_0 = patiesais ātrums, ar kādu ūdens daļiņas tek par grunts graudiņu starpām vai porām,

v = šķietamais vai ideālais ātrums, ievērojot visu grunts šķērsgriezuma platību.

Tad

$$v = p \cdot v_0 \quad (1)$$

un pēc hidrometrijas pamatlíkuma:

$$Q = F \times v = F \times p \times v_0 \quad (2)$$

Piemērs. Patiesais gruntsūdens tecēšanas ātrums atrasts 3 m par 24 st., $p = 0,3$, ūdensnesēja slāņa dziļums 8 m un šķērsgriezuma platums vai saņemšanas līnijas garums = 1 km = 1.000 m, tad

$$v = 0,3 \times \frac{3}{24 \times 60 \times 60} = 0,00000104 \text{ m/sek.}$$

un

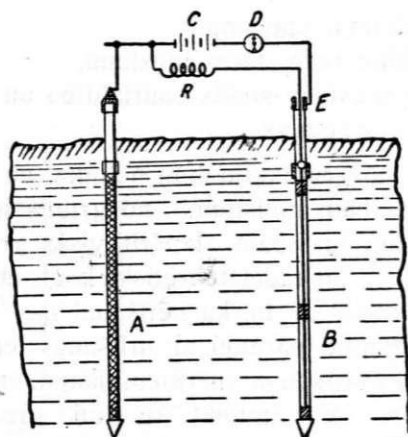
$$Q = 8 \times 1000 \times 0,00000104 \times 1000 = 83 \text{ sl.}$$

$$\text{vai } Q_{\text{st.}} = 0,3 \times 3 \times 8 \times 1000 = 7200 \text{ m}^3.$$

Īstā gruntsūdens tecēšanas ātruma izmērīšanai lietoti dažādi paņēmieni. Pēc Thiem'a metodes ietaisa attālumā 5—30 m, smalkā gruntī mazāk, 2 akas noteiktā gruntsūdens tecēšanas virzienā. Augšējā akā ielaiž kādu stipru krāsvielu, piem., fluorescinu vai urāninu, vai kādu ķīmisku vielu, kas viegli atrodama un ūdenī nezaudē savu raksturu, piem., koncentrētu vārāmās sāls šķīdumu. Apakšējā akā novēro, kad viela sāk pienākt, kad sasniedz savu maksimumu un kad izbeidzas. Parasti no laika starp vielas ielaišanu un starp tās maksimālā daudzuma

parādīšanos, secina par tecēšanas ātrumu. Tomēr ar tādu paņēmieni reti izdodas dabūt lietojamus panākumus. Gruntsūdens tecēšanas ātrums ir ļoti mazs, bieži tikai 1 m un reti kad vairāk par 5 m 24 stundās, un viela, sevišķi krāsu viela, var pa ceļam izzust un nenonākt līdz apakšējai akai, ja smalks grunts sastāvs.

Slichters (Am.) lietojis šādu metodi. Ietaisītas 2 akas gruntsūdens tecēšanas virzienā, bet tikai 1—2 m attālumā. Abas akas savienotas elektriski ar vadošas stieples palīdzību. Augšējās akas (A) sienas ar misiņa gredzena palīdzību pievienotas vadam. Apakšējā akā (B) ielikts elektrods, kas izolēts no akas sienas ar gumijas gredzenu. Starp abām akām iebūvēta nozarojumā no vada baterija (C) un amperometrs (D), kas savienots ar apakšējās akas sienu un ar iekšējo elektrodu apakšējā akā (B). Augšējā akā ielej stipru chlōramonjaku (salmiaka) šķīdumu un atzīmē laiku. Ar chlōramonjaku sajaukts ūdens vada elektrību labāk, un novērojot pēc ampermetra laiku, kad tāds ūdens pienāk apak-



40. zīm. Slichtera gruntsūdens ātruma mērīšanas aparāts.

šējā akā, var noteikt laiku, cik ūdenim bija vajadzīgs noiet no vienas akas līdz otrai, tātad arī atrast meklēto tecēšanas ātrumu laika vienībā. Arī ar šo metodi var dabūt isto tecēšanas ātrumu tikai tad, ja sevišķi labvēlīgi grunts apstākļi, un tikai mērīšanas vietā.

Pareizāk isto ātrumu var noteikt no paraugu pumpēšanas rezultātiem, kā to turpmāk redzēsīm (131. l. p.).

Ar gruntsūdens kustības pētīšanu nodarbojušies daudz zinātnieku. Sevišķi varētu minēt: Darsī (Dizonā), Lueger's, Smreker's un A. Thiem's (Vācijā), Versluys (Holandē), Hazens un Slichters (Amerikā), Kings (Anglijā), Embo (Imbeaux) (Francijā), Prinz's (Vācijā) un vēl daudz citi ievērojami zinātnieki. Viņu cenšanās bijusi noskaidrot

sakarības gruntsūdens kustību iespaidotajos faktoros un atrast zināmu likumību.

Darsī likums. Daudzi pētnieki atrada, ka starp tecēšanas ātrumu un līmeņa kritumu pastāv zināmas attiecības. Šo pētnieku starpā minami vārdi: Puasels (Poisseeulle), Darsī (Darcy), Dipī (Dupuit), kas noskaidrojuši zināmu likumību minētās attiecībās. No viņiem uzstādītās attiecības parasti pazīstamas ar nosaukumu Darsī likums. Darsī savos pētījumos lietojis filtrus no nemazgātas smilts, kam dažādi graudiņu lielumi. Darsī atrada, ka:

$$Q = F \cdot v = p \cdot v_0 = k \cdot J = k \cdot \frac{h}{l} \dots \dots \dots (3)$$

tātad arī:

$$h = \frac{v \cdot l}{k} \quad (3a) \quad \text{un} \quad k = \frac{Q}{F} \cdot \frac{l}{h} \dots \dots \dots (3b)$$

Bez agrākiem apzīmējumiem vēl apzīmē:

h — augstuma atzīmju starpību,

l — zināmu garumu resp. filtru biezumu,

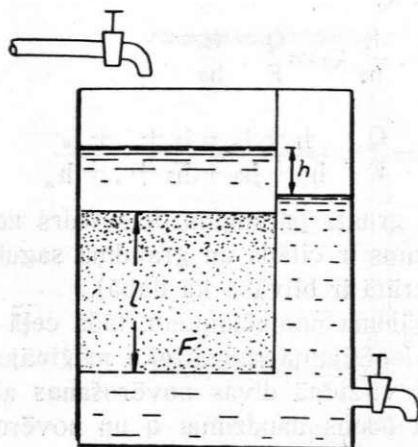
k — koef., ar ko raksturo smilts caurlaidību un smilts īpašības, t. s. caurlaides koeficients...

Koef. k atkarājas no gruntsgraudiņu lieluma, no to veida, no dažāda lieluma graudiņu attiecībām maisījumā, no grunts blīvuma un no citām sastāvdaļu mehāniskām īpašībām. Izpētīt visas grunts sastāvdaļu īpašības ir grūts uzdevums, un tādēļ teoretiski koef. noteikt nav iespējams. Vēl lielākas grūtības rodas ar to, ka pētīšanai nav pieejama pati grunts dabiskā stāvoklī un izņemti paraugi ar urbšanas ierīci jau neatbilst dabiskiem apstākļiem. Praktiskiem mērķiem jāapmierinās ar iespējamiem laboratorijas pētījumiem. Var noteikt, ka rupjā grunts ar cik iespējams vienādi lieliem graudiņiem laidīs ūdeni vieglāk cauri, nekā grunts ar dažāda lieluma graudiņiem, jo pēdējā gadījumā smalkākie graudiņi iespiešies lielāko starpā un samazinās blīvo poru tilpumu ūdens caurtecei.

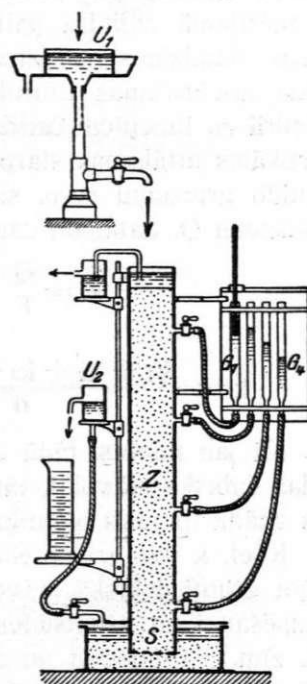
Hazens (Am.) mēģinājis atrast pie zināmas grunts to noteikto graudiņu lielumu, no kuriem sastādītais filtrs līdzinātos caurlaidības ziņā dabiska, mehāniskā sastāva grunts apstākļiem. Hazens šādu graudiņu lielumu apzīmē ar «efektīvo lielumu» (effective size) un viņu nosaka ar to sieta acu lielumu, caur kuriem iziet 10% no smilts parauga, kamēr 90% paliek sietā. Bet arī šī metode dod pareizus rezultātus tikai zināmās robežās, kad smilšu graudiņi ir puslīdz vienāda lieluma. Lai to raksturotu, Hazens ievēd vēl jēdzienu: vienlīdzības koeficients. To dabū ar tāda sieta palīdzību, caur kuru iziet 60% no izmeklējamā parauga un 40% paliek uz sieta. Tāda sieta acu lielumu

dalot ar efektīvo lielumu, dabū vienlīdzības koef. Ja, piem., no zināma grunts parauga 60% ir smalkāki par 0,6 mm un 10% par 0,2 mm, tad vienlīdzības koef. ir $\frac{0,6}{0,2} = 3$. Pēc Hazena efektīvā lieluma noteikšana dod praktiski lietojamus norādījumus, ja vienlīdzības koef. nav lielāks par 5. Ar šādu paņēmiena dota vismaz iespēja salīdzināt dažādus smilšu paraugus par to caurlaidību.

Koef. k noteikšanai laboratorijā noder jau minētā formula $k = \frac{Q}{F} \cdot \frac{1}{h}$. Ietaisies princips redzams no 41. zīm. Kastē iedalītas 2 nodaļas. Vienā, ar caurumainu dibenu, noteiktas laukuma platības (F), ieber pētījamo



41. zīm. Ideālistiskā ātruma noteikšana.



42. zīm.

Ietaise koef. K — noteikšanai.

materiālu l augstumā (parasti ap 1 m). Uz šādu filtru uzlaiž ūdeni tā, lai ūdens pār filtru stāvētu nemainītā līmenī, ko panāk attiecīgi rēgulējot kā ūdens pieteci, tā izteci. Attiecīgi no grunts īpašībām zināmā ūdens daudzuma Q caurtecei atbilst spiediena zaudējums h. Tātad:

$$J = \frac{h}{l} \text{ un } k = \frac{1 \cdot Q}{h \cdot F} \dots \dots (4)$$

Ērtākam laboratorijas darbam konstruēti pie šī principa pieturoties dažādi aparāti. Pēc P r i n z'a (42. zīm.) šāds aparāts sastāv no vertikāli

uzstādīta cilindra ar sieta noslēgumu apakšā. (Līdzīgs aparāts lietots arī Rīgā universitātes inženieru zinātņu laboratorijā.) Cilindra augstumā vienādos attālumos, piem., 0,25 m, ietaisīti izlaidņi ar aizgriezamiem. Pie izlaidņiem pievienotas, parasti ar lokanu (gumijas) cauruli, vertikālas stikla caurulītes ūdens līmeņa vērošanai. Cilindrā iepilda izmeklējamu smilti, parasti 1 m augstumā. Ūdeni ielaiž cilindrā no atsevišķa trauka (u_1), pie kam pastāvīga ūdens līmeņa uzturēšanai ietaisīta pārgāze.

Caur filtru izgājušo ūdeni uztver traukā, kas uzstādīts tādā augstumā, lai, zināmam ūdens daudzumam caurtekot caur filtru, uztveršanas traukā būtu pastāvīgs ūdens līmenis, kas atbilstu caurteces pretestībām. No pēdējā trauka, pie pastāvīga ūdens līmeņa, iztecējušo ūdeni izmēri ar mērijamā cilindra palīdzību, pie tam novērojot laiku, kurā zināms ūdens daudzums ir iztecējis. Bez tam novēro arī ūdens līmeņus stikla novērošanas caurulītēs un atzīmē starpību starp ūdens līmeni cilindrā un līmeņiem caurulītēs, apzīmējot tos ar $h_1, h_2, h_3 \dots$. Apzīmējot vertikālos attālumus starp izlaidņiem ar $l_1, l_2, l_3 \dots$, zinot cilindra horizontālo griezumu resp. sieta laukumu F , pietekošo — notekošo ūdens daudzumu Q , dabūjam caurteces koef. k :

$$k_1 = \frac{Q}{F} \cdot \frac{l_1}{h_1}, k_2 = \frac{Q}{F} \cdot \frac{l_2}{h_2}, k_3 = \frac{Q}{F} \cdot \frac{l_3}{h_3}$$

un

$$k = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n}{n} = \frac{Q}{F} \cdot \frac{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}{h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n}$$

Kā jau minēts, tādā ceļā dabū k grunts paraugam, kas vairs neatrodas dabiskā stāvoklī, tātad arī blīvums ir citāds un graudiņu sagulšanās citāda (parasti parauga grunts aparātā ir blīvāka kā dabā).

Koef. k var arī noteikt pie mēģinājuma pumpējumiem, tādā ceļā atstājot grunti dabiskā stāvoklī. Ierīko izpētījamā rajonā aku mēģinājuma pumpēšanai un gruntsūdens tecēšanas virzienā divas novērošanas akas (43. zīm.). Pumpējot no akas zināmu ūdens daudzumu q un novērojot akās ūdens līmeņus, dabū k ar formulu:

$$k = \frac{q (\ln l_2 - \ln l_1)}{\pi (h_2 + h_1) \cdot (h_2 - h_1)} \text{ pie brīva ūdens līmeņa}$$

un

$$k = \frac{q (\ln l_2 - \ln l_1)}{2 \pi \cdot \alpha (s_1 - s_2)} \text{ pie spiesta ūdenslīmeņa.}$$

Grunts apstākļi ir ļoti mainīgi, un tādēļ jānosaka vairāk vietās.

Tuvāk šis jautājums iztirzāts turpmāk (126. l. p.).

Piemēram, no dažādiem pētījumiem atrasti šādi k lielumi (pēc Ģenijeva):

smilts, smalka	0,25 mm, k = 0,00025
„ vidēja	1 „ k = 0,00088
smalki oļi	2,0—4,0 „ k = 0,00300
vidēji oļi	4,0—7,0 „ k = 0,005.

Dziļākos urbumos gruntsīpašības dažādos slāņos var būt dažādas, tad

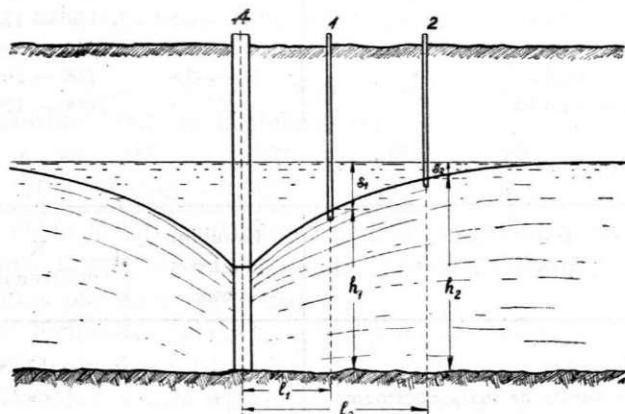
$$K \text{ vid.} = \frac{\sum K_x \cdot h_x}{\sum h_x}$$

Piemērs:

Viss dziļums	h = 25
1. slānis: $K_1 = 0,1$ m/d	$h_1 = 2$
2. „ $K_2 = 0,2$ m/d	$h_2 = 3$
3. „ $K_3 = 0,15$ m/d	$h_3 = 15$
4. „ $K_4 = 0,25$ m/d	$h_4 = 5$

Tad vidējs filtrācijas koef. būs:

$$K_{\text{vid}} = \frac{0,1 \times 2 + 0,2 \times 3 + 0,15 \times 15 + 0,25 \times 5}{2 + 3 + 15 + 5} = 0,172 \text{ m/d.}$$



A - pumpju aka.
1 un 2 - novērošanas akas.

43. zīm. Pieteces likne akai.

Pēc Maņkovska datiem smalka un ļoti smalka smilts no upju Volgas un Okas terasēm ap Gorkijas pilsētu (laboratoriju mēģinājumi, ar ūdens pumpēšanu) uzrāda:

$$K = 1.2 \text{ līdz } 27,6 \text{ m/d.} = 0,000014 \text{—} 0,0003 \text{ m/sk.}, J = 0,012, v = 0,96 \text{ m/d.}$$

Darsī likums nav lietojams visos gadījumos. Ar lielu noteiktību tas lietojams, ja mazi kritumi, tātad maziem ātrumiem. Pēc Prinz'a lietošanas robeža ir pie gruntsūdens kritumiem no 1 : 100 līdz 1 : 3.000. Parastie gruntsūdens nesēji atrodas šādās robežās, un tādēļ Darsī likums

lietojams. Pie rupjas smilts un lielākiem kritumiem, tātad arī lieliem ātrumiem, spiedzaudējumi vairs nav proporcionāli ātruma pirmai potencei,

$$\left(h = \frac{v^1 \cdot l}{k} \right),$$

bet pieaug ar ātruma augstākām potencēm ($V > 1$). To arī pats Darsī savā laikā ir uzsvēris. Tomēr lielākā praktisko gadījumu daļā Darsī likums ir lietojams.

6. tabulā.

Filtrācijas koef. k.

Pēc Slichtera pie $p = 0,32$ un $t^0 = 10^0\text{C}$.

Grunts raksturs	Darbojošais smilšu graudiņu lielums mm	K m/diennaktī
Smilts, ļoti smalka	0,05 — 0,25	1,25 — 30
„ smalka	0,25 — 0,5	30 — 125
„ vidēja	0,5 — 1,0	125 — 500
„ rupja	1,0 — 2,0	500 — 2000
Grants, smalka	2,5	2000 — 12500

Pēc Prinz'a:

Grunts raksturs	Graudiņu diametrs mm	K m/diennaktī
Kāpu smilts	—	17,28
Kāpu smilts ar māla pazīmēm	—	69,12
Upes smilts	0,1 — 0,3	216,00
„ „	0,1 — 0,8	760,32
Filtrēta smilts	2,0 — 4,0	2562
Rupja grants	4,0 — 7,0	3032,64

Smreker'a likums¹⁾. Pēc Smreker'a atrisinājumiem koef. k Darsī likumā nav konstatēts, bet ir patiesā ātruma v_0 , ar kuru ūdens tek pa grunts starpām, funkcija. Ja gruntsūdens kustas ar ātrumu v_0 , tad pēc Smreker'a kustības pretestības pārvarēšanai ceļā l vajadzīgais spiediena augstums h ir proporcionāls ātruma augstumam $\frac{v_0^2}{2g}$, noietam ce-

¹⁾ Smreker'a likums nav ieguvis plašāku lietošanu, un tādēļ te tuvāki nav apskatīts, bet ir atrodams grāmatas 1. izdevumā.

lam l un koef. c , atkarīgs no ūdensnesēju slāņa rakstura un no ātruma v_0 . Tātad:

$$h = c \cdot \frac{v_0^2}{2g} \cdot l \dots \dots \dots (5)$$

Gruntsūdens kustības atkarība no temperatūras. Gruntsūdens kustības pētījumā zināmā mērā jāievēro arī ūdens temperatūras svārstības, ja tādas vispārīgi paredzamas. Parasti gruntsūdenim temperatūras svārstības nav lielas, un tās var arī atstāt bez ievēribas. Bet tā kā ūdens valganība (viskositāte) atkarīga no temperatūras, tad ar temperatūras svārstībām svārstās arī grunts caurlaidība resp. ātrums, kas jāievēro pie ūdeņiem, kas nāk no liela zemes dziļuma. Luedeksa un Slichtera pētījumu pamata devis formulu:

$$v = \frac{q}{F} = 10,219 \cdot \frac{h \cdot d^2}{l \cdot k_2 \cdot m} \dots \dots (17)$$

kur bez jau zināmiem apzīmējumiem vēl apzīmē:

d — graudiņu lielumu — cm,

q, F, h, l — $\text{cm}^3/\text{sek. cm}^2, \text{cm}$,

k_2 — koef. atkarīgs no poru tilpuma, un ir:

$p = 26$	30	35	40	45%
$k_2 = 84,3$	$53,5$	$31,6$	$20,3$	$13,7$

m — valganības koef. un tā lielums ir:

$t = 5^\circ$	10°	15°	20°C
$m = 0,0152$	$0,0131$	$0,0114$	$0,0101$

Redzamā veidā atkarība attēlota Luedeka diagrammā (44. zīm.).

Kā redzams, temperatūrai, pieņemtai no 10°C līdz 20°C , caurteces vairums palielinās par 26% (112—86).

Uz minētās formulas pamata Lee (Am.) izrēķinājis šādus gruntsūdens ātrumus, pie 10°C un $J = 0,01$:

smalka smilts	0,2 mm	—	16 m	gadā
vidēja	„ 0,4	„	65	„ „
rupja	„ 0,8	„	250	„ „
smalki oļi	2	„	1.620	„ „

Hazena formula. Hazens ir Masačusetas valsts pētījumu stacijā, Laurenses pilsētā, daudz nodarbojies ar gruntsūdens caurlaides pētīšanu, un, ja neievēro temperatūras iespaidu uz tecēšanas noteikumiem, tad Hazena formula ir:

$$v = k \cdot d^2 \cdot J \dots \dots \dots (18)$$

kurā apzīmē:

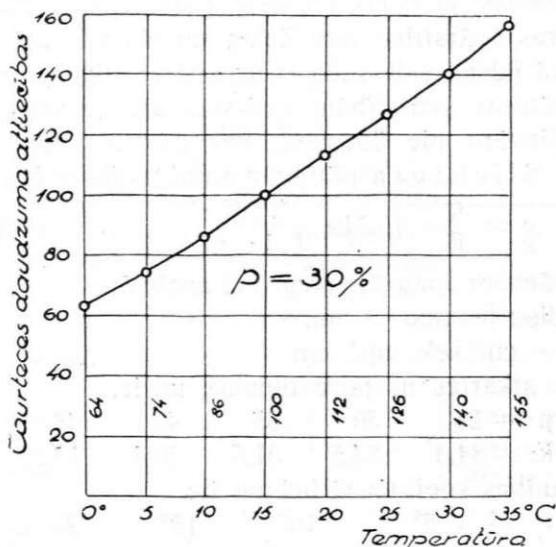
v — ātrumu — m/24 st.

d — smilšu graudiņu efektīvo lielumu — mm —, par kuru 10% ir smalkāki un 90% rupjāki.

$J = \frac{h}{l}$ — gruntsūdens līmeņa kritums.

k = koef., atkarīgs no grunts īpašībām.

Kas attiecas uz k lielumu, tad tas svārstās robežās no 400 (smalka smiltis) līdz 1.200 (pie $d = 3$ mm). Ja d lielāks par 3 mm, formula nav lietojama.



44. zīm. Temperatūras iespaids uz caurteces daudzumu.

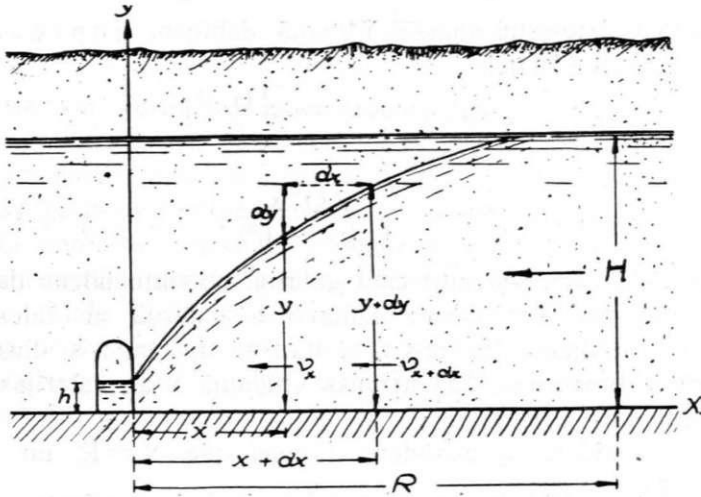
13. Grunts pieteces noteikumi savākšanas ietaisēm.

Centrālajam ūdenim apgādei gruntsūdeni savāc 1) ar horizontālām ietaisēm: galerijām, kanāļiem, caurumainām caurulēm un drenām, 2) vai ar vertikālām ietaisēm, akām.

1. **Horizontālās ieņemšanas ietaises.** Ja ūdens savākšanai ūdensnesējā ietaisa galeriju ar caurumainām ietece sienām un ūdeni novada pa galeriju uz krātuvi, tad gruntsūdens tecēs uz galerijas pusi līknes veidīgi (45. zīm.). Šo līkni sauc par depresijas līkni. Ar galeriju var saņemt tik daudz gruntsūdens, cik nesējā ir liela pietece. Ja no nesēja ņemtu vairāk ūdens nekā tajā sarodas, tad ar laiku pieteces laukā pazeminātos līmenis un pieteces daudzums samazinātos. To ievērojot, nedrīkst ar galerijām vai akām no nesēja izsmelt vairāk ūdens, nekā tas dabiskā vai mākslīgā ceļā var papildināties. Pieteces apstākļus pašai galerijai apskatīsim ievērojot vienkāršo gadījumu, kad ūdensnesēja materiāls ir vienmērīgs, guļ uz ūdensblīva slāņa ar horizontālu virsu

un gruntsūdens līmenis, kamēr nav no tā ūdens ņemts, ir horizontāls. Pie tādiem pieņēmumiem pieteci varam raksturot ar jau pazīstamiem noteikumiem. Attālumā x (45. zīm.) no galerijas ieteces sienas, ūdens dziļums ir y un ieteces dzīvgriezums uz zināma galerijas garuma L ir:

$$F = L \cdot y \dots \dots \dots (19)$$



45. zīm. Pietece savākšanas galerijai.

Ieteces ātrums v šai dzīvgriezumā, attiecinot uz pilnu šķērsgrīzumu (ieskaitot materiālu un poras), t. s. ideālais ātrums ir:

$$v_x = \frac{Q}{L \cdot y} \dots \dots \dots (20)$$

Pieteci pieņemsim no vienas puses. Ja pietece būtu iespējama no abām pusēm, tad tikai pieteces daudzums būtu jāņem divkārtšs. Apzīmējumu mēri: v — m/sek., L , x , un y — m un Q — m³/sek. Atrisinājumā izlietosim Darsī likumu, kas parastos grunts apstākļos pilnīgi vietā. Tad

$$v_x = k \cdot J = k \cdot \frac{dy}{dx} \dots \dots \dots (21)$$

No abām v_x izteiksmēm dabūjam nolīdzinājumu

$$\frac{Q}{L \cdot y} = k \cdot \frac{dy}{dx} \dots \dots \dots (22)$$

vai

$$y dx = \frac{Q}{L \cdot k} \cdot dx$$

Nolidzinājumu integrējot dabūjam:

$$\frac{y^2}{2} + C = \frac{Q}{L \cdot k} \cdot x \quad (23)$$

Konstantes C noteikšanai ņemam $x = 0$ un $y = h$, tad ir

$$\frac{h^2}{2} + C = 0 \text{ un } C = -\frac{h^2}{2}$$

Ieņemot C izteiksmi augšējā formulā, dabūjam depresijas līknes nolīdzinājumu:

$$(I) \quad y^2 = h^2 + \frac{2Q}{L \cdot k} \cdot x$$

un

$$k = \frac{2Q \cdot x}{L(y^2 - h^2)} \quad (24)$$

Tātad tādā ceļā, saņemot caur galeriju noteiktu ūdens daudzumu Q un novērojot pie tam ūdens dziļumu h galerijā un ūdens dziļumu $y = H - s$ (s ir līmeņa dziļums zem statiskā līmeņa, t. s. dinamiskais līmenis) novērošanas akā, kas atrodas attālumā x no galerijas, atrodams grunts caurlaides koef. k.

Uz neiespaidota gruntsūdens līmeņa pie $x = R$ un $y = H$, ir $H^2 - h^2 = \frac{2Q}{L \cdot k} \cdot R$ (pēc formulas I) un ja k ir novērots un H un R atrasti, pirmais ar urbumu un otrs ar novērošanu sevišķās novērošanas akās pie zināma ūdens daudzuma ieteces apstākļiem, tad varam šādu daudzumu raksturot ar

$$Q = \frac{L \cdot k \cdot (H^2 - h^2)}{2R} \quad (25)$$

Formula dota pie noteikuma, ka galerijas sienas neizrāda pretestību ūdens caurtecei. Ja tāda pretestība atrasta, tad tā ievērojama, palielinot h ar pretestības augstumu. Pretestības lielumu var noteikt, ietaisot novērošanas aku pie pašas ieteces sienas, tad līmeņa starpība galerijā un novērošanas akā raksturo pretestības augstumu.

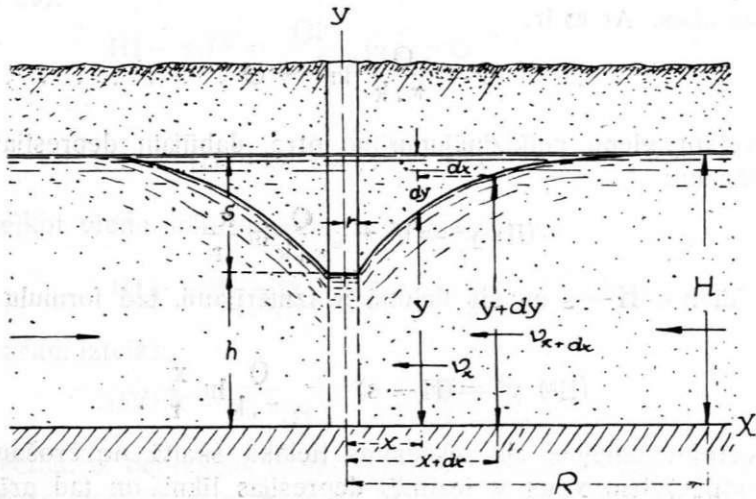
Ja galerijas apakša neguļ uz ūdeni caurlaidīga slāņa un ūdens var ietecēt arī no apakšas, vai slāņa virsa nav horizontāla, tad ieteces apstākļi gan ir sarežģītāki, bet arī to matēmatiskam raksturojumam neceļas grūtības, ja aprēķina gājienu ietur tādu pašu kā vienkāršā piemērā.

Līdz ar depresijas līknes noliekšanos uz galerijas pusi samazinās pieteces dzīvgriezuma platība, un ar dziļuma y samazināšanos palielinās caurteces ātrums v. Vislielākais ātrums tātad ir pie ieteces galerijā, un ieteces caurumiem vajag būt tā iekārtotiem, lai ūdens neieskalotu smilti, tātad pie lielāka ātruma nekā pieļaujams, būtu caurumi jāaizsarga ar filtrtīklu vai filtrmateriālu. Tas ir vajadzīgs, ja ieteces īstais (ne ide-

ālais) ātrums būtu lielāks par 0,5 mm/sek. pie smalkas smilts, vai 1—4 mm/sek. pie vidējas un rupjas smilts. Arī caurumu skaits un to kopplatība jāaprēķina tā, lai nerastos lielāks ietece ātrums par pieļaujamo. Ja pieļaujam zināmu ietece ātrumu v , ietece daudzums Q ir zināms, ietece cauruma šķērsriezumu pieņemam f , tad caurumu skaits n uz 1 m galerijas garuma būtu, ja visas galerijas garums L :

$$n = \frac{Q}{v \cdot f \cdot L} \dots \dots \dots (26)$$

2. Akas vai vertikālas ieņemšanas ietaises. Ja no akas pumpē ūdeni, tad tā līmenis akā pazeminās (dinamiskais līmenis). Līdz ar to pazeminās arī apkārt akai gruntsūdens līmenis no visām pusēm, un izveidojas ap aku piltuves veidīgs rotācijas ķermenis, kas vairs nesatur ūdeni. Šo apstākļu analītiskai apskatei ņemsim kā pirmāk piemēru, kad visi līmeņi ir horizontāli, grunts ir vienmērīga un ietece arī visapkārt akai vienlīdzīga. Tādā gadījumā ietece līmeņa virsma būs piltuves virsai līdzīga, un, nosaucot piltuves virsas par depresijas virsām, griezumā dabūsim līkni, depresijas līkni, kuņas nolīdzinājumu atvasina ar jau pazīstamiem apstākļiem, ņemot par pamatu Darsī



46. zīm. Pietece akai.

(Darcy) likumu, kas praktiskiem mērķiem pietiekami labi atbilst. Apzīmējot ar F_x ietece dzīvgriezuma laukumu attālumā x no akas centrālās līnijas (46. zīm.), dabūjam tā lielumu:

$$F_x = \pi \cdot 2 \cdot x \cdot y \dots \dots \dots (27)$$

Tātad ieteces ātrums ir:

$$v_x = \frac{Q}{2\pi \cdot x \cdot y} \cdot \dots \dots \dots (28)$$

Tā kā pēc Darsī v ir arī $= k \cdot J = k \frac{dy}{dx}$, tad varam rakstīt nolīdzinājumu:

$$\frac{k \cdot dy}{dx} = \frac{Q}{\pi \cdot 2 \cdot x \cdot y}$$

vai

$$y dy = \frac{Q}{2\pi \cdot k} \cdot \frac{dx}{x}$$

Integrējot, dabūjam:

$$\frac{y^2}{2} = \frac{Q}{\pi \cdot 2k} \ln x + C$$

vai

$$y^2 = \frac{Q}{\pi \cdot k} \ln r + C \dots \dots \dots (29)$$

Konstanti C atrisinām no $x = r$ un $y = h$, t. i. no ieteces apstākļiem pie pašas akas. Ar to ir:

$$h^2 = \frac{Q}{\pi \cdot k} \ln r + C \dots \dots \dots (30)$$

Novelkot vienu nolīdzinājumu no otra, dabūjam depresijas līknes nolīdzinājumu:

$$(II) y^2 = h^2 + \frac{Q}{\pi \cdot k} \ln \frac{x}{r}$$

Tā kā $h = H - s$ un šie lielumi ir izmērījami, tad formulu var arī rakstīt:

$$(IIa) y^2 = (H - s)^2 + \frac{Q}{\pi \cdot k} \ln \frac{x}{r}$$

Novērojot līmeņus cik iespējams lielākā skaitā novērošanas aku, var no attiecīgiem x un y iezīmēt depresijas līkni, un tad arī noteikt attālumu, pie kura depresijas līknes pacēlas tangentiāli līdz pirmējam gruntsūdens līmenim. Teorētiski attālums $R = \infty$ (bezgalīgi tāls), bet praktiski apmierinās ar tuvināšanos, kad y jau tuvojas tam ūdens dziļumam H , kāds bija priekš pumpēšanas. Pie rupjas smilts tāds R var būt līdz 1.000 m un vairāk, pie smalkas turpretim var būt tikai 300—500 un vēl mazāk, atkarīgi no smilts rupjuma. Ņemsim:

$$x = R \text{ un } y = H.$$

Formulu II tad varam izteikt šādā veidā:

$$(III) Q = \pi \cdot k \cdot \frac{H^2 - h^2}{\ln \frac{R}{r}} = \pi \cdot k \cdot \frac{H^2 - (H - s)^2}{\ln \frac{R}{r}} = \\ = \pi \cdot k \cdot \frac{(2H - s) \cdot s}{\ln \frac{R}{r}} = \pi \cdot k \cdot \frac{(2H - s) s}{\ln R - \ln r}$$

Ar Brigga logaritmu sistēmu (ar koef. 2,3) formulu var tā rakstīt:

$$Q = 1,37 \cdot k \frac{H^2 - h^2}{\lg R - \lg r} = 1,37 \cdot k \cdot \frac{(2H - s) s}{\lg R - \lg r}$$

Ja pie zināma nopumpēšanas lieluma Q un akas radija r ar novērošanu atrasti H , s , R , tad var aprēķināt caurlaides koef. k :

$$k = \frac{Q (\lg R - \lg r)}{1,37 (2H - s) \cdot s} \dots \dots \dots (31)$$

Koef. k var atrast arī citādā ceļā. Pumpējot no tās pašas akas vienreiz ūdens daudzumu Q_1 un pazeminot līmeni par s_1 , un otrreiz Q_2 ar s_2 , tad ņemot $x = r$ un $y = H - s$, varam sastādīt 2 nolīdzinājumus (pēc formulas 29):

$$(H - s_1)^2 = \frac{Q_1}{\pi \cdot k} \cdot \ln r + C$$

un

$$(H - s_2)^2 = \frac{Q_2}{\pi \cdot k} \cdot \ln r + C$$

Novelkot vienu nolīdzinājumu no otra, dabūjam:

$$(H - s_1)^2 - (H - s_2)^2 = \frac{Q_1 - Q_2}{\pi \cdot k} \cdot \ln r$$

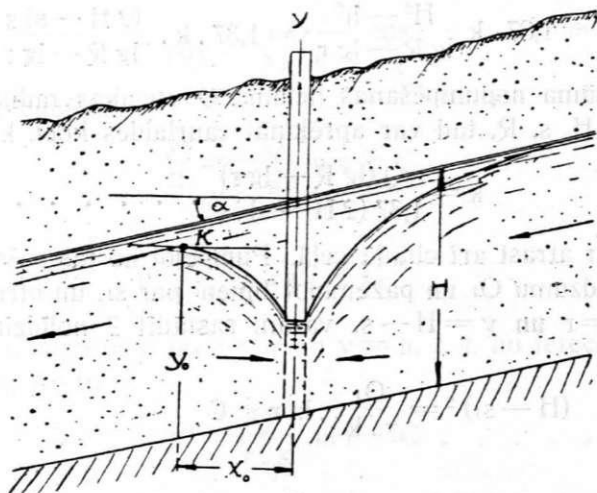
un tad varam izteikt:

$$(IV) k = \frac{Q_1 - Q_2}{\pi \cdot (H - s_1)^2 - (H - s_2)^2} \cdot \ln r.$$

Attiecībā uz depresijas liknes formulu varam novērot, ka uz liknes veidu stiprs iespaids h resp. s un Q , tātad nopumpējamais daudzums zināmā mērā proporcionāls nopumpēšanas dziļumam. Tālāk varam novērot, ka ar mazu Q maiņu mainās ļoti lielā mērā r lielums, tātad pie tā paša s vai h var lielāku ūdens daudzumu saņemt tikai no tādas akas, kurās lielums ievērojami palielinājies. Turpretim tam pašam Q lielākā akā būs mazāks līmeņa kritums s , un paliks lielāks h , t. i. ieteces laukums būs lielāks, un līdz ar to ieteces ātrums būs mazāks. No tā var secināt, ka akas lielums tomēr jāpieskaņo nopumpēšanas dziļumam un ūdens

daudzumam. Pie liela ieteces ātruma (maza diametra akā) var tikt līdzrautas smiltis, un, lai no tā aku izsargātu, būtu jāapaliek aka ar dārgu filtru.

Gruntsūdens līmenis varētu būt horizontāls tikai gruntsūdens rezervuārā. Parasti akas gan būs ietaisītas tekošā gruntsūdenī, un tad līmenis ir ar kritumu (49. zīm.), un visas ūdens daļiņas atrodas kustībā ar zināmu kustības ātrumu. Gargriezumā, tecēšanas virzienā (47. zīm.), var izšķirt vienu virsējo un vienu apakšējo ieteces vai depre-

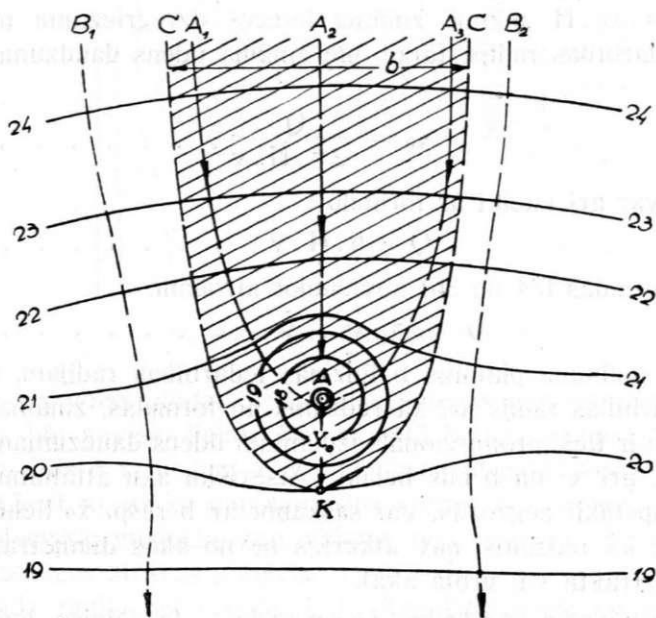


47. zīm. Aka tekošā gruntsūdenī.

sijas liknes griezumā. Virsējā griezumā ūdens ieteci akā iespaido kā dabiskais gruntsūdens ātrums, tā arī tas ātrums, ar kādu ūdens ietek akā, kamēr apakšējā griezumā ap aku ūdens tecēšanu iespaido ietece akā un dabiskais tecēšanas ātrums iedarbojas pretējā virzienā.

Pirmā gadījumā depresijas līkne paceļas un asimptotiski tuvojas dabiskam gruntsūdens līmenim. Turpretim apakšējā daļā sākumā, kamēr ieteces ātrums ir lielāks par dabisko gruntsūdens tecēšanas ātrumu, depresijas līkne pacelsies, bet zināmā attālumā no akas ieteces ātrums pamazām izzūd, un tālāk tecēšanu iespaido dabiskais ātrums un depresijas līkne krīt. Šai pārejas punktā (K) ūdens daļiņas ir līdzsvara stāvoklī un atrodas uz ūdens šķirtnes starp akas ieteces iespaida joslu un tālāk aiztekošo gruntsūdens strāvu. Šo punktu (K, ko atrod ievēlot horizontālu tangenti pie depresijas līknes) nosauc par kulminācijas punktu, un viss ūdens, kas atrodas lepus kulminācijas, neietek akā, tātad iet akai zudumā. Kulminācijas punkta attālumu no akas (x_0)

atrod no novērošanas aku datiem, vislabāk iezīmējot plānā attiecīgas izohipses (48. zīm). Akas tuvumā, ūdens izpumpēšanas iespaidā, izohipses novirzās no sava iepriekšējā stāvokļa, bet tomēr aka iespaido gruntsūdens pieteci tikai līdz zināmā robežai. Tā, piem., var novērot, ka dažas ūdens daļiņas (A_1, A_2, A_3) ietek akā, kamēr citas (B_1, B_2) aiztek gaļām. Tātad ir zināma robeža (CC), līdz kurai izplešas aka iespaids uz gruntsūdens ieteci, un ārpus tās gan gruntsūdens tecēšanas virziens akas ieņemšanas joslas iespaidā var novirzīties zināmā mērā no iepriekšējā (arī līdz zināmāi iespaidu robežai), bet tā daudzums aiztek akai



48. zīm. Ieteces akā, robeža un platums l akā.

gaļām neiespaidots. Šo robežu, kas nogriež uz aku tekošo gruntsūdens straumi, nosauc par ieteces robežu, un no tās ierobežoto laukumu par ieteces vai ieņemšanas joslu. Ieteces robežu var plānā iezīmēt pēc tam, kad iezīmētas izohipses, kas izveidojas, pumpējot no akas noteiktu ūdens daudzumu. Atrodot tad atbilstošu kulminācijas punktu (K), velk līnijas perpendikulāri uz izohipsēm abās pusēs no akas (48. zīm.). Attālums starp robežas galiem jau neiespaidoto izohipsu rajonā nosaka ieņemšanas joslas platumu b . Zinot ūdensnesēja slāņa dziļumu H šai vietā, dabūjam ieteces laukuma dzīvgriezumu:

$$F = b \cdot H \dots \dots \dots (32)$$

Ja atbilstošo nopumpēto ūdens daudzumu apzīmējam ar Q , tad no dzīvgriezuma platības vienības iegūto ūdens daudzumu q atrodam:

$$q = \frac{Q}{b \cdot H} \dots \dots \dots (33)$$

To var nosaukt par vienības ieteci (pēc Thiem'a).

Ieteces laukuma platumu b var aprēķināt (pēc Smreker'a) uz sekojošas kalkulācijas pamata. Zinot nopumpētam Q atbilstošu kulminācijas attālumu x_0 no akas, varam izteikt:

$$Q = 2 \cdot \pi \cdot x_0 \cdot H \cdot v \dots \dots \dots (34)$$

Attālumu x_0 (pēc Smreker'a) nosauc par iedarbības rādiju. Formula $2 \pi \cdot x_0 \cdot H$ apzīmē zināmu ieteces dzīvgriezumu un v ideālo ātrumu. Iedarbības rādijs, tātad, pie zināma ūdens daudzuma Q izpumpēšanas ir:

$$x_0 = \frac{Q}{2 \pi \cdot H \cdot v} \dots \dots \dots (35)$$

Bet Q var arī izteikt ar formulu:

$$Q = b \cdot H \cdot v \dots \dots \dots (36)$$

Abas formulas (34 un 36) apvienojot atrodam:

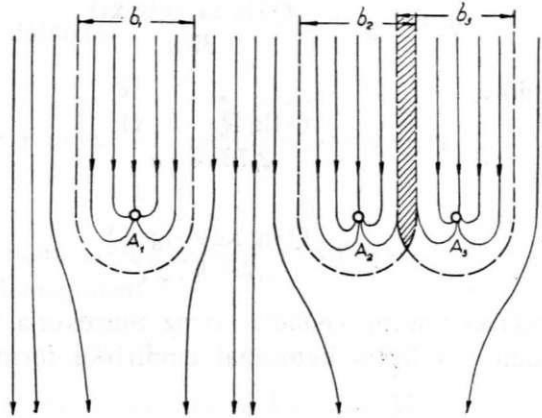
$$b = 2 \pi \cdot x_0 \dots \dots \dots (37)$$

t. i. ieteces laukumu platums b līdzinās iedarbības rādim, pavairotam ar 2π . Iedarbības rādijs x_0 , kā redzams no formulas, zināmam izpētījamam laukam ir tieši proporcionāls izņemtam ūdens daudzumam Q . Tātad palielinot Q , arī x_0 un b būs lielāki. Atsevišķu aku attālumu, ja grunts un ieteces apstākļi negrozās, var saskaņot ar b resp. x_0 lielumu. Iedarbības rādijs, kā redzams, nav atkarīgs ne no akas diametra, ne no tās būves veida (rakta vai urbta aka).

Aku savstarpējais iespaids. Ja ietaisa lielāku skaitu aku vienā un tai pašā gruntsūdens straumē, tad to savstarpīgs attālums jānoskaidro saskaņā ar nupat minētiem norādījumiem. Ja akas atrodas par tuvu viena no otras (A_2 un A_3 49. zīm.), tad tās iespaidos savstarpīgas ūdens pieteces, t. i., viena atvilks otrai zināmu pieteces daudzumu. Otrādi, ja akas ir tālu viena no otras (A_1 un A_2), tad aiztecēs gaŗām neizmantots ūdens daudzums. Ja nav saņemts viss gruntsūdens, tad gaŗām akām vai zem akām aiztecējušais, ja akas nav ietaisītas līdz ūdensblīvam slānim, tecēs tālāk leļpus kulminācijas, bet tā daudzums būs mazāks par tik, cik no akas izpumpēts. Leļpus kulminācijas gan gruntsūdens līmenis būs ar tādu pašu kritumu, kāds tam bija līdz aku ietaisīšanas laīkam, bet dziļums būs mazāks, tātad jaunais līmenis gan būs paralēls agrākam, bet tas atradīsies dziļāk zemē. Visu pietecējušo gruntsūdeni saņemt akās nav iespējams, sevišķi ievērojot gruntsūdens daudzuma svārstības. Akas

jāiekārto vismazākam daudzumam, tātad pie lielākas pieteces akas nešaņems visu ūdeni.

Attālums starp akām vispārīgi atkarajas no aku izmantotās gruntsūdens devas un no hidroģeoloģiskiem apstākļiem, un parasti to pieņem no 50 līdz 250 m, bet atsevišķos gadījumos attālumu samazina līdz 10 m (pilnīgākai apakšzemes pieteces izmantošanai) vai palielina



49. zīm. Aku savstarpējs iespaids.

līdz 1 km (ja vēlas pilnīgi droši izslēgt vienas akas iespaidu uz otru, ja tas varētu būt sevišķi liels). Pie parastā līmeņa pazemināšanas ar nopumpēšanu līdz 5 m pieļauj aku savstarpēji iespaidojoša līmeņa pazemināšanos 0,5—1 m, ar ko gan samazina katras akas dēbetu par 10—20%. No saimnieciskā viedokļa gan vēlams pēc iespējas pilnīgāki izmantot visu gruntsūdens strāvas pieteci.

Iespaida radijā noteikšanai I. P. Kusakins ieteic empīrisku formulu

$$R = 575 \cdot s \cdot \sqrt{H \cdot k}$$

kur H — ūdensnesēja slāņa biezums — m,

s — nopumpēšanas dziļums — m,

k — filtrācijas koef. m/sek.

Labāk tomēr ir R atrast ar izmēģinājumu nopumpējumiem.

Ieteicamas arī dažādas citas formulas aku atstatuma noteikšanai, kas tāpat kā Kusakina formula var noderēt tikai iepriekšējai kalkulācijai. Tāda ir piem., Dipī — Darsī formula:

$$\text{brīvam līmenim: } \lg R = \frac{1,37 \cdot k \cdot (H + h)s}{Q} + \lg r$$

$$\text{un spiestam ūdenim: } \lg R = \frac{2,37 \cdot k \cdot a \cdot s}{Q} + \lg r$$

Kā jau minēts, praktiski pieļauj zināmu savstarpēju līmeņu iespaidu, kuŗa lielumu var noteikt ar depresijas līknes palīdzību. Depresijas līknes formula pēc Darsī — Dipī, kā jau redzējām, ir:

$$\text{brīvam līmenim: } H^2 - y^2 = \frac{Q (\lg R - \lg x)}{1,37 k}$$

vai

$$y_2^2 - y_1^2 = \frac{Q (\lg x_2 - \lg x_1)}{1,37 k}$$

un spiestam ūdenim:

$$H - y = \frac{Q (\lg R - \lg x)}{2,73 \cdot k \cdot a}$$

vai

$$y_2 - y_1 = \frac{Q (\lg x_2 - \lg x_1)}{2,73 \cdot k \cdot a}$$

Līdzīgas formulas varētu sastādīt arī uz Smreker'a likuma pamata. S i c h a r d's uzrāda praktiskai lietošanai empīrisku formulu

$$R = 3000 s \sqrt{k}$$

Dažādas formulas dod dažādus rezultātus. Daudzreiz var izrādīties par izdevīgu akas novietot tā, kā viena otru iespaido, tomēr tas jānoskaidro ar tehniski saimnieciskiem aprēķiniem, jo attāluma samazināšana palielina gan aku skaitu, tomēr saņem vēl daļu starp akām aiztecējušā ūdens.

Ja nav izmēģinājuma datu, ieteic lietot šādu kalkulāciju: pieņemot 2 aku savstarpēju iespaidu tai vietā, kur pazemināts līmenis ir 0,5—1 m, ar ūdeni bagātos slāņos kaļķakmenī attālumu var pieņemt uz katriem 10 m³/st. ņemtā ūdens 15—100 m, bet graudainos slāņos (smiltī) 5—50 m. Ja nesējs slānis ir plānāks par 10 m, tad aku attālums jāpalielina.

3. Arteziskās akas. Arteziskām vai vispārīgi spiesta gruntsūdens akām pieteces nosacījumi ir līdzīgi tiem, ko redzējām pie akām ar brīvu gruntsūdens līmeni. Aplūkosim arī te vienkāršu gadījumu, kad spiestā gruntsūdens nesēja virsa un apakša ir horizontāla, tātad abu ūdensblīvo slāņu virsmas ir paralēlas. Tāpat arī nav ievērota pretestība pie ieteces akā. Gruntsūdens turētāja slāņa biezums a. Pieņemsim, ka ūdens statiskā stāvoklī paceļas pāri pār zemes virsu (h_s) un viss ūdens dziļums ir H (50. zīm.). Pumpējot no akas ūdeni, pēdējā līmenis nokrīt par dziļumu s un paliek artezisks kāpjaugstums $h = H - s$. Ieteces laukums attālumā x no akas ir:

$$F = 2 \pi \cdot x \cdot a \dots \dots \dots (38)$$

Ievērojot agrākos apzīmējumus un pieņemot Darsi likuma noteikumus, dabūjam

$$v_x = k \cdot \frac{dy}{dx} = \frac{Q}{2\pi \cdot x \cdot a}$$

vai

$$dy = \frac{dx}{2} \cdot \frac{Q}{2\pi \cdot a \cdot k \cdot x} \dots \dots \dots (39)$$

Integrējot dabūjam:

$$y = \frac{Q}{2\pi \cdot a \cdot k} \cdot \ln x + C \dots \dots \dots (40)$$

Ņemot $x = r$ un $y = h$, dabūjam:

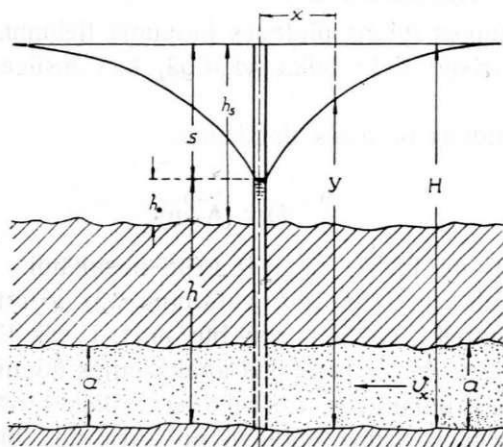
$$h = \frac{Q}{2\pi \cdot a \cdot k} \cdot \ln r + C \dots \dots \dots (41)$$

Novelkot vienu nolīdzinājumu no otra (41 no 40) dabūjam depresijas līknes nolīdzinājumus:

$$(V) y = h + \frac{Q}{2\pi \cdot a \cdot k} \cdot \ln \frac{x}{r}$$

Attālumā R no akas depresijas līkne praktiski sasniedz spiediena līmeni, t. i. $x = R$ un $y = H$. Ieliekot šos lielumus formulā, viņu pārveidojot priekš Q un ņemot $H - h = s$, dabūjam nolīdzinājumu:

$$(Va) Q = \frac{2\pi \cdot a \cdot k}{\ln \frac{R}{r}} \cdot s = \frac{2,73 \cdot a \cdot k}{\lg R - \lg r} \cdot s$$



50. zīm. Arteziska aka.

No šā nolīdzinājuma (Va) redzams, ka ūdens daudzums, ko dod arteziska aka, ir tieši proporcionāls lielumam s , t. i. nopumpēšanas dziļumam,

un atkarājas maz no akas radija. Lielumi a un k atkarīgi no dabiskiem apstākļiem un cik iespējams nosakāmi ar izmēģināšanas urbumiem un k noteikšanu.

14. Gruntsūdens daudzuma noteikšana.

Iepazīnušies ar gruntsūdens kustības noteikumiem, varam tagad pieiet pie galvenā jautājuma atrisināšanas, pie gruntsūdens daudzuma noteikšanas. Parasti jautājuma atrisināšanai, ievērojot to, ka ūdensvada ietaises maksā dārgi un ietaišu sekmes un panākumi atkarīgi no pareizas projekta pamatu datu noteikšanas, ir ļoti liela praktiska nozīme. To ievērojot nedrīkstētu piemērot sevišķu taupības principu šo datu sameklēšanai un savākšanai, tāpat arī netaupīt pūles šā mērķa sasniegšanai. Inženierim, kam šie jautājumi jānoskaidro un jāizšķir, jāapzinās, ka viņam uzlikta ļoti liela atbildība.

Ir dažādas metodes gruntsūdens daudzuma noteikšanai, ar ko var iegūt vairāk vai mazāk uzticamus rezultātus. Apsverot lietpratīgi pēc dažādām metodēm iegūtas atziņas, lietpratējam būs iespējams iegūt tādu secinājumu, kas atbilstu vislabāk tehniskām un saimnieciskām prasībām.

a) **Gruntsūdens daudzuma noteikšana no nokrišņu augstuma un nokrišņu laukuma.** Zinot nokrišņu laukuma lielumu, no kuŗa ūdens iesūcas zemē un izveido zināmu gruntsūdens straumi, un zinot nokrišņu augstumu un to daļu no nokrišņiem, kas izveido gruntsūdeni, varētu noteikt gruntsūdens daudzumu. Apzīmējam ar:

A — apakšzemes ūdens pieteces laukuma lielumu,

m — to nokrišņu daļu laika vienībā, kas iesūcas zemē un veido gruntsūdeni, un

Q — gruntsūdens pieteces daudzumu.

Tad ir:

$$Q = A \cdot m \dots \dots \dots (42)$$

Šai nolīdzinājumā kā A ., tā m ir grūti nosakāmi.

Kā jau noskaidrots iztirzājot jautājumu par gruntsūdens izcelšanos (66. l. p.), grūti noteikt, cik liels var būt m , t. i., cik liels ir tas iesūkšanās lielums, kas izveido un papildina apakšzemes ūdeni, nemaz nerunājot par to daudzumu gruntsūdens, ko ražo ar sabiezēšanās procesu. Tāpat arī noteikt pieteces laukuma lielumu, no kuŗa tiek barots gruntsūdens, prasa daudz pūļu un izdevumu. Parasti šis laukums nesaskan ar to, kāds ir virzemes sateces laukums starp zināmām ūdens šķirtnēm, jo apakšzemes ūdens šķirtnes reti saskan ar virszemes šķirtnēm. Ģeodētiski topografiskā ceļā derīgus datus iegūt nav iespējams, un vajadzīgi ļoti plaši

ģeoloģiski izpētījumi. Tātad, ja gribētu gruntsūdens daudzuma noteikšanai lietot topografiskās ūdens šķirtnes, tad varētu iegūt tikai ļoti paviršus rezultātus. Tomēr arī tādi var noderēt, lai iegūtu orientējošu ieskatu uzdotā uzdevuma plašumā.

Piemērs. Gada nokrišņu daudzums $h = 600$ m, un zemē iesūcas 0,30 no visa gada nokrišņu daudzuma, tad no 1 ha laukuma varētu uzkrāties apakšzemes ūdens:

$$m = 0,3 \cdot \frac{0,600 \times 10.000 \text{ (m}^2\text{)}}{365 \times 24 \times 60 \times 60} = 0,000057 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Ja $A = 10 \text{ km}^2 = 1.000 \text{ ha}$ (piem., 5 km plats un 2 km garš), tad varētu sagaidīt gruntsūdens daudzumu no 1 km laukuma platuma:

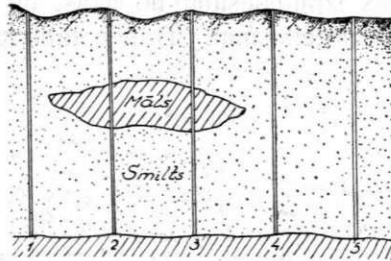
$$Q = \frac{1.000 \times 0,000057}{5} = 0,0114 \text{ m}^3/\text{sek.} = 11,4 \text{ sl.}$$

b) **Metode ar ātruma tiešu izmērišanu (97. l. p.) un ar poru tilpuma novērtēšanu** arī nedod pilnīgi drošus rezultātus, jo ātrums atkarīgs no poru tilpuma un ļoti svārstīgs, jo vienādus grunts apstākļus grūti sagaidīt.

Ja apzīmējam ar F zināmu gruntsūdens nesēja šķērsriezumu, tad, paturot jau agrākos apzīmējumus,

$$Q = F \cdot p \cdot v_0 \dots \dots \dots (43)$$

Šķērsriezumu F parasti iegūst ar urbumiem (51. zīm.). Šurfējumi (atrakumi) iespējami tikai tad, ja slānis sekls. Jāievēro, ka paralēli griezumam neuzrādīs pilnīgu vienādību kā grunts sastāvā, tā arī slāņos (var būt



51. zīm. Griezums gruntsūdens nesējā.

ieslāņojumi). To ievērojot, jāņem ir kāds vidējs griezumam, ko noteicot, jānovelk ieslāņojumi. Pareiza šķērsriezuma noteikšanai vajadzīgi kā šķērsriezumi (perpendikulāri gruntsūdens virzienam), tā arī garšriezumi (gruntsūdens virzienā). No tā tad jāizvēlas attiecīgais griezumam līnijas aku pieteces noteikšanai. Vēl jāpiemin, ka urbumu var izdarīt sausā ceļā vai ar skalošanu. Pēdējais veids neder slāņu raksturošanai, jo no izvilktās grunts nevar tās raksturu pietiekami labi pazīt, ja viss ar ūdeni saskalots kopā.

Lai dabūtu Q (pēc 43), vēl jāzina p un v_0 . Ar p te jāsaprot to tukšumu koeficientu, no kuriem ūdens iztek, tātad te neietilpst kapillārās starpas, bet to var noteikt ar vienkāršu paņēmieni, kas jau pazīstams (62. l. p.). Jāvērš vēlreiz uzmanība uz to, ka dabā grunts ir parasti irdeņāka un poru tilpums, resp. tukšumi, lielāki nekā ar urbumu izņemtā paraugā (dažos gadījumos, piem., smilšakmeņi, var būt otrādi). Poru tilpums p parastiem smilts slāņiem var būt 10—50%, kā jau aizrādīts (62. l. p.). Ar ātrumu v_0 izmērīšanas paņēmieniem arī iepazīnāties (97. l. p.) un tātad visi dati aprēķināšanai ir noskaidroti.

c) **Gruntsūdens daudzuma noteikšana ar koef. k .** Izlietojot Darsī likumu, kā jau zināms 101. l. p.), daudzumu var atrast ar formulu

$$Q = F \cdot k \cdot J \dots \dots \dots (44)$$

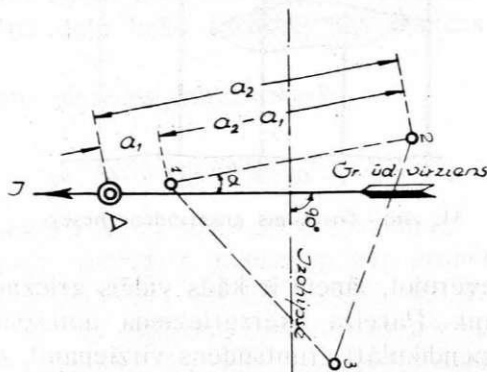
Kā koef. dabū pēc agrākā, tas jau ir zināms (101.) l. p.).

d) **Thiem'a «ε» metode.** Ja formulā $k = \frac{Q}{F} \cdot \frac{h}{l}$ (3b. 100 l. p.)

pieņemam $\frac{h}{l} = 1$ un arī $F = 1$, tad k izteic to ūdens daudzumu (m^3), kas pie krituma vienības laika vienībā (1 sek.) tek caur grunts šķērsgrīzuma vienību ($1 m^2$), tātad izteic, tā sakot, vienības pieteci. Šādu vienības pieteci A . Thiem's apzīmē ar «ε» tātad:

$$\varepsilon = \frac{Q}{1} \cdot 1 \dots \dots \dots (45)$$

To noteic ar ūdens izpumpēšanu no akas, un ar to iegūst zināmu mērauklu akas devības noteikšanai. Tomēr tādu pumpēšanu izdara, tā

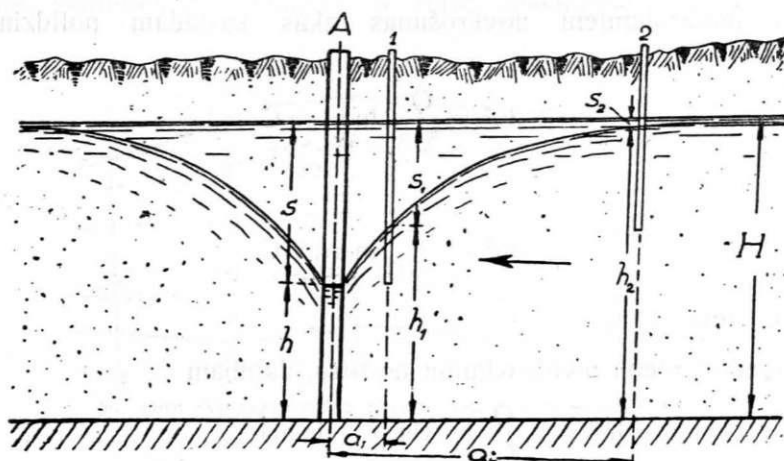


52. zīm. Aku virziena atrašana.

sakot, uz ātru roku, ietaisot tam mērķim pagaidu aku un izpumpējot šamērā nelielu ūdens daudzumu (5—10 sl.). Tāds mēģinājums, kā redzams, nevar pilnīgi aizstāt mēģinājuma akas ietaisīšanu un nodarbinā-

šanu, kas vienīgi dod iespēju noteikt galīgu atziņu par gruntsūdens pieteces daudzumu.

Lielumu «ε» noteikšanai ietaisa urbtu aku ($d = 0,15 - 0,20$) (52. un 53. zīm.) un gruntsūdens tecēšanas virzienā 2 novērošanas akas ($d = 25 - 40$ mm), no kurām pirmā atrodas 5—10 m (1) un otra 30—50 m (2) no pumpējamās akas (A). Novērošanas akām jābūt noteiktā grunts-tecēšanas virzienā, tādēļ pēdējā noteikšanai ietaisa 3 novērošanas akas, trīsstūrveidīgi novietotas (52. zīm.), no tām viena var būt nopumpējamā aka (A) un divas novērošanai (2 un 3). Novērojot visās 3 akās līmeņus, kamēr nav ūdens pumpēts, atrod izohipsi akas rajonā un tātad arī gruntsūdens tecēšanas virzienu, kas ir perpendikulārs izohipsei. Ja jau



53. zīm. Akas pieteces novērošana.

iepriekš apmēram zināms gruntsūdens tecēšanas virziens, tad var 2 novērošanas akas (1 un 2) ietaisīt šai virzienā un ar trešās (3) palīdzību noteikt īsto virzienu. Ja pēdējais novēršas no iepriekš domātā (A — 1 — 2) ar nelielu leņķi α , tad īstais kritums J jāaprēķina ar leņķi α pret pieņemto J^1 , tātad:

$$J = \frac{J^1}{\cos \alpha} \dots \dots \dots (46)$$

pie kam J^1 nosaka no attiecībām (53. zīm.):

$$J^1 = \frac{s_1 - s_2}{a_2 - a_1} \dots \dots \dots (47)$$

Tādā kārtā ierīkota pumpju aka noder zināma ūdens daudzuma nopumpēšanai no viņas, parasti ne liela, bet pilnīgi noteikta. Var pumpēt ar

labu rokas pumpi, bet labāk ir ar mašīnu spēku, ar ko var labāk kontrolēt un garantēt vienmērīgu darbu. Pumpēšanu turpina tik ilgi, kamēr akas apkārtne nav iestājusies zināms līdzsvara stāvoklis. To nosaka ar līmeņu novērojumiem novērošanas akās (1. un 2.). Kad līmenis jau iestājusies pastāvīgāks, kas notiek pēc 5—9 stundām, pumpēšanu pārtrauc pēc tam, kad līmeņi novēroti visās akās (A_1 , 1 un 2).

Uz novērojumu pamatu vienības pieteces «ε» aprēķināšanai noder uz Darsī likuma pamata sastādītas formulas. Ņemam par pamatu formulu (29) (110. l. p.):

$$y^2 = \frac{Q}{\pi \cdot k} \ln x + C.$$

No novērojumiem novērošanas akās sastādām nolīdzinājumus (53. zīm.):

$$h_2^2 = \frac{Q}{\pi \cdot \varepsilon} \cdot \ln a_2 + C$$

un

$$h_1^2 = \frac{Q}{\pi \cdot \varepsilon} \cdot \ln a_1 + C$$

liekot k vietā «ε».

Novelkot vienu nolīdzinājumu no otra, dabūjam

$$h_2^2 - h_1^2 = \frac{Q}{\pi \cdot \varepsilon} (\ln a_2 - \ln a_1) \quad (48)$$

Ievērojot līmeņa nogrimšanas dziļumus s_2 un s_1 , Thiem's uzstāda koef. «ε» noteikšanai formulu: (ņemot $h_2 - h_1^2 = (h_2 + h_1) [(H - s_2) - s_1] = (h_2 + h_1) (s_1 - s_2)$)

$$\varepsilon = \frac{Q (\ln a_2 - \ln a_1)}{\pi \cdot (h_2 + h_1) \cdot (s_1 - s_2)} \quad (49)$$

Formula derīga, ja ir brīvs gruntsūdens līmenis. Ja gruntsūdens līmenis ir spiests (artezisks ūdens), tad jālieto formulas, atvasinātas līdzīgi (no 40. form. 117. l. p.):

$$\varepsilon = \frac{Q (\ln a_2 - \ln a_1)}{2 \pi \cdot a (s_1 - s_2)} \quad (50)$$

kur a nozīmē arteziskā ūdensnesēja biezumu.

Ja vienības pietece «ε» atrasta, var jau tuvāk pieiet jautājumam par gruntsūdens daudzumu izpētījamā vietā. Ja h_1 un h_2 mērijot perpendikulāri

uz gruntsūdens tērēšanas virzienu, ir attālumi no akas, līdz kuriem ūdens pieteces apstākļi akas tuvumā praktiski nav mainījušies, kas gan pietiekami jāpārbauda, un ūdens slāņa dziļums H zināms, tad pieteces šķērsriezuma laukums ir (54. zīm.):

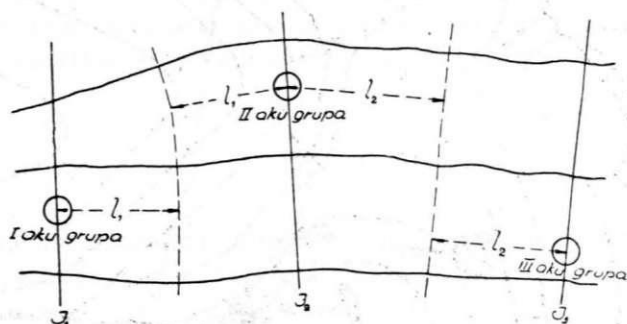
$$F = (l_1 + l_2) \cdot H \dots \dots \dots (51)$$

un no šī šķērsriezuma var sagaidīt gruntsūdens pieteces daudzumu:

$$q = \epsilon F \cdot J \dots \dots \dots (52)$$

kur J jānosaka saskaņā ar formulu 46 un 47 (121. l. p.).

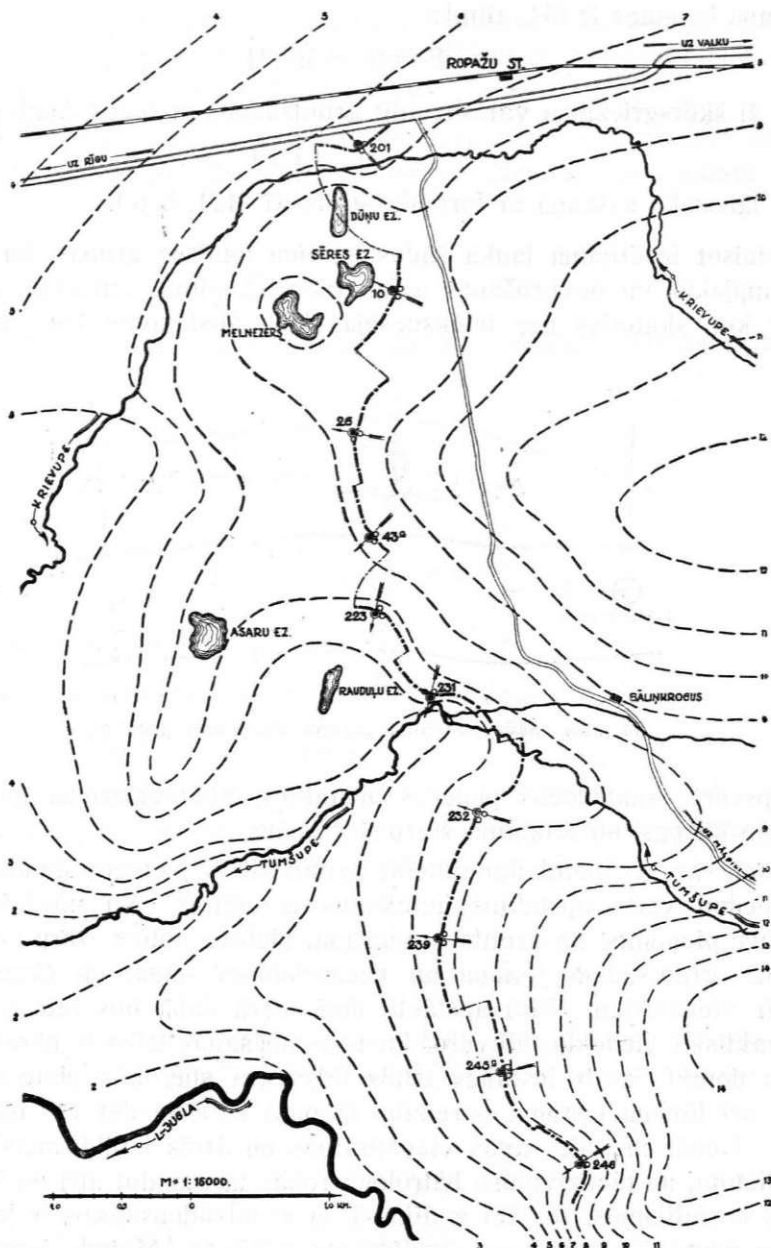
Ietaisot izpētījamā laukā šādas pumpju ietaises grupas, kas sastāv no pumpjakas un novērošanas akām (pēc 52. zīm.), attiecīgā attālumā, 0,5—2 km, skatoties pēc ūdensnesēja slāņa apstākļiem (54. zīm.), var



54. zīm. Šķērsriezuma gaļumi starp aku grupām.

jau apsvērt gruntsūdens pieteces apstākļus. Šķērsriezuma gaļumus l , tad ņem kā pusi no attāluma starp 2 grupām.

Metode ar «ε» palīdzību noteikt gruntsūdens pieteces daudzumu tomēr nedod visos apstākļos lietojamus rezultātus. Kā no apcerējuma redzams, pieņemts, ka grunts ir vienāda, pietece notiek starp parallēlām vīrsām: gruntsūdens līmeņa un necaurlaidīga slāņa, un grunts caurlaide ir vienmērīga. Tādi apstākļi pilnā mērā dabā būs reti sastopami. No praktiskā viedokļa jāievēro, ka nopumpēšanas laiks ir pārāk īss, lai varētu domāt, ka ir iestājies īstais līdzsvara stāvoklis pieteces gaitā. Tāpat arī līmeņa krituma pareizība tā paša iemesla dēļ var būt apšaubāma. Tomēr metode savas vienkāršības un ātrās izpildīšanas dēļ tiek bieži lietota, un piedzīvojuša hidrologa rokās tā var dot ātri un lēti vajadzīgos norādījumus, sevišķi gadījumā, ja gruntsūdensnesējs ir ļoti bagāts ar ūdeni, labi dziļš un vienlīdzīgas uzbūves. Metode iepriekšējam novērtējumam lietota arī Rīgas ūdensvada paplašināšanas pētījumiem Zaķu muižā (55. zīm.).



55. zīm. Zaķu m. plāns ar pumpjaku grupām.

Rīgas ūdensvada paplašināšanas pētījumu rajonā bija Zaķu m. 10 un Bergu m. 6 urbumi izvesti līdz ūdensblīvam slānim. Urbumus ierīkoja $d = 75$ mm aku caurules ar 4 m gaļiem filtriem galā. Starpu starp urbju- un akas cauruli piepildīja ar grāviju un urbjauruli izvilka ārā. Pēc tam ar motorpumpju palīdzību nopumpēja konstantu, noteiktu ūdens daudzumu (5 sl.), līdz kamēr iestājās zināms līdzsvara stāvoklis. Tā novērošanai bija ietaisītas gruntsūdens pieteces virzienā 2 novērošanas akas, viena 5—10 m no pumpjakas un otra 30—50 m. Attālumus izvēlējās pēc grunts apstākļiem resp. gruntsūdens līmeņa krituma; pie lielāka gruntsūdens krituma ņemts mazākais attālums un otrādi — pie mazāka krituma lielāks attālums. Lai noteiktu īsto kritumu, bija vēl ierīkota trešā aka, trīsstūŗa trešā stūŗa virzienā. Pumpēšanai noderēja petrolejas motors, tieši sajūgts ar centrifugālpumpi. Izpumpēto ūdens daudzumu mēŗija ar pārgāzes palīdzību. Ūdens līmeņa novērošanu un pumpjakas pārbaudīja ik pēc 20 minūtēm. Kad iestājās pietiekams līdzsvara stāvoklis, pumpēšanu pārtrauca. Pumpēšanas ilgums svāŗstījās no 5—36 st. Pēc iegūtiem novērojumiem aprēķināja ϵ (ar formulu 122. l. p.). Ņemot pusi no attāluma starp 2 pumpjakām, kas atrodas apmēŗam vienā gruntsūdens līmenī, un noteicot kritumu J (saskaņā ar formulu 46 und 47, 121. l. p.), varēja aprēķināt katrai pumpjakai pieteces daudzumu ar formulu (52): $q = \epsilon \cdot F \cdot J$. (8. tab.). Uz šo iepriekšējo pētījumu pamata varēja noteikt paredzēto ūdens daudzumu.

8. tabula.

Koef. ϵ un ūdens daudzuma noteikšana Rīgas Zaķu muižas pētījumos.

Aku Nr.	ϵ	J'	$\cos \alpha$	J	$L = l_1 + l_2$ m	H m	$F = L \cdot H$ m^2	$q = \epsilon \cdot F \cdot J$ $m^3/\text{sek.}$
202	0,00065	0,00142	0,986	0,00144	630	36,80	23200	0,0217
10	0,00065	0,00105	0,669	0,00157	940	32,40	30500	0,0311
26	0,00027	0,00174	0,982	0,00170	890	3620	32200	0,0148
43-a	0,00075	0,0011	0,731	0,00150	550	22,00	12100	0,0103
223	0,000112	0,00254	0,997	0,00256	550	10,00	5500	0,0016
231-a	0,000139	0,00581	0,998	0,00580	1050	16,40	17200	0,0139
232	0,000373	0,00187	0,970	0,00193	1100	32,40	55800	0,0257
239	0,000213	0,0032	0,999	0,0032	1070	23,20	24800	0,0170
245-a	0,000153	0,00315	0,898	0,0028	1030	16,00	16500	0,0071
246	0,000087	0,0072	0,809	0,0089	880	12,3	10800	0,0084
Kopā								0,1516

no Zaķu m. rajona 13.300 $m^3/24$ st. un Bergu m. rajonā 3.000 $m^3/24$ st. Vēlāk izdarītie pētījumi ar izmēģinājumu akas ilgu pumpēšanu uzlaboja šos datus, un Zaķu m. rajonā varēja sagaidīt līdz 15.000 $m^3/24$ st. no rajona starp Krievupi un Tumšupi, un vēl kādu 5000 $m^3/24$ st. rajonā starp Tumšupi un L. Juglas upi. Kopā no jaunā ūdensvada var iegūt līdz 20.000 $m^3/24$ st., kas ar veco ūdensvadu ap 40.000 $m^3/24$ st.

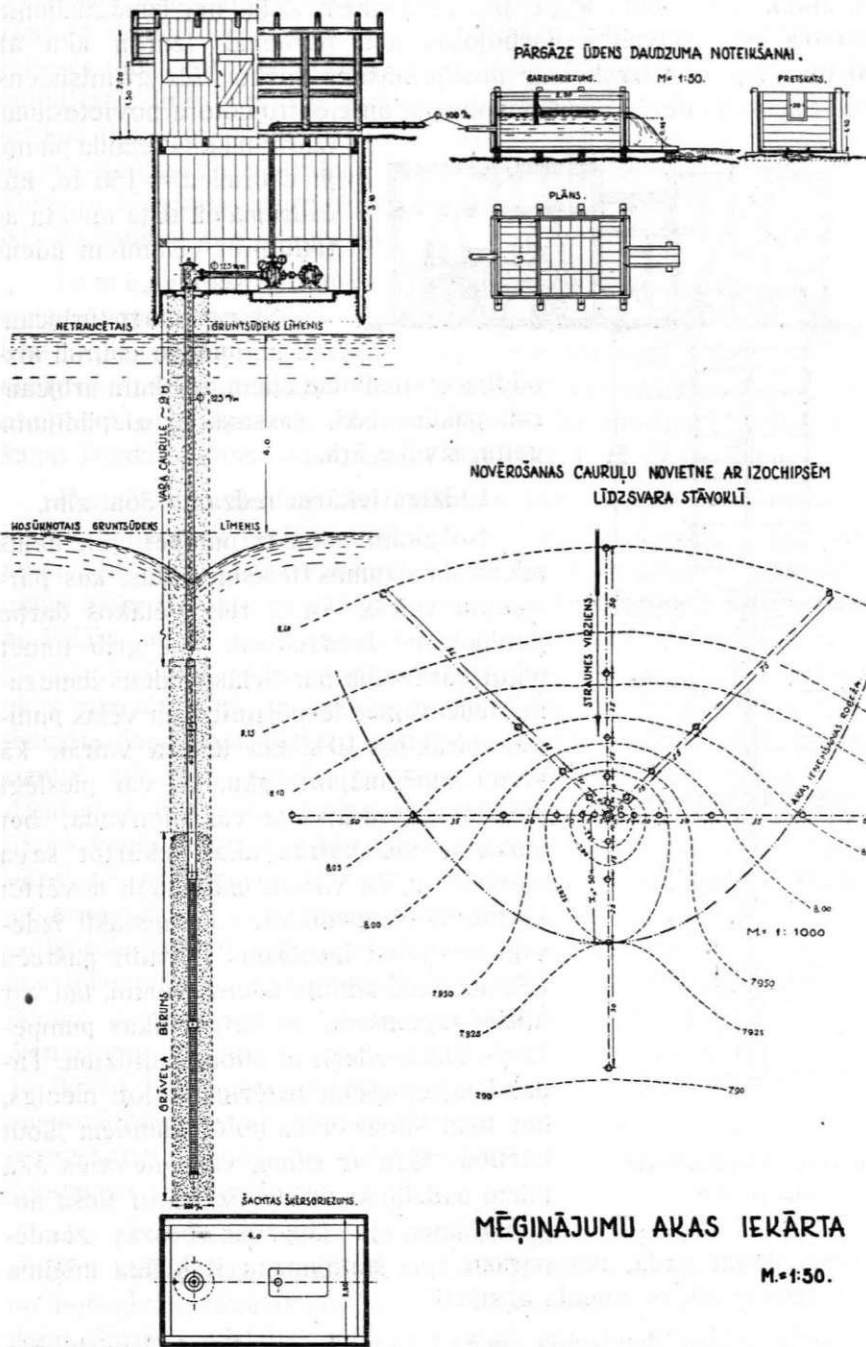
nodrošina Rīgai 60.000 m³/24 st. laba gruntsūdens, kas pietiekams 400.000 līdz 500.000 iedz. (Pētījumi izdarīti autora vadībā.)

e) **Izmēģinājuma akas.** Pēc tam, kad izdarīti visi iepriekšējie pētījumi gruntsūdens daudzuma noteikšanai, galīgus rezultātus nosaka ar izmēģinājuma aku ierīkošanu, — vienu vai vairāk, cik tas būtu vajadzīgs ievērojot ūdens apgādes plašumu, tātad saņemšanas laukuma lielumu. No izmēģinājuma akas ūdeni pumpē ilgāku laiku, vairāk mēnešus, tik ilgi, kamēr nav pilnīga pārliecība, ka ir iestājies līdzsvara stāvoklis un ka ūdens pieteces apstākļi: ātrums, līmeņu kritums, vispārīgi nesēja devība, ir pietiekami noskaidroti. Lai noskaidrotu cik iespējams visus akas iedarbības apstākļus, ietaisa visapkārt akai dažādos virzienos lielā skaitā novērošanas akas (vismaz kādas 30—50) (56. zīm.). Parasti tādas jāierīko pieteces virzienā un perpendikulāri tam, kā arī virzienā 45°, un varbūt vēl citos virzienos, cik vajadzīgs, lai varētu pareizi iezīmēt izohipses, kā dabiskas (nenopumpēta gruntsūdens), tā arī zināmam nopumpēšanas stāvoklim atbilstošas. Novērošanas akas vajadzīgas arī ārpus akas iespaيدا, lai varētu novērot dabiskas, pumpēšanas neiespaidotas līmeņa svārstības izmēģinājuma laikā.

Izmēģinājumu aku ietaise prasa lielākus izdevumus, un tādēļ ietaise jāierīko tā, lai to varētu arī pēc izmēģinājuma izmantot, un, ja iespējams, varbūt nedaudz pārtaisot vai izlabojot, ierindot turpmāk izbūvējamo darba aku skaitā (56. un 56a. zīm.).

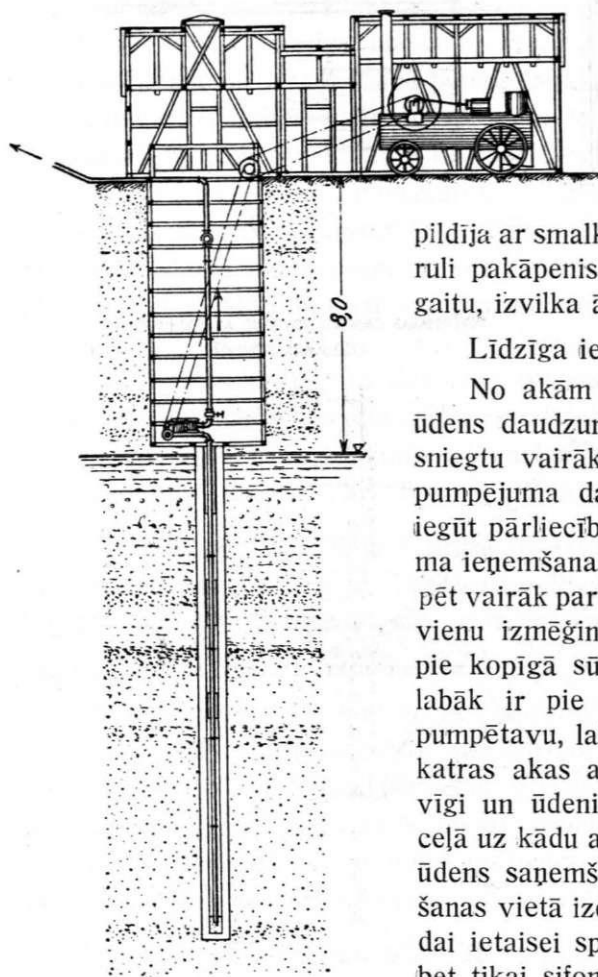
Izmēģinājuma aku jāierīko ja iespējams nodomātā ieņemšanas līnijā ar to ziņu, lai dabūtie rezultāti atbilstu cik iespējams vidējam kritumam un pietecēi. Tātad vieta jāizvēlas saskaņā ar jau iepriekš izdarītiem pētījumiem, ar izohipsu plānu un ar ģeoloģiskiem griezumumiem. Nebūtu pareizi, ja izvēlētai vietai būtu gadījuma raksturs un rezultātā dabūtu pārspilēti labus vai arī nepienācīgi novērtētus datus.

Izpumpētais ūdens jānovada uz kādu tuvāku ūdens tvertni ar cietām koka renēm vai cauruļu vadiem lejpus akas, vismaz līdz akas iespaيدا apakšējai robežai. Ja ūdens varētu iesūkties zemē akas iespaيدا rajonā, tas iespaidotu pieteces noteikumus un varētu radīt nepareizus secinājumus. Izvēloties vietu jāievēro arī satiksmes un spēka piegādes jautājums. Ja tuvumā iet elektrības vadi, ļoti labi var kā spēka avotu lietot elektrību. Ja elektrības nav, jālieto tvaika lokomobile vai iekšdegu motors (petrolejas, spirta, benzīna vai naftas). Kā darba mašīna labi noder centrālā pumpji.



56. zīm. Rīgas ūdensvada mēģinājuma akas iekārta Zaķu m.

Aku izbūvē vislabāk tāpat kā kaut kuŗu darba aku ūdens ieņemšanai (56. zīm.). Tā, piem., Rīgā, pie pētījumiem Zaķu m., izmēģinājuma aku ierīkoja pēc Bukultos darbojošos aku parauga. Izurba aku ar $d = 800$ mm, iepriekš izrokot ar nostiprināšanu šachtu līdz gruntsūdens līmenim. Šachta noderēja centrēgpumpja un elektromotora novietošanai.



56a. zīm. Izmēģināšanas aku ietaise.

Izurbtajā akā ielaida pumpju cauruli $d = 150$ m, kur caurumainā daļa aplikta ar tīklu pret vēlamiem ūdens nesēja slāņiem.

Starpu starp urbjaucuruli un pumpja cauruli aizpildīja ar smalkiem oļiem, pēc kam urbjaucuruli pakāpeniski, saskaņā ar aizpildījuma gaitu, izvilka ārā.

Līdzīga iekārta redzama 56a. zīm.

No akām nemēdz pumpēt ļoti lielus ūdens daudzumus (teiksim tādus, kas pārsniegtu vairāk kā 2 reiz vēlākos darba pumpējuma daudzumus). Ja grib tomēr iegūt pārlicību par lielāka ūdens daudzuma ieņemšanas iespējamību un vēlas pumpēt vairāk par 10 sl., tad ietaisa vairāk kā vienu izmēģinājuma aku, ko var pieslēgt pie kopīgā sūcējvada vai sifonvada, bet labāk ir pie katras akas iekārtot savu pumpētavu, lai varētu individuāli novērtēt katras akas apstākļus. Ja apstākļi izdevīgi un ūdeni iespējams novadīt pašteču ceļā uz kādu atklātu ūdens tvertni, tad var ūdens saņemšanu no katras akas pumpēšanas vietā izdarīt ar sifona palīdzību. Tādai ietaisei spēka patēriņš ir ļoti niecīgs, bet tikai sifona vada noblīvējumiem jābūt kārtībā. Gan ar sifona vadu nevarēs akā ūdeni padziļināt tik daudz, kā ar tiešu nopumpēšanu, jo jāpārvar berzes zaudējumi garākā sifona vadā, bet parasti šim jautājumam izšķirīga nozīme nav. Galvenais ir ūdens novada apstākļi.

Izpumpētā ūdens daudzuma mērīšanai var lietot, sevišķi pie maziem daudzumiem, ūdensvadu parastos ūdens mērītājus (piem.,

Voltmaņa sist.), kurus iebūvē spiedējvadā. Mērītāja nolase jāizdara vairākreiz dienā. Lielāka ūdens daudzuma mērīšanai izbūvē pārgāzes ietaises (86. l. p.). Ļoti vēlami automatiski uzrakstītāji, kas uz diagrammas nemitīgi iezīmē pārgāzes strāvas augstumu. Ja nav iespējams pārgāzei ierīkot tādus automatiskus uzrakstītājus, tad strāvas augstumi jānolasa ik pusstundas un jāieraksta žurnālā. Pie pumpju akas vēlams ietaisīt vienu novērošanas cauruli tieši blakām akai, lai varētu novērot pretestības augstumus pie ieteces akā.

Izmēģināšanas gaita. Iekams uzsāk izmēģinājuma pumpēšanu, jāuzņem visās akās izpētījamā laukā (arī novērošanas akās) ūdens līmeņi. Tāpat jānovēro ūdens līmeņi visās dabiskās ūdens tvertnēs (upēs, ezeros) izpētījamā rajonā. No novērojumiem sastādāma izohipsu karte, atzīmējot mērīšanas datumu. Jāpiebilst, ka mērījumi izohipsu sastādīšanai jāizdara vienā laikā, un ne ilgāk kā 1—2 dienu laikā.

Pumpēšana jāizdara ja iespējams bez kādiem pārtraukumiem, bet ja tādi vajadzīgi, mašīnu tīrīšanas un ieziešanas nolūkā, tad pārtraukumam jābūt, cik vien iespējams, īsam. Katrā ziņā līmeņu mērīšana attiecīgās akās jāizdara priekš pārtraukuma. Lietderīgi ir iesākt pumpēšanu ar lielāku ūdens daudzumu, nekā nodomāts izmēģināšanai, ar to nolūku, lai novērošanas akās ātrāk nokristu līmenis. Ja, piem., nodomāts no akas pumpēt 10 sl., tad uzsākt ar 20 sl., pumpē dažas dienas ar tādu palielinātu daudzumu, bet tad pāriet uz vajadzīgo 10 sl. un ar šo daudzumu pumpē tik ilgi, kamēr neiestājas pietiekamā un nopumpētā ūdens daudzumā līdzsvars. Līdzsvara stāvokli novērtē ar to, ka depresijas līknes veids (depresijas līkne jāiezīmē un katru dienu jāpapildina un jānovēro) un arī ieteces laukums (redzams no izohipsēm) vairs nemainās un novērošanas akās līmenis iestājas pastāvīgs, izņemot svārstības no meteoroloģiskiem apstākļiem (lietus, sausuma). Sevišķi tad, kad iestāties līdzsvara stāvoklis, izpumpējamā ūdens daudzums (mašīnas jauda) jāietur nemainīgs, un ar tādu jaudu vēl jāturpina pumpēšana dažas dienas vai nedēļas, lai būtu pilnīga pārliecība par iestājušos līdzsvaru. Ja ilgāku laiku pumpējot zināmu ūdens daudzumu, līdzsvars neiestājas un novērošanas akās līmenis turpina pazemināties, tad tā ir pazīme, ka pumpējamais daudzums ir izvēlēts par lielu un ir jāpāriet uz mazāka daudzuma izpumpēšanu.

Pa pumpēšanas laiku līmeņi akās jāmērī vismaz vienreiz, pie mazākiem laukumiem 2 reiz diennaktī. Iesāk mērīšanu ar tuvākām akām un nobeidz ar attālākām. Mērīšanas rezultāti visu laiku jāieraksta veidamā žurnālā, vislabāk tabulas veidīgi, kas vieglāk pārskatāmi, un jāiezīmē diagrammās, kas sastādāmas katrai novērošanas aku linijai. Darbu sistematiski izdarot, varēs viegli saskatīt kļūdas mērīšanā un varēs tās

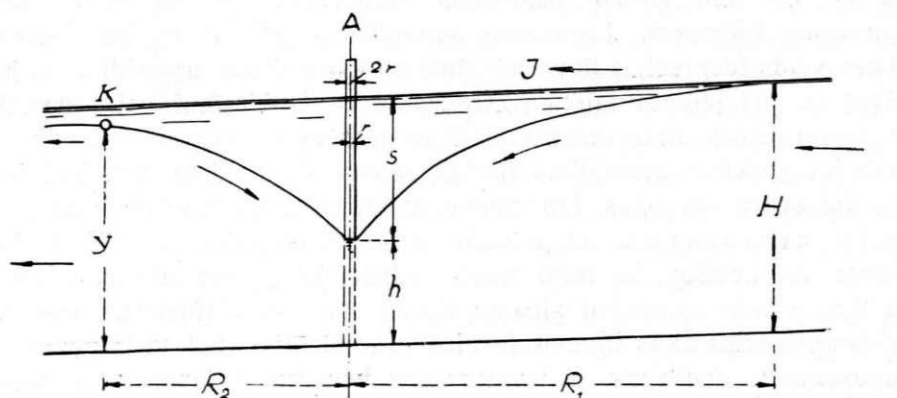
tūdaļ novērst. Pēc mēģinājuma nobeigšanas līmeņi jānovēro vēl vismaz tik ilgi, kamēr nav iestājies dabiskais gruntsūdens līmeņa stāvoklis.

Ļoti vēlams pēc viena ūdens daudzuma pumpēšanas mēģinājuma nobeigšanas atkārtot mēģinājumu ar citu ūdens daudzumu, piem., divreiz lielāku vai mazāku. Tas dos pilnīgāku ieskatu apstākļos. Pa izmēģinājumu laiku jāmēri arī gaisa un ūdens temperatūra, nokrišņu daudzums un citi meteoroloģiski novērojumi, ko nevar iegūt no tuvākās meteoroloģiskās stacijas.

Paraugi ķīmiskai analīzei jāņem vismaz izmēģināšanas sākumā un beigās, kamēr bakterioloģisko analīzi vajadzīgs izdarīt tikai izmēģinājumu beidzot.

No ūdens līmeņiem, kādi uzmērīti izmēģinājumu nobeidzot, jā sastāda arī izohipsu karte. Izmēģinājumus nobeigt, t. i. mašīnas apstādināt, var tikai tad, kad šādi uzmērījumi izdarīti.

Kas attiecas uz laiku, kas vajadzīgs, kamēr iestājas līdzsvara stāvoklis, tad tas ir ļoti dažāds. Pie vislabākiem apstākļiem atzīmētas 2—3 nedēļas, kamēr ir bijuši gadījumi, kad vajadzēja vairāk par 12 mēn. (ka no Thiem'a, tā Prinz'a piedzīvojumiem). Rīgas Zaķu m. vajadzēja ap 3 mēneši. Teorētiski jautājumu atrisināt nevar. Ar pumpēšanu iestājusies depresija gruntsūdens tecēšanas virzienā sniedzas augšpus akas līdz t. s. augšējai kulminācijai un lejup akas — apakšējai kulminācijai (57. zīm.). Līdzsvara stāvoklis iestāsies tad, ja depresijas



(apakšējās kulminācijas attālums)

(augšējās kulminācijas attālums)

57. zīm. Akas iespaids attālums.

līkne, aizsniegusi augšējo kulmināciju, vairāk nemainās un ūdens daļiņām vajadzīgais laiks pietecei no augšējās kulminācijas līdz akai arī vairs nemainās. Augšējā kulminācija daudz nopumpējot reti pārsniedz 1.000 m, maz — ne vairāk par 500 m. Gruntsūdens dabiskais kustības ātrums ir

3—5 m diennaktī, bet depresijas iespaidā (samazinās dzīvgriezums) tas ir lielāks. Tātad ūdens pietecei no augšējās kulminācijas līdz akai vajadzīgs 100—300 dienu, un tas ir laiks, kurā var sagaidīt īstu līdzsvara iestāšanos. Jāatzīmē, ka viss tas tomēr atkarīgs ļoti lielā mērā no ūdensnesēja ģeoloģiskās uzbūves.

Līdzsvara iestāšanās laiku var raksturot ar jau pazīstamo hidroloģisko formulu palīdzību. Akā uz horizontāla, necaurļaidīga slāņa līdzsvara stāvoklis iestājas, apzīmējot laiku t sekundēs:

$$t = \frac{\pi \cdot H}{Q} (R_1^2 - r^2) \dots \dots \dots (53)$$

Ja ūdens cietais slānis ir ar kritumu, tad laiku var izteikt:

$$t = \frac{R_1 - r}{k \cdot J} - \frac{Q}{2 \pi \cdot H \cdot k^2 \cdot J^2} \ln \frac{2 \pi \cdot H \cdot k \cdot J \cdot R_1 + Q}{2 \pi \cdot H \cdot k \cdot J \cdot r + Q} \dots \dots (54)$$

Formulā agrākie apzīmējumi, pie kam R_1 ir augšējās kulminācijas attālums un R_2 — apakšējās. No nolīdzinājumiem redzams, ka līdzsvara iestāšanās laiks t galvenā kārtā atkarīgs no $v = k \cdot J$ un jo mazāks ir $k \cdot J$, jo lielāks t .

Apakšējo kulmināciju var aprēķināt no nolīdzinājuma:

$$R_2 = \frac{Q}{2 y \cdot k J} \dots \dots \dots (55)$$

Pie lieliem gruntsūdens dziļumiem var ņemt aptuveni $y = H$. Pēc F o s s a - M a n c i n i augšējo kulmināciju var aprēķināt aptuveni ar formulu:

$$R_1 = \frac{2,72 \times r}{\frac{c}{2,72 \times r} + 2 - \sqrt{\left(\frac{c}{2,72 r} + 2\right)^2 - 3}} \dots \dots \dots (56)$$

pie kam

$$c = \frac{H^2 - (H - s)^2}{2 H \cdot J} \dots \dots \dots (57)$$

f) **Izmēģinājuma panākumu izmantošana.** Izmēģinājumu akas nopumpējumu rezultāti jau dod pilnīgu ieskatu gruntsūdens pietecei apstākļos. Tomēr vajag būt pārliecībai, ka izpumpēšana nav izdarīta ar pārspīlētu ūdens daudzumu. Ļoti ieteicams par pastāvīgu pietecei akai uzskatīt mazāku ūdens daudzumu nekā ar mēģinājuma pumpējumiem bija varēts iegūt. Arī novērojot gruntsūdens celšanās ātrumu pēc nopumpēšanas pārtraukuma un laiku līdz dabiskai līmeņa atpakaļ sasniegšanai, var attiecīgi secināt. Ja nav pārliecīgi daudz nopumpēts, dabiskais līmenis būs atkal sasniegts īsā laikā, bet, nopumpējot ļoti stipri, vajadzīgi pat daudz mēneši līdz līdzsvara sasniegšanai. Dabiska līmeņa novērošanas akām vajag atrasties ārpus pumpjiskas iespaيدا rajona. Ja

izmēģinājuma aka, apstākļus pareizi apsverot, dod viena pati tik daudz ūdens, cik vajadzīgs, tad jautājumu var uzskatīt par galīgi atrisinātu. Bet lielāku pilsētu ūdens apgādes vajadzībām, jādodomā, gan būs vajadzīgs lielāks skaits aku, kuŗu devība būs jānosaka uz izmēģinājuma akas devības pamata. Ja, piem., no izmēģinājuma akas bija iespējams ar labiem gruntsūdens pieteces apstākļiem, iegūt 10 sl., tad praktisku akas devību varētu rēķināt ar kādi 5 sl., un ja pilsētai vajadzīgs vidēji kādi 20 sl. (pie iedzīvotāju daudzuma ap 15.000), tad jau vajadzīgs ietaisīt vismaz 4 akas. Par divu aku savstarpīgā attāluma noteikšanu jau bija attiecīgi aizrādījumi (115. l. p.).

Lai iegūtu vajadzīgo ieskatu akas pieteces apstākļos, jāiezīmē plānā gruntsūdens iespaidu laukuma vienlīmeņu liknes (izohipses), uz to pamata jāatrod apakšējā kulminācijā (113. un 130. l. p.) un jāaprēķina pieteces joslas platums b . Kā no agrākā redzams:

$$b = 2 \pi \cdot x_0 \text{ (form. 37, 114. l. p.)}$$

Cik tālu var no pumpēšanas akas iegūtos rezultātus piemērot praktiskiem apstākļiem, atkarājas no grunts īpašībām. Ja izmēģināšanas akai izvēlēti vidēji grunts apstākļi, tad rezultātus var izmantot galīgai pieteces kalkulācijai.

Ja mēģinājuma pumpēšanā no akas ūdens iegūto daudzumu apzīmējam ar q , pieteces platumu ar b , turpmākās ieņemšanas līnijas garumu ar L un apgādei vajadzīgo ūdens daudzumu ar Q , tad ieņemšanas garums ir:

$$L = \frac{Q}{q} \cdot b \dots \dots \dots (58)$$

Vajadzīgais aku daudzums tad jāizkalkulē saskaņā ar b un ar q .

III. Ūdens saņemšanas ietaises.

15. Avotu izbūve.

Kā jau minēts (70. l. p.), avoti var būt ļoti dažādi, atkarīgi no ģeoloģiskiem apstākļiem. Tādēļ, lai avota izbūvi varētu pieskaņot kā ģeoloģiskiem, tā arī hidroloģiskiem apstākļiem, vajadzīgi iepriekšēji rūpīgi izmeklējumi kā par avotu iztecēšanas apstākļiem, tā arī par to devību. Jāizpēti, kāds ir vismazākais izteces daudzums, cik ilgi tas var novilkties un kuŗā gada laikā tas iekrīt. Hidroloģiskā ziņā vēl ir nozīmīgi zināt, vai avots iztek no gruntsūdens straumes, vai tā aizmugurē nav lielākas apakšzemes ūdens āderes un tukšumi. Pirmā gadījumā var sagaidīt labāku ūdeni, kas filtrēts gruntsūdens nesējā, un arī vienmērīgāku

pieteci. Otrā gadījumā pietece var būt atkarīga no dažādiem apstākļiem, kas iespaido apakšzemes ūdens izcelšanos, piem., virszemes ūdens, kas pa plaisām pa laikam nonāk apakšzemē, atkarīgi no virszemes ūdens tvertnes līmeņa un dažādiem citiem apstākļiem. Arī ūdens temperatūras ziņā būs starpība starp šiem diviem avotu barošanas veidiem. Dziļāka gruntsūdens temperatūra parasti līdzinās vidējai gaisa gada temperatūrai zināmā vietā, un avots no tāda gruntsūdens slāņa arī uzrādīs pastāvīgu temperatūru. Ja turpretim avota ūdens temperatūra svārstās, tad tā ir pazīme, ka avots saņem ūdeni vai no slāņa, kas tuvu virszemei un padots virszemes svārstīgiem temperatūras iespaidiem, vai arī no apakšzemes ūdens, ko iespaido virszemes ūdens. Tāds avota ūdens var būt arī apšaubāms no sanitārā viedokļa, jo līdz ar virszemes ūdeni varēja ietikt avotā slimību dīgļi. Avotu, kas stāv sakarā ar šādiem virszemes apstākļiem, var jau pazīt no tā, ka lietus laikā tā devība (dēbets) paliecinās, ūdens temperatūra mainās un ūdens iztek lielākā vai mazākā mērā dulķains.

Avota izbūve vai kaptāža (Quellenfassung, каптаж ключей, Springs development) labam dzeramam ūdenim jāiekārto tā, lai tā nekādi neiespaidotu kā izteces daudzumu, tā arī labumu un lai ūdens labās īpašības uzglabātos arī uz priekšu. Tātad ietaise jāierīko tā, lai ūdenī nevarētu ietikt netīrumi no virszemes tieši vai ar dzīvniekiem (mušām, odiem, vardēm) un lai ūdens būtu aizsargāts kā pret saules siltumu, tā arī pret salu.

Katrā avota izbūvē ietilpst krājbaseins, kurā iztecējušais ūdens uzkrājas. Ja avotā ūdens ieskalo smilti, tad jāietaisa vēl smilšķērējs. Krājbaseini var būt dažāda lieluma, pēc vajadzības vai apstākļiem, un tiem tad var būt attiecīgi nosaukumi: avota aka, avota kambāris vai avota tvertne. Mazam ūdens daudzumam avota izbūve var vienkārši sastāvēt no parastajām apaļām betona aku caurulēm, atsevišķu betona gredzenu veidā. Var arī būt četrstūrains vai apaļš ķieģeļu mūra vai betona rezervuārs. Lielākiem ūdens daudzumiem tādas tvertnes taisa attiecīgi lielākas vai ķieģeļu mūra, vai betona. Vispārīgi tvertnes lielums jāprojektē tā, lai varētu ērti novietot visas ietaises, kas vajadzīgas ūdens ievadišanai un aizvadišanai, un jāpieskaņo ūdens tālākas tecēšanas noteikumiem. Pieņem, ka ātrumam, ar kādu ūdenim jātek caur rezervuāru, nevajadzētu pārsniegt 10 cm/sek. Bez tam vēl, ja ūdenim nāk līdz smiltis, jāietaisa augšpus tvertnes smilšķērējs, caur kuŗu ūdens tecētu ar ātrumu, ne lielāku par 1—5 cm/sek., atkarīgi no smilts rakstura. Smilts izskalošana nav tomēr vēlama, jo ar laiku var izveidoties vājākās vietās tukšumi, kas atkal var aizbirt, līdz ar to aizsprostot ūdenim brīvu ceļu, un tad var gadīties, ka ūdens ņem citu virzienu, no avota nost. Labāk ir, ja ūdens izteci no zemes nodrošina pret

smilts izskalošanu ar oļu vai rupjas smilts filtru. Tvertne no virsas, kā arī tās tuvākā apkārtnē, virs ūdens līmeņa jāpārklāj ar māla kārtu (ap 30 cm), lai nevarētu iesūkties virszemes ūdens. Tvertne no virsas jāapber ar zemes kārtu (1,5—2 m), lai krātuve būtu aizsargāta pret temperatūras iespaidiem.

Izbūve jāizprojektē tā, lai visas daļas būtu viegli piesniedzamas notīrīšanai un vajadzības gadījumā izlabošanai. Tomēr pieejai vajag būt tā ietaisītai, lai no tās tīrūdens krātuvē nevarētu ietikt nekādi netīrumi. Arī no ārpuses nedrīkst iesūkties vai ietecēt tvertnē netīri ūdeņi vai lietus ūdens caur ieejas ietaisēm. Tādēļ ieejas durvis, ja tādas ietaisītas pie lielākām izbūvēm, jātaisa ar paaugstinātu sliekšni, un pašas durvis jātaisa cietas. Dažās vietās ietaisa cietas metalla durvis ar bronzas noblīvējumiem. Ārpusē, nost no ieejas durvīm jābūt kritumam, lai ap sliekšni nesastātos lietus vai sniega ūdens. Ļoti vēlams tvertnes telpā ietaisīt priekškambāri, kas noderētu netīrumu uzņemšanai, ja tādi sarastos durvis vai iekāpjlūkas attaisot. No priekškambāra tādus gadījuma netīrumus varētu noskalot uz dibens nolaiDES vadu, kas katrā izbūvē jāparedz.

Mazākas tvertnes, kā jau minēts, ietaisa akas veidīgi (64. zīm.), un nokāpšanai līdz apakšai ietaisa sienā dzelzs vai čuguna kāpšļus vai trepes. Aku no virsas noslēdz ar cietiem vākiem, virsējo vāku uzmaucot uz apakšējā rāmja virsmalas, lai ūdens no virsas nevarētu ietecēt akā. Vēl labāk var izsargāt aku no netīrumu ietecēšanas, ja tādai vāka uzlikšanai lieto arī vēl gumijas gredzenu. Aka jāpaceļ pāri par apakšējo zemes virsu kādu 0,5—1 m, jāapber ar zemi kōnveidīgi un jāapliek ar velēnām, arī apkārtējo laukumu noplanējot ar kritumu nost no akas. Arī akas tvertni vēlams ietaisīt tā, lai, vāku noņemot, event. netīrumi kristu sevišķā priekštelpā.

Avota tvertnē ļoti vēlama mērišanas ietaise. Var iebūvēt novadā parastos Voltmaņa vai Venturi ūdensmērītājus. Lielākās izbūvēs var iekārtot pārgāzes mērītāju, vislabāk ar līmeņa pašuzrakstītāju. Ja sevišķa mērišanas ietaise nav paredzēta, tad ūdens pieteces daudzumu var izzināt, novērojot tvertnes piepildīšanās gaitu. Ja ūdens tvertnes horizontālā griezuma platība F , 2 pildījuma līmeņi h_1 un h_2 , starp kuriem ūdens satek n — sekundēs, tad pieteces daudzums 1 sekundē Q ir:

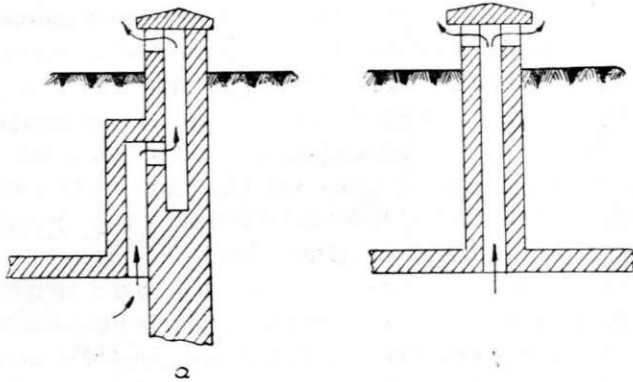
$$Q = \frac{F(h_2 - h_1)}{n}.$$

Protams, pa mērišanas laiku iztece no tvertnes jāaiztaisa ar aizlaidni uz novada.

Tvertnē nedrīkst sakrāties slikts gaiss vai no ūdens atdalījušās gāzes (ogļskābe vai sērūdeņradis). To novadīšanai jāietaisa vēdināša-

nas kanāļi vai šachtas (58. zīm.), kas pāri par zemes virsu jānoslēdz ar jumtveidīgu vāciņu. Caurumi jāaizliek ar smalku metalla tīkliņu, lai mušas, odi un t. t. nevarētu ietikt krātuvē. Laba ietaise ir maisveidīgs uzķērējs vēdināšanas šachtā (58a. zīm.).

Ļoti patīkami un ieteicami ir avotu izbūves apkārtņi apstādīt ar skuju kokiem. Lapu koki vismaz 20 m attālumā nav vēlami, jo viņi laiž tālu saknes, kas varētu bojāt izbūves mūri.



58. zīm. Vēdināšanas šachta avotu izbūvē.

No avota ūdens krātuves ūdeni novada uz patērēšanas vietu ar cauruļu vadu. Ja vietas ūdens apgādei izbūvēti vairāki avoti, tos parasti pievieno vienam krājējvadam, kas ūdeni novada vai uz patērēšanas vietas spiedrezervuāru, ja augstuma atzīmes tam ir labvēlīgas, vai, pretējā gadījumā, novada uz pumpētavas krājaku. Ūdens ieņemšanas galu tvertnē izveido ar pievienotu cinkotu vara ietece skārbīņu, kam 6—10 mm lieli caurumi. Ietece kārbīņa jāievieto kādus 0,3—0,5 m, vai, ja vajadzīgs, augstāk pāri par tvertnes klonu, lai nogulušās smiltis neietiktu vadā. Ietece kārbīņas caurumu kopšķersgriezumam jābūt 2—3 reiz lielākam par novadcaurules šķersgriezumam, lai ūdens ietece būtu rāmaka un neievilktu smiltis. Vada šķersgriezumam jāatbilst vislielākam patēriņam, vai arī vislielākai avota iztecei, ja jāuztver viss no avota iztekošais ūdens, kas līdz izbūvei aiztecēja pa strautiņu. Uz vada tvertnē vajag būt aizlaidnim. Ja no avota iztek vairāk ūdens, kā noņem patērēšanas vieta, tad, lai tvertne nepārpildītos, jāpieliek pārtēce un liekais ūdens jānovada uz kādu grāvi vai strautu.

Tvertnei jāparedz arī dibens nolaiide, lai krātuvī varētu iztukšot, piem., ja vajadzīgs iztīrīt smiltis, vai izlabot avota izteci.

Dibens nolaiide noslēdzama ar aizlaidni, un parasti leļpus aizlaidņa to pievieno pārtēces vadam. Ja ūdens ārpus tvertnes iztek vaļējā grāvī

vai strautā, tad izteces vada galā jāietaisa kāds vārstulis vai restes, kas aizkavētu dzīvnieku (varžu, pelu) ietiekšanu vadā un līdz ar to tvertnē.

Būvmateriāli. Avotu izbūvei lietojami tādi materiāli, kas neiespaido kaitīgi ūdens sastāvu, arī tādi, kas nevarētu ciest no dažām vielām, kas atrodas ūdenī (piem., brīvā ogļskābe, brīvs skābeklis).

No koka materiāliem vispārīgi jāizvairās, jo tie brīvā gaisā viegli pūst un uz tiem uzmetas dažādi organismi. Tādēļ koka materiālus varētu lietot tikai tādām būves daļām, kas atrodas pastāvīgi ūdenī. Visizturīgākais ir ozola koks. Tiltiem un laipām arī labāk jālieto betons vai dzelzsbetons. Ja šādiem mērķiem lieto rīfelētu dzelzs skārdu, tad tas ir jāaizsarga pret rūšēšanu ar kādu aizsargpārklāju.

Metalli, kā čuguns, tērauds, dzelzs, jāaizsarga vispārīgi no rūšēšanas ar asfalta vai citu aizsargpārklājumu. Arī cinkotas dzelzs daļas nav pilnīgi drošs pret rūsu, jo cinks var būt kādā vietā noberzts pārveidojot vai daļas ieliekot, un kailās vietas var sākt rūstēt. Svarīgākās daļas, kā, piem., aizlaidņi un aizgriezņi, jātaisa labāk no bronzas.

Cementa (betona) caurules un betona mūris lietojami tikai tad, ja ūdenī nav agresīvās ogļskābes. Ja betona sienas nāk ūdens iespaidā, kas šķīdina kaļķi (39. l. p.), tad tās jāpārklāj ar aizsargkrāsu vai jāapliek ar dedzinātām māla plātnēm. Visām šuvēm tad jābūt pilnām ar cementu un gludām, lai nekur nevarētu pieķerties nogulšņi un attīstīties organiska dzīvība. Vispārīgi pie ūdens būvēm lietojams tikai portlandcements. Aizsargpārklājumiem lieto arī dažādus patentlīdzekļus: inertolu, siderostenu, asfaltosu, pirolitu un t. t. Tādi pārklāji uzliekami tikai uz sausām sienām.

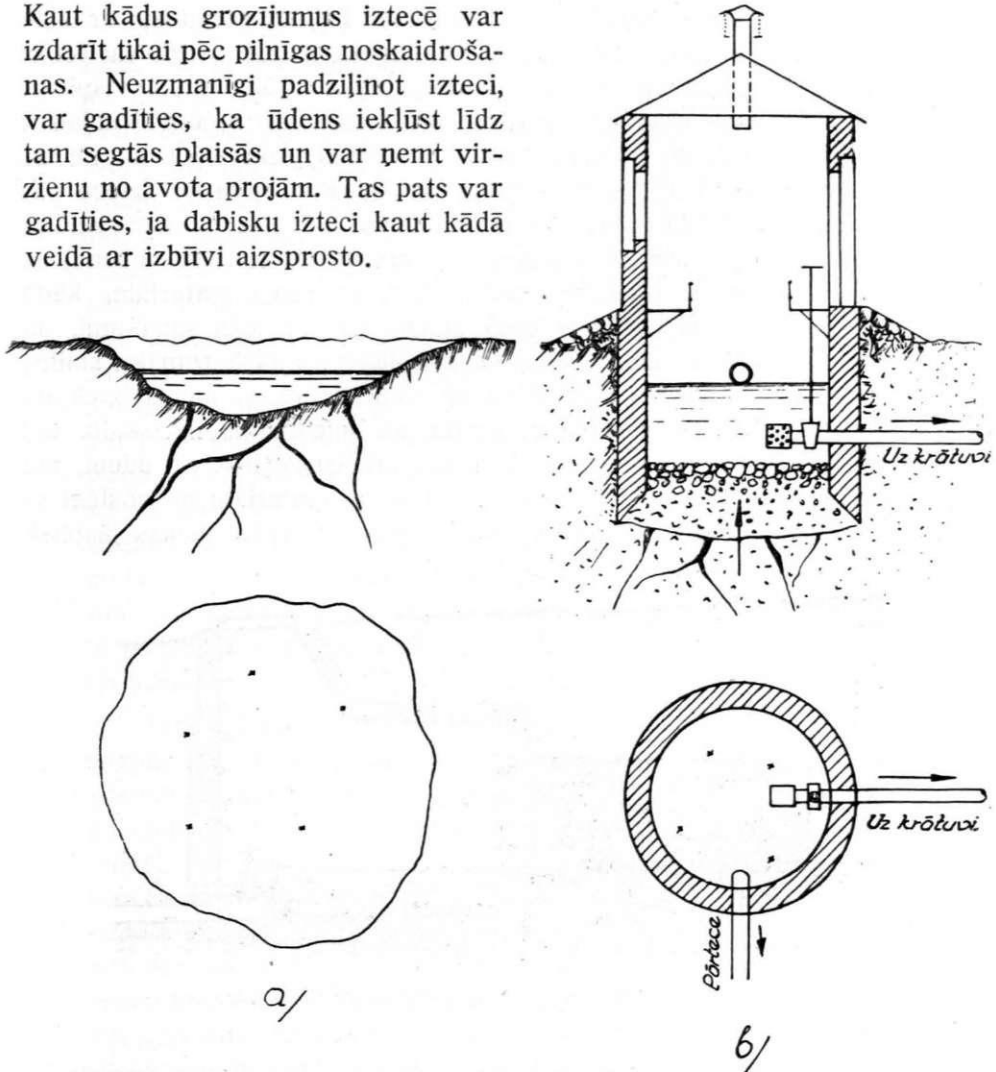
Kieģeļu mūrim jālieto labi dedzināti kieģeļi (klinkeri). Parastam ēku mūrim lietotie kieģeļi, kā arī tādi kieģeļi, kas satur ogļskābo kaļķi, ūdens būvēm neder. Jāva jā sastāda no laba portlandcementa un asas smilts. **Apmetums,** kur tāds vajadzīgs, lai sienas būtu blīvākas pret ūdens caurlaidi, jātaisa no cementa javas 1:1, bet ja ūdens satur agresīvo ogļskābi, tad vēl vajadzīgi minētie aizsargpārklājumi vai attiecīgi piemaisījumi javai.

Smiltīm, oļiem, šķembām jābūt tīriem kā javas un betona izgatavošanai, tā sevišķi filtriem. Ja tādi materiāli aplipuši ar māla daļiņām vai organiskiem nogulumiem, tad tie priekš lietošanas jānomazgā.

Māla caurules, labi dedzinātas un glazētas, noder ļoti labi dažādiem pašteču vadiem, jo tās nebojā agresīvā ogļskābe. Cauruļu uz-mavas aizblīvējamās ar asfaltu.

Māls noblīvējumiem izbūves ārpusē jāņem treknis zilais, pelēkais vai dzeltānais māls. Māls, kad sažuvis, plaisā viegli, un tādēļ tas lietojams tādās vietās, kur ir zināms mitrums, zem zemes virsas kādus 3 m, vai pāri par ūdens līmeni avotā ne augstāk par 50 cm.

Iekams stājas pie avota izbūves, vajag iegūt pilnīgu skaidrību par avota raksturu ģeoloģiskā ziņā, par tā izcelšanos un par izteces ceļu. Ja vien iespējams, ūdens sateces āderu uzzināšanai vajag avota izteci un tās apkārtni atrakt. Kaut kādus grozījumus iztecē var izdarīt tikai pēc pilnīgas noskaidrošanas. Neuzmanīgi padziļinot izteci, var gadīties, ka ūdens iekļūst līdz tam segtās plaisās un var ņemt virzienu no avota projām. Tas pats var gadīties, ja dabisku izteci kaut kādā veidā ar izbūvi aizsprosto.

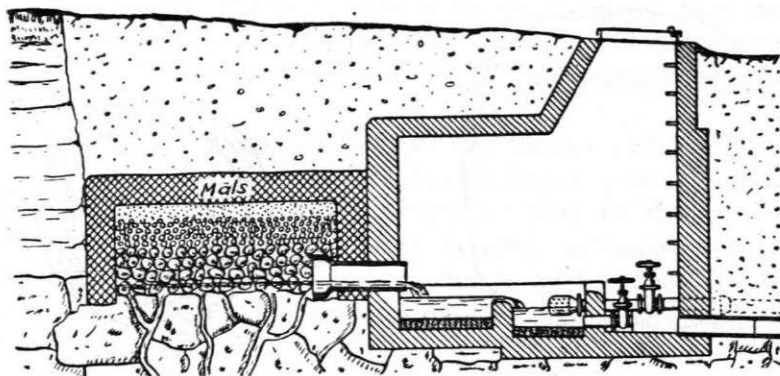


59. zīm. Uz augšu izlīstoša avota izbūve.

Avota izbūvei jābūt vienkāršai, ērtai un stiprai. Arhitektoniski izgreznojumi te būtu nevietā, vēl jo vairāk ievērojot to, ka parasti ietaise atrodas nost no apdzīvotas vietas un sevišķi nav jāizceļ. Vislabāk, ja tā noslēpta pret visu, kas varētu pienest netīrumus.

Avotu izbūves veidi var būt dažādi, atkarīgi no paša avota veida. Turpmāk būs doti daži piemēri.

Izbūves veids atkarīgs no tā, vai avots iztek līdzenā vietā no apakšas, vai nāk no kalna nogāzes. Ja avots iztek no apakšas, tad izteces vietā parasti ir neliels dīķītis ar notekgrāvi. Dīķītis pieaudzis ar zāli, un tajā uzturas zivtiņas, vardes vai citi dzīvnieki, un ļoti viegli var ietikt arī netīrumi no cilvēkiem un lopiem (59a. zīm.). Tāda vieta vispirms jānotīra no visiem netīrumiem, jāatklāj tīra iztece, netīro ūdeni nolaižot uz strautiņu, un tad to apbūvē krātuves veidīgi, iekārtojot tā, lai uz priekšu avota iztecei nekas tai nepiederīgs nenāktu tuvu un iztece paliktu aizvien tīra. Tādu izbūvi vienkāršā veidā var iztaisīt akas veidīgi (59b. zīm.), ar ieejas durvīm un laipu visapkārt. Uz notīrītā dibena, uz tīrām izteces āderēm, ieteicams uzlikt filtru no rupja materiāla, kādu 0,5—1 m biezu, ja līdz ar ūdeni iztek smiltis vai citi citi ieža smalkumi. Ja ūdens iztek no smilšu slāņa (peldu smiltis), jāliek apakšā rupjāka smiltis, tad virs tās oļi un virsū jāliek rupji oļi. Turpretim, ja ūdens iztek no kaļķakmens vai dolomīta plaisām, smiltis un smalkumus neizskalo, tad filtra sevišķa vajadzība nav, bet ja smalkumi iznāk līdz ar ūdeni, tad var filtru taisīt otrādi, t. i. uz plaisām likt rupjo materiālu un noslēgt ar smalkāku filtrmateriālu (60. zīm.). Pie lielākām izbūvēm sienas jāapliek



60. zīm. Lielāka izbūve uz augšu izlīstoša avota.

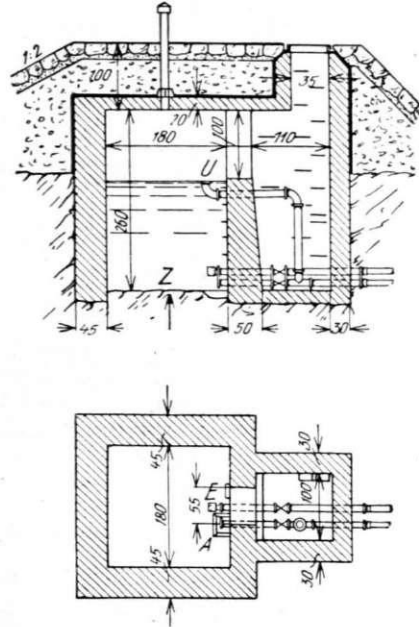
ar māla sienu un tāpat jāliek māls uz pārklājuma (ne mazāk par 30 cm biezu kārtu). No avota ūdens satek krātuves pirmā daļā, kurā izskatotā smiltis var nogulties, kamēr ieņemšanas caurules gals nāk otrā nodaļā, un iekāpšanai akā vēl paredzēta trešā, sausā priekšnodaļa, kurā ievietoti arī aizlaidņi uz novada un uz dibens nolaides. Starp otru un trešo nodaļumu siena ietaisīta pārgāzes sliekšņa veidā un lieko pārtecējušo ūdeni novada projām.

Ja filtrs nav vajadzīgs un avots iztek koncentrētāk no klints plaisas, to var apbūvēt krātuves veidīgi, un no tās arī ieņemt ūdeni, bet aizlaidņus un pārgāzi ierīkot priekškambarī, kas ietaisīts akas veidīgi ar sienā iemūrētiem kāpšļiem (61. zīm.).

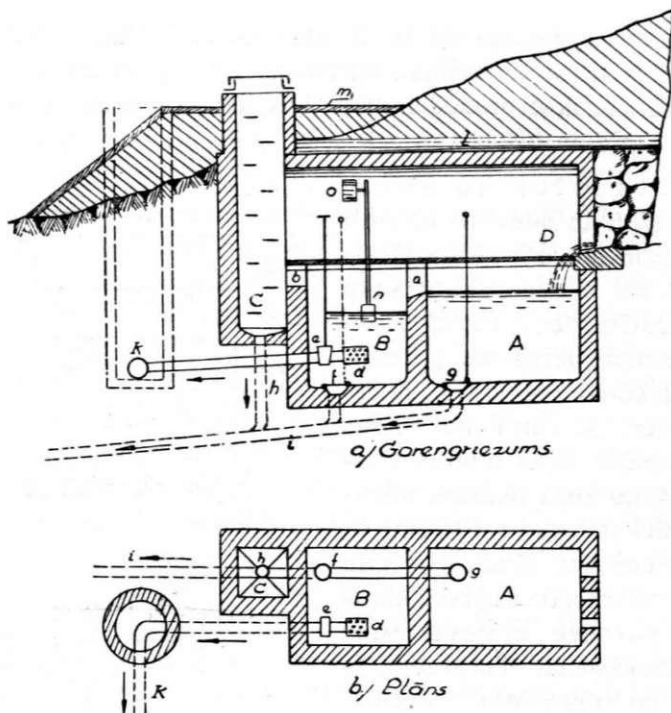
Ja avots iztek no nogāzes, tad tā izbūvei jāievēro tie paši jau minētie principi. Pirmā kārtā jāveltī vērība, lai iztece paliktu savā vietā, un nedrīkst bez rūpīgi izdarītiem pētījumiem izteci ne pazemināt, ne paaugstināt. Stājoties pie izteces apbūves, jānotīra no virsas zeme un jāatsēdz tīrās izteces plaisas. Ja iezis, no kuŗa plaisām ūdens iztek, ir pietiekami stiprs (dolomīts), tad dibens siena nav jāmūrē, jo tam var noderēt nolīdzinātā dabiskā klints siena. Tad jāizbūvē krātuvei sānu sienas un priekšsiena. Turpretim, ja nogāze nav no stipra ieža, tad jāuzmūrē pie viņa aizsargmūris ar caurumiem ūdens izteces vietās un pie tā jāpieslien sānu un priekšējais mūris krātuvei.

Ja iespējams, avota izbūvi iebīda nogāzē 3—4 m. Lielāka izbūve parasti, ja ūdens izskalo smiltis, sastāv no 2 nodaļām, viena smilšu nogulsnešanai un otra tīrūdenim (62. zīm.). Vēlams ierīkot mērīšanas ietaisi, kas arī raksturotu ūdens līmeņa svārstības. Ar pludiņa palīdzību līmeņa svārstības atzīmē uz diagrammas (o). Liekais ūdens notek pār pārgāzes sliekšni (b) iekāpjamā nodalījumā (c), no kurienes ietek vadā, kas novada arī dibens nolaidēs no abām nodaļām (f un g) uz tuvo strautu. Ieņemšanas vads ar caurumainu kārbīņu (d) un aizlaidni (e) pieslēgts krājējvadam, ja tāds ir vairāk avotu ūdens uzņemšanai. Ja ir tikai viens vienīgs avots, ūdeni novada uz patērēšanas vietu pašteču ceļā vai ar pumpēšanu. No virsas izbūve jāapliek ar māla kārtu (l), lai virszemes ūdens nevarētu iesūkties krātuvēs.

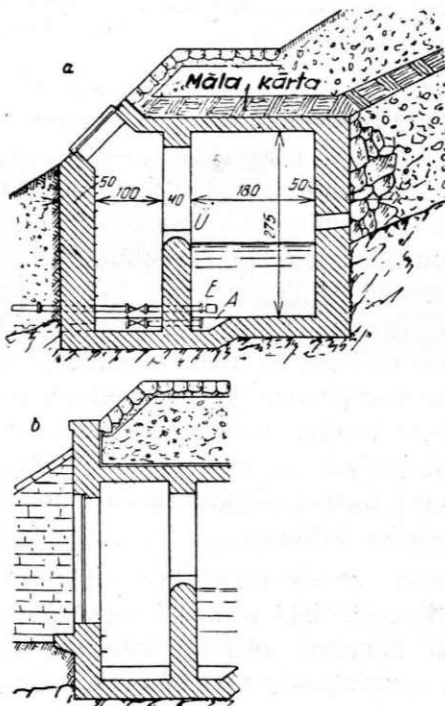
Ja no avota ūdens nenes smilti, var iztikt ar vienu pašu krātuvi (63. zīm.), kuŗas priekšējā daļā ir nodalījums ieiešanai izbūvē, iekāpjot pa lūku (a) vai pa durvīm; pēdējās vēlamas dzelzs. Cēsu pilsētas ūdensvada projektā paredzētas 2 tipu izbūves. Pēc pirmā tipa (64. zīm.)



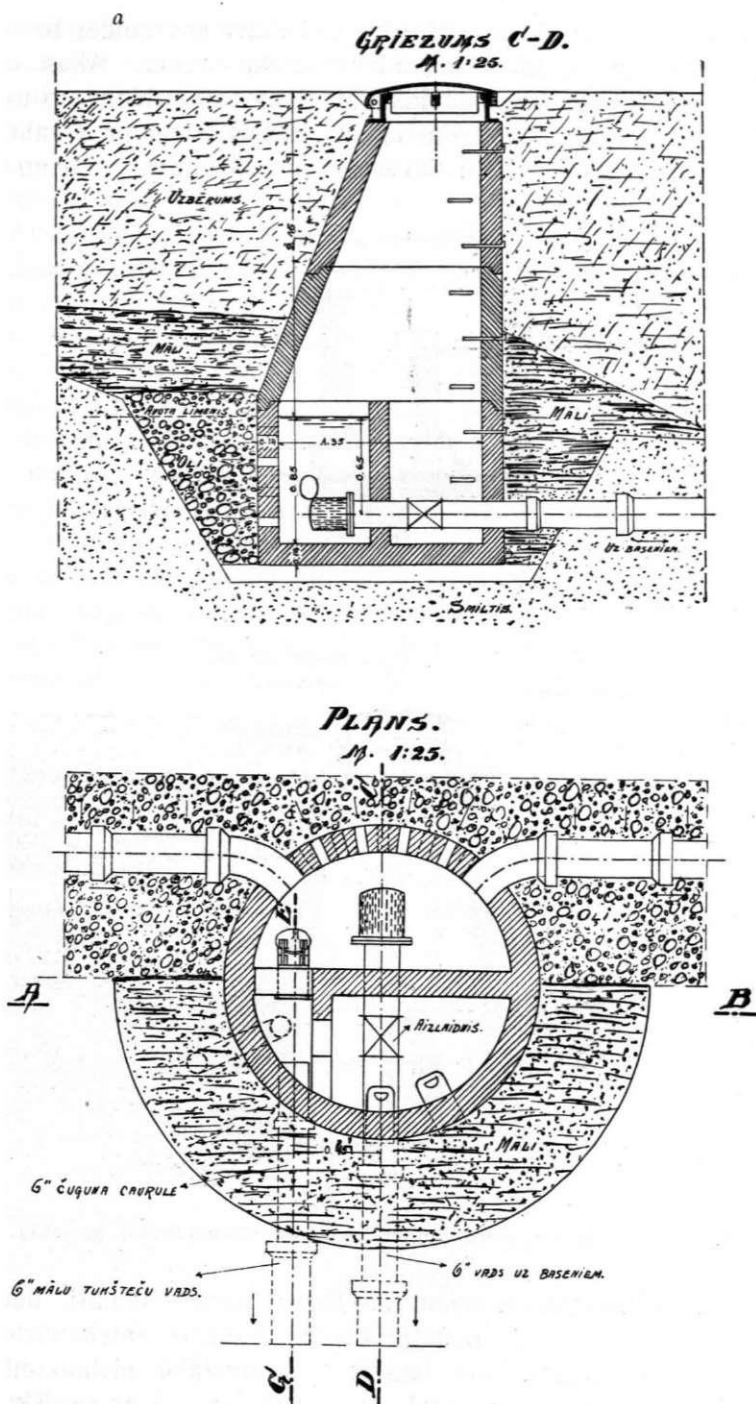
61. zīm. Uz augšu izlīstoša avota izbūve ar priekškambari.



62. zīm. Nogāzes avota izbūve.

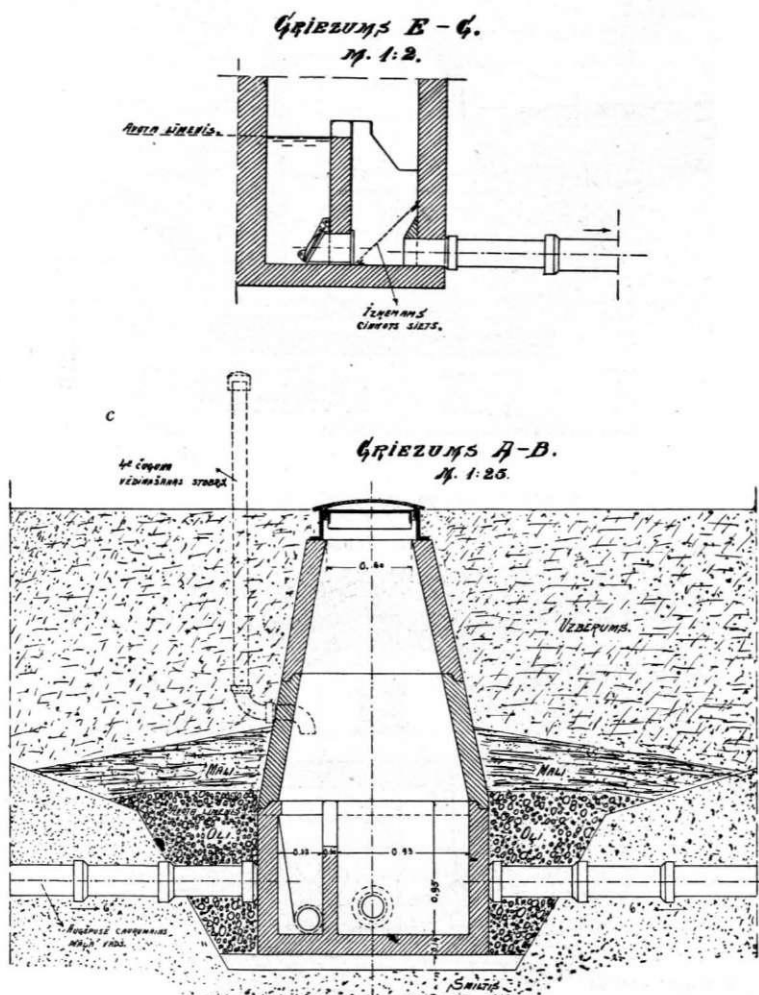


63. zīm. Mazāka nogāzes avota izbūve.



64. zīm. Avota uzķēršana betona akās pēc Cēsu pilsētas projekta.

pie avota iztekas, pēc tās notīrīšanas, nodomāts nogremdēt betona aku, ar dibenu 0,85 m. dziļāk par ūdens izteku avotā. Akas diametrs $d = 1,35$ m, un tā iedalīta 2 nodaļās: a) vienā satek ūdens no avota un, ja izrādītos par vajadzīgu, varētu uzķert blakus ūdeni ar drenāžas caurulēm (drenāžas caurules būtu jāliek ar $d = 15$ cm, ar caurumiem, ap-

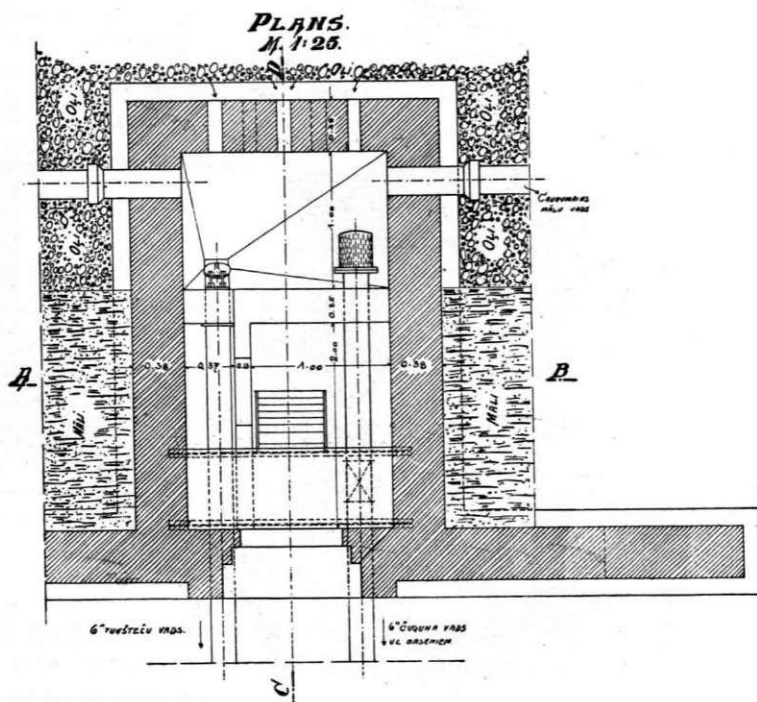


64. zīm. Avota uzķeršana betona akās pēc Cēsu pilsētas projekta

liktas ar tīri nomazgātiem oļiem un liktas perpendikulāri ūdens pieteces virzienam), un b) otrā nodaļā kā priekškambarī satek pārtēcējušais liekais ūdens pār nogāzi, kas ietaisīta visaugstākā pieļaujamā ūdens līmenī, un no šejienes ūdens notek pa novadu apakšā ar sevišķu cauruli $d = 20$ cm uz notekstrautiņu. Akas otrās nodaļas dibenā iebūvēts at-

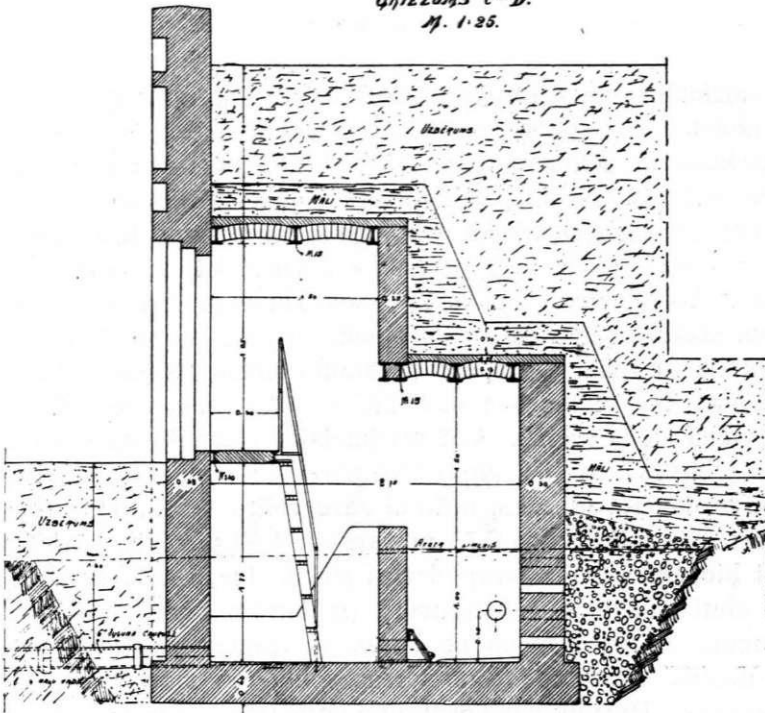
sevišķs aizlaidnis uz caurules, kas ieiet pirmā nodaļā, caur kuŗu no pirmās nodaļas var izlaist ūdeni līdz dibenam tīrīšanas gadījumā. Caurule, kas ūdeni no pirmās nodaļas pieved galvenam krājējvadam (izbūvei paredzēti vairāki avoti, pieslēgti pie viena krājējvada), ir māla ar $d = 15$ cm, un tās galam akā pievienots caurumains ieņēmējs, kas nolikts ar apakšu 0,10 m pāri par akas dibenu, lai izsargātos no smilšu ietūkšanas. Avota izteka akā no ārpuses izlikta ar tīri nomazgātiem lielākiem un sīkākiem akmeņiem un oļiem, lai atturētu smiltis. Aka no ārpuses aplikta ar māla kārtu, lai virszemes ūdens nevarētu sūkties caur akas sienām. No virsas aka pārklāta ar cietu vāku un iekāpšanai akā ietaisīti vienā sienā kāpšļi. Akā arī ietaisīts vēdināšanas stobrs.

Otrs izbūves tips (65. zīm.) bija paredzēts ērtākai pieejai, un tādēļ visa izbūve domāta plašāka, mūrēta rezervuāra veidā. Rezervuārs projektēts arī 2 nodaļās, kopā 2,75 m garš un 1,50 m plats, pārklāts ar betona vai kļeģeļu velvēm starp dzelzs sijām. Ieejai priekšnodaļā domāts iebūvēt cieti slēdzējas dubultdurvis, pa kuŗām varēs nokļūt uz laipu, kas iežogota ar margām un no kuŗas pa trepēm varēs nokāpt priekšnodaļas dibenā. Visa izbūve no virsas aplikta ar māla kārtu un tad apbērtā ar zemi. Durvīm jābūt pastāvīgi noslēgtām, un bez sevišķas atļaujas ieeja nav paredzēta. Vispārīgi avota izbūves vieta jāiežogo, lai ne cil-

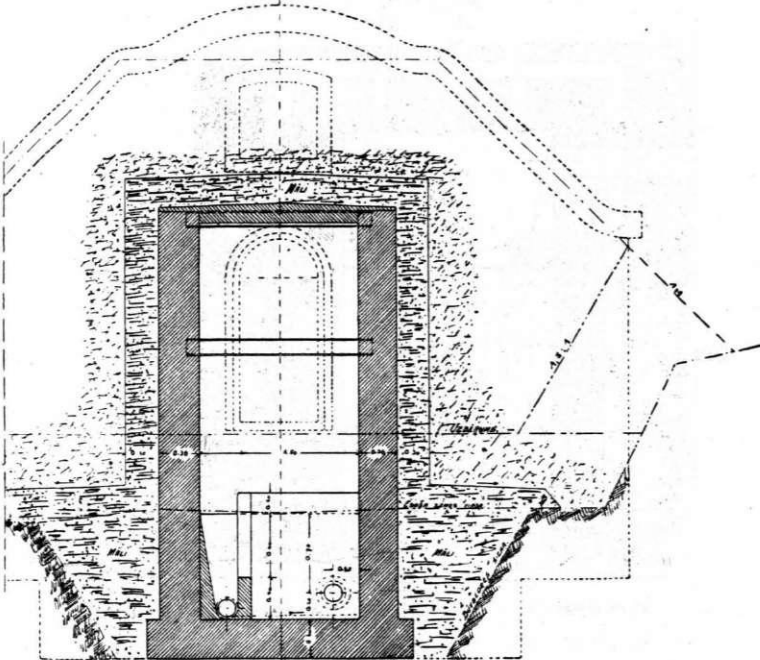


65. zīm. turpinājums.

Грѣзѹмъ С'-D.
М. 1:25.



Грѣзѹмъ А'-B.
М. 1:25.

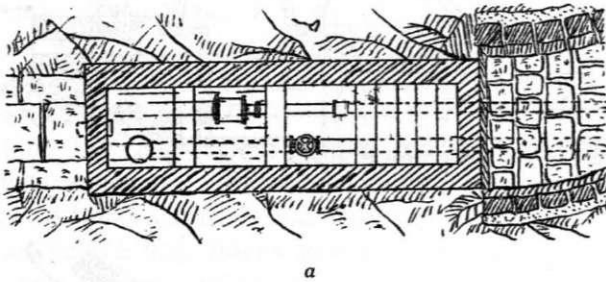


65. зѣм. Авота узкѣрѣшана мѹрѣтѣ камбарѣ пѣчъ Сѣсу пѣлсѣтасъ прѣкта.

vēkiem, ne lopiem nebūtu iespējams tikt klāt un varētu pietikt kontroles vajadzībām tikai ar sevišķu atļauju. Jārūpējas arī par to, lai avotu izbūves tuvumā (vismaz 200 m tālumā) neatrastos dzīvojamās mājas vai stalli, vai vispārīgi tādas ietaises, kurās varētu rasties netīrumi un ietikt gruntsūdeni.

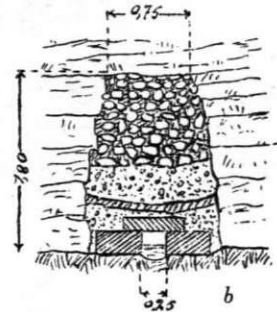
Reizelfingenas pilsētiņa (Badenē) (66. zīm.) avotu uzķer ar 20 m nogāzē ietaisītu tuneli. Tuneļa apakšā ietaisīts krājējkanālis no

Plāns (griezums AB).



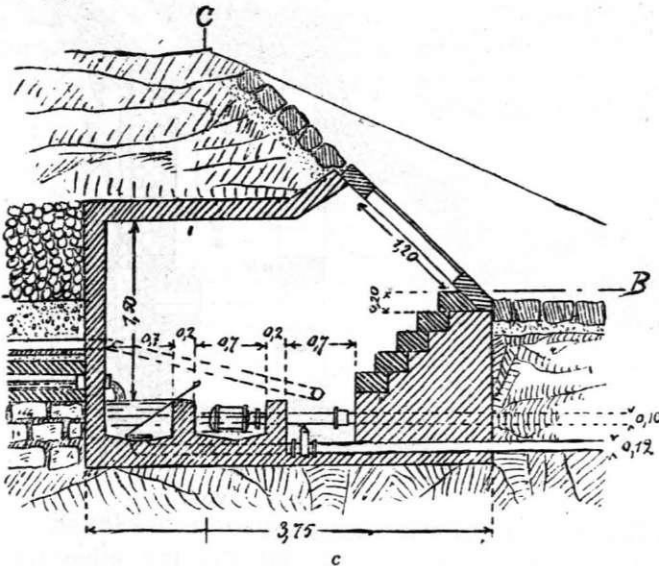
a

(Galerijas griezum)



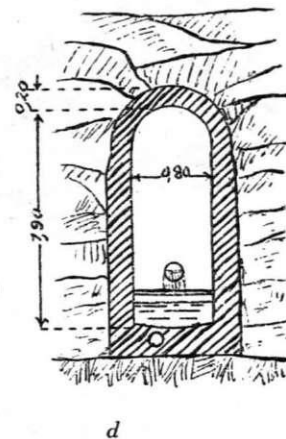
b

Griezums CD.



c

Gargriezums.



d

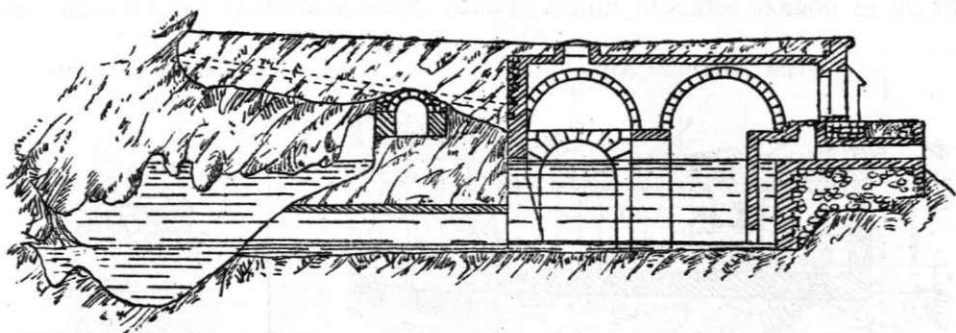
66. zīm. Avotu izbūve Reizelfingenā.

akmeņu blūkiem, pa kuŗu starpām ūdens ietek kanālī. Kanālis apbērts ar oļiem un no virsas nosegts ar mālu. Pāri pār mālu ielikta drenāžas caurule, kas iesūkušos lietus ūdeni novada uz avota kambara iztukšošanas vadu. Avota ūdens iztek smilšķērējā, no kuŗa pār pārgāzi ietek ieņem-

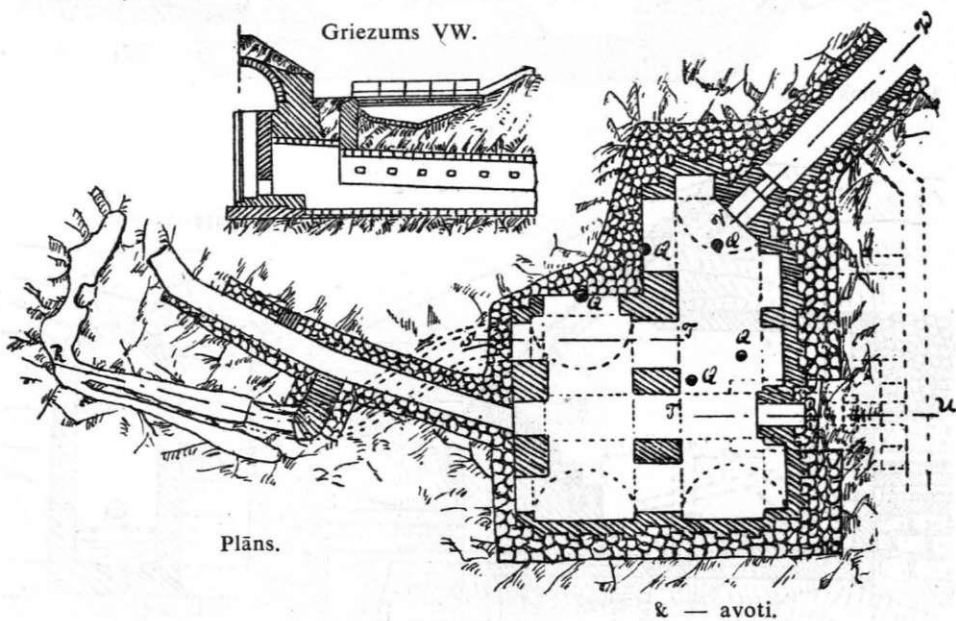
šanas nodaļā. Lielais ūdens pārtek priekškambarī, no kurienes to novada uz noteces strautiņu.

Liela ietaise ir Vīnes Ķeizara avots (66a. zīm.). Tvertnē satek ūdens no avota un no 2 uztvērējām sānu galerijām. Tvertnes lielums ir 750 m³ ūdens, pie 4,74 m dziļuma.

Griezums RSTU.



Griezums VW.



66a. zīm. Ķeizara aka Vīnes ūdensvadā.

15. Gruntsūdens saņemšana

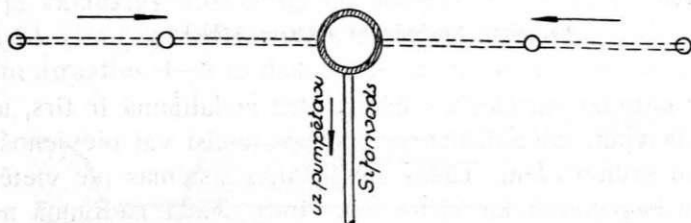
Gruntsūdeni var saņemt divējādā ceļā, atkarīgi no viņa atrašanās apstākļiem. Tie ir:

a) Horizontālas saņemšanas ietaises, kas sastāv no savākšanas vai drenāžas caurulēm, kanāļiem vai galerijām.

b) Vertikālas saņemšanas ietaises kas sastāv no raktām vai urbtām akām.

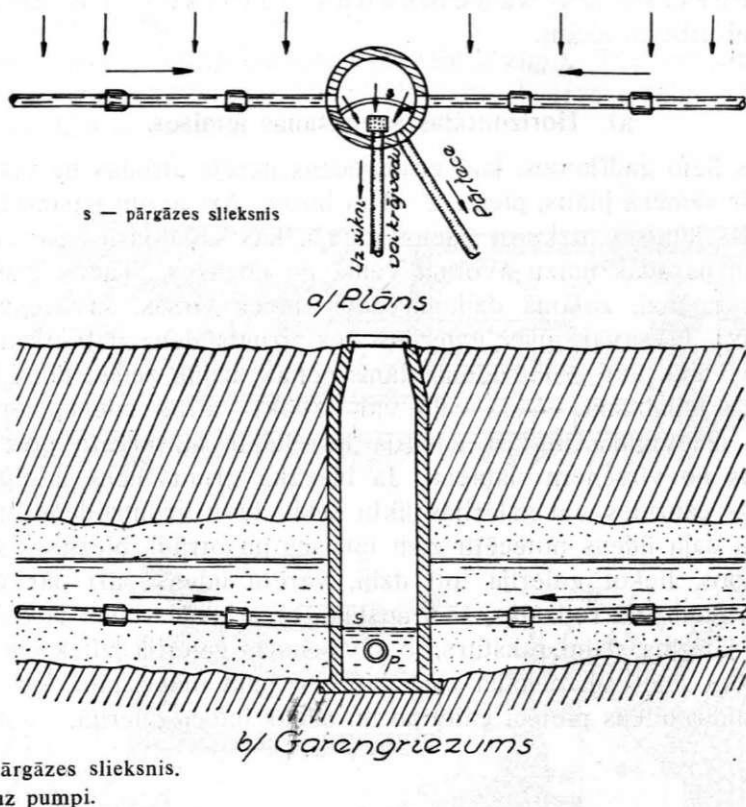
a) **Horizontālas savākšanas ietaises.**

Tādas lieto gadījumos, kad gruntsūdens nesējs atrodas ne visai dziļi zemē un ir samērā plāns, piem., 2—4 m biezs. Arī avotu pastiprināšanai noder tādas ietaises, uzķerot ūdens pieteci, kas sadalījusies pa dažādām āderēm un parādās mazu avotiņu veidā no nogāzes. Tādos gadījumos ieliek gar nogāzi, zināmā dziļumā zem zemes virsas, savācējcaurules vai drenas. Ja savākšanas galerijas liek gruntsūdens uztveršanai, tad jāuzmeklē vieta, kur gruntsūdens slānis nonāk dziļāk zemē, tātad ūdensblīvā slāņa iedobumā. Tādā ceļā var savākt vairāk ūdens, depresijas līkne būs izdevīgāka un arī galerija būs labāk aizsargāta pret ūdens iespiešanos no virsējiem slāņiem. Ja biežākā gruntsūdens nesēja slāni savākšanas caurules vai galerijas liktu sekli, tuvu gruntsūdens līmenim, tad lielākā daļa ūdens notecētu zem ietaises un otrādi, biežākos gruntsūdens slāņos, liekot galeriju ļoti dziļi, varētu ūdens pāri pār galeriju aiztecēt projām. Kā redzams, šādi apstākļi ar priekšdarbiem jānoskaidro. Tāpat arī jāizzina slāņu raksturs, jo savākšanas galerija jāliek cik iespējams rupjākā smiltī un nekādā ziņā nedrīkst nākt māla slānī, kas varētu ļauni iespaidot ūdens pieteci galerijai un ūdens ieteci galerijā.



67. zīm. Savākšanas ietaises kopschēma.

Savākšanas ietaises taisa no drenāžas caurulēm vai no caurumainām māla vai čuguna caurulēm, vai mūrētiem vai betona kanāļiem ar caurumainām sienām (74. zīm.). Ja ir cauruļu vadi, tos pievieno pie vienas krājakas, no kuņas ūdeni novada ar sifona palīdzību uz pumpētavu (67. zīm.). Uz savākšanas vada jāietaisa ik pa 50—100 m skatakas, lai varētu vada iztīrīt, ja tajā būtu ienestas ar ūdeni smiltis. Krājaku lietderīgi nodala ar pārgāzes sienīņu 2 daļās (68. zīm.). Vienā nodalījumā satek no abām pusēm pienākušie savākšanas vadi, un te var arī nosēsties



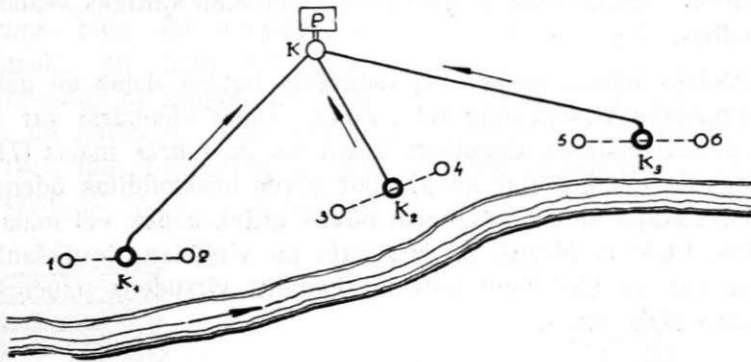
68. zīm. Savākšanas ietaises krājaka.

smiltis. Pār pārgāzi pārtekošais ūdens otrā nodalījumā ir tīrs, un to saņem ar sifona vadu novadišanai uz pumpju ietaisi vai pievienošanai kādam lielākam krājējvadam. Tādas savākšanas sistēmas pie vietējiem apstākļiem var būt vairāk kā viena (69. zīm.). Tādā gadījumā no katras sistēmas ar sifonu ūdeni pievada kopīgai krājakai pie pumpētavas. Ja galeriju ietaises atrodas upes tuvumā, tad tajās ietek ūdens arī no upes (69. un 70. zīm.). Apvienojot vairāk sistēmas, iepriekš jānoskaidro katras sistēmas apstākļi un sevišķi ūdens devība.

Savākšanas vadus neliek pilnīgi horizontāli, bet ar nelielu kritumu, jo ar to notecēšanas apstākļi pa vadu kļūst labāki un arī ieskalotās smiltis tiek aizskalotas uz krājaku un tā atvieglo vadu tīru turēšanu.

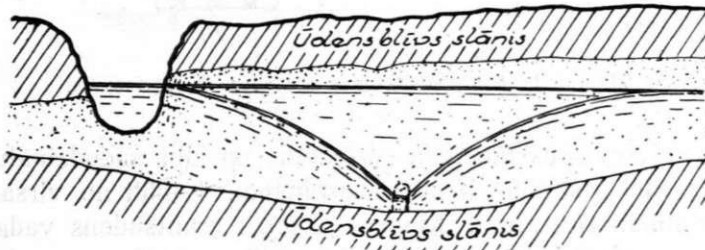
Savācējietaišu konstrukcija. Visvienkāršākās un lētākās, bet arī visnepilnīgākās savācējietaises ir vaļēji grāvji. Tie vietā tad, ja gruntsūdens atrodas ļoti sekli zem zemes virsas. Tādas ietaises ir dažās vietās Holandē (Amsterdamā, Leidenā, Harlemā un citur),

jo te saldaiss ūdens iegūstams ar platu grāvju sistēmu tikai 1—2 m dziļumā, kamēr dziļāk nāk sāļš jūras ūdens, uz kuŗa saldaiss ūdenis it kā peld. Ļaunums tādai ietaisei galvenā kārtā ir tas, ka grūti aizsargāt grāvjus pret netīrumu ietiekšanu, bet arī tehniskā ziņā ir grūtības, jo grāvji viegli pieaug ar zāli un to tīra turēšana maksā dārgi. To ievērojot, grāvju lietošana attaisnojama tikai atsevišķos izņēmuma gadījumos, kad citas savākšanas iespējas nav.



69. zīm. Savākšanas ietaise upes tuvumā.

Mazākus ūdens daudzumus saņem ar drenāžām no drenāžas caurulēm $d = 7,5$ līdz 15 cm, ko noliek ar vaļējām sadursmēm, pa kuŗām gruntsūdens iesūcas vadā. Būvgrāvja apakšējo daļu aizbeŗ ar rupju materiālu, ja vajadzīgs filtrveidīgi un noslēdz no virsas ar māla kārtu (līdzīgi kā 74. zīm.), lai neiesūktos virszemes ūdens. Īstenībā tādām vadām vajadzētu atrasties 4—5 m dziļi zemē, lai aizsargātos no virszemes ūdens.



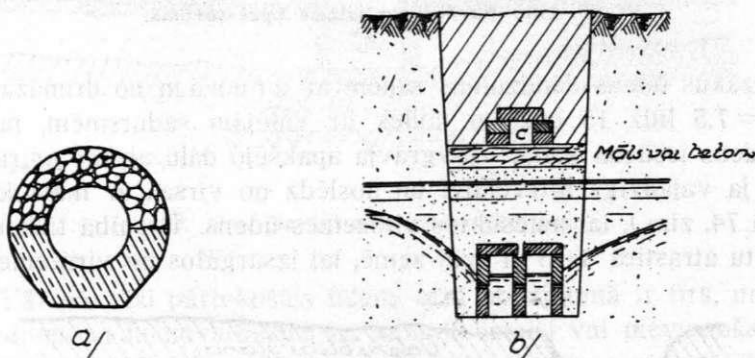
70. zīm. Filtrgalerijas šķērsgriezums upes tuvumā.

Laukumu, zem kuŗa savāc gruntsūdeni, nevar izmantot lauksaimniecības mērķiem, jo no mēsliem var netīrumu vielas iesūkties drenāžā pat no lielāka attāluma (zināmos apstākļos pat līdz 100 m) un fabriku ūdeņi ar neorganiskiem šķīdinātiem piemaisījumiem var pat būt kaitīgi no 1 km

un vēl lielāka attāluma, atkarīgi no depresijas līnes iespaidojuma un gruntsūdens tecēšanas virziena un ātruma.

Lielākus ūdens daudzumus saņem ar savākšanas cauruļu vadiem, kas var būt no caurumainām māla, čuguna vai betona caurulēm, diametrā 0,20 līdz 1 m. Māla caurules lieto līdz 500 mm platumam, kamēr, ja diametrs lielāks, lieto betona vai čuguna, retāk tērauda caurules. Dzelzs caurulēm tas ļaunums, ka caurumi var aizrūsēt, un betona caurules nevar lietot, ja ūdens satur betonam kaitīgas skābes, piem., humīnskābes.

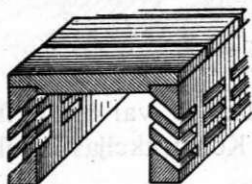
Vienkārša ietaise sastāv no apakšējās betona daļas un uzkratiem vaļēji akmeņiem virsējā daļā (71a. zīm.). Tāpat vienkārši var savākšanas galeriju uztaisīt no ķieģeļiem, liekot tos uz šaurās malas (71b. zīm.) vai plakaniski ($\frac{1}{2}$ ķieģeļa) un atstājot šuves neaizpildītas ūdens ietecēšanai tā izveidotā kanālī. Aizberot būves grāvi, uzliek vēl māla vai betona kārtu (0,30 m biezu), lai aizsargātu no virsūdens iesūkšanās. Virs māla vēl var no ķieģeļiem izveidot kanālīti virsūdens uzņemšanai un novadīšanai (71b. zīm.).



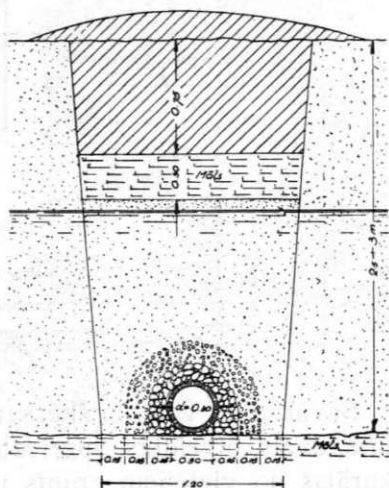
71a. un b. zīm. Savākšanas galerijas šķērs griezumus.

Lieto arī sevišķus no māla izveidotus un labi apdedzinātus ķieģeļu gabalus ar slīpi atstātiem ietece caurumiem. Kanāli no virsas pārsedz ar māla plātnēm (72. zīm.). Ķemeņu pilsētas gruntsūdens vada projektā (73. zīm.) paredzēta māla caurule $d = 0,25$ un $0,30$ m ar iegareniem 3×25 mm caurumiem. Caurumi projektēti virsējā daļā un ieņem $\frac{1}{4}$ no caurules virsas; apakšējā daļā caurumi nav ietaisīti. Caurules projektēts nolikt kā drenāžas vadu, bez salaidu noblīvējuma, ar kritumu $J = 0,001$. Lai smalkā smilts ($k = 0,00015$) nevarētu iesūkties caurulē, pēdējo apber ar filtrkārtām: tuvāk pie caurules ar rupjiem oļiem vai šķēmbām, rupjākām par 3 mm, tad uz ārpusi smalkākiem oļiem (1—3 mm),

virs tiem rupju smilti (0,3—1 mm). Pie grāvju aizbēršanas ap 0,75—1 m no virsas jāuzliek māla kārtā 0,30 m stiprumā, uz kuņas var uzbērt mālainu zemi. Caurules domātas nolikt uz māla slāņa, smiltis slāņa pašā apakšā. Lai gan paredzēts, ka ūdens caur filtru un spraugām sūksies vadā ar 0,45 mm ātrumu, pie kāda ātruma smiltis nevarētu tikt ieskalota, tomēr piedzīvojumi rāda, ka no tā daudzreiz pilnīgi izbēgt nevar, un tādēļ vadus projektē ar pietiekamu kritumu, lai ātrums būtu ne mazāks par $v = 0,3 \text{ m/sk.}$, pie kam tad smiltis tiktu aizskalota uz krājaku pie pumpētavas, no kuņas to viegli var izņemt. Bez tam paredzēts uz vadiem ietaisīt ik pa 50 m iekāpjamas

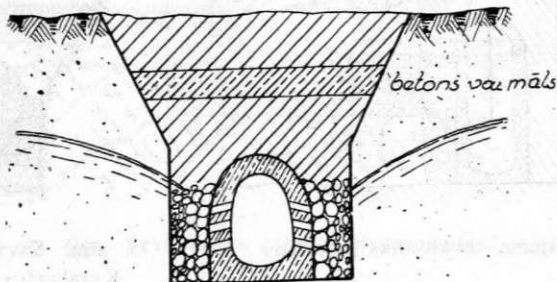


72. zīm. Ieņemšanas vads no māla plātnēm.



73. zīm. Projektētā savākšanas ietaise Ķemeri pilsētā.

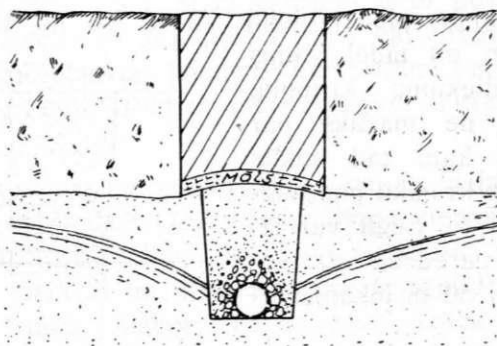
akas, vadu iztīrīšanai vajadzības gadījumā. Krājaka pie pumpētavas paredzēta no 2 nodaļām, viena smilšu uzķeršanai un otra pumpju sūcējvadu ieņemšanai.



74. zīm. Galerija no betona.

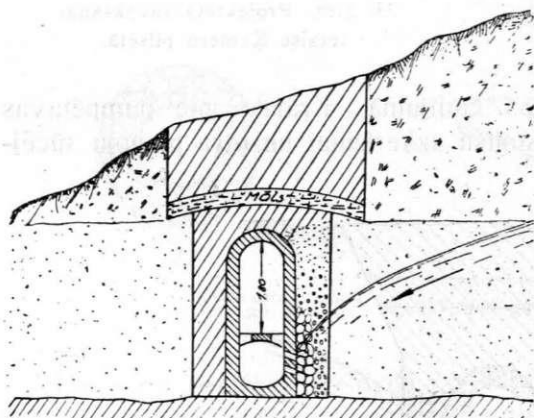
Savācējcaurule redzama arī 74a. zīm. Lielākus savācējkāņļus taista no ķieģeļu mūra vai betona (74. zīm.) ar caurumiem abos (74. zīm.) vai vienos sānos (74b. zīm.), atkarīgi no ūdens pieteces apstākļiem.

Visos gadījumos, lai caurumu izsargātu no smilšu caursūkšanās, vēlams aplikēt tos ar filtrkārtām un tuvāk pie zemes virsas uzlikt māla vai betona kārtu. Lielākus kanālus vēlams taisīt tik augstus, lai pa tiem varētu iet un tā revidēt kanāļa stāvokli no iebūvētās laipas (74b. zīm.).

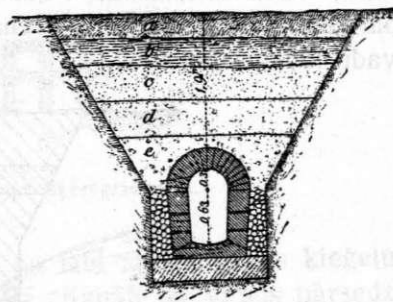


74a. zīm. Savācējcaurules ietaises šķērsgriezumā.

Savākšanas galeriju šķērsgriezums var būt ļoti dažāds, var būt četrstūris, ovāls, olveidīgs, apgrieztas olas veidā un t. t. Konstruktijas izvēle atkarājas no vietējiem grunts un ūdens apstākļiem.



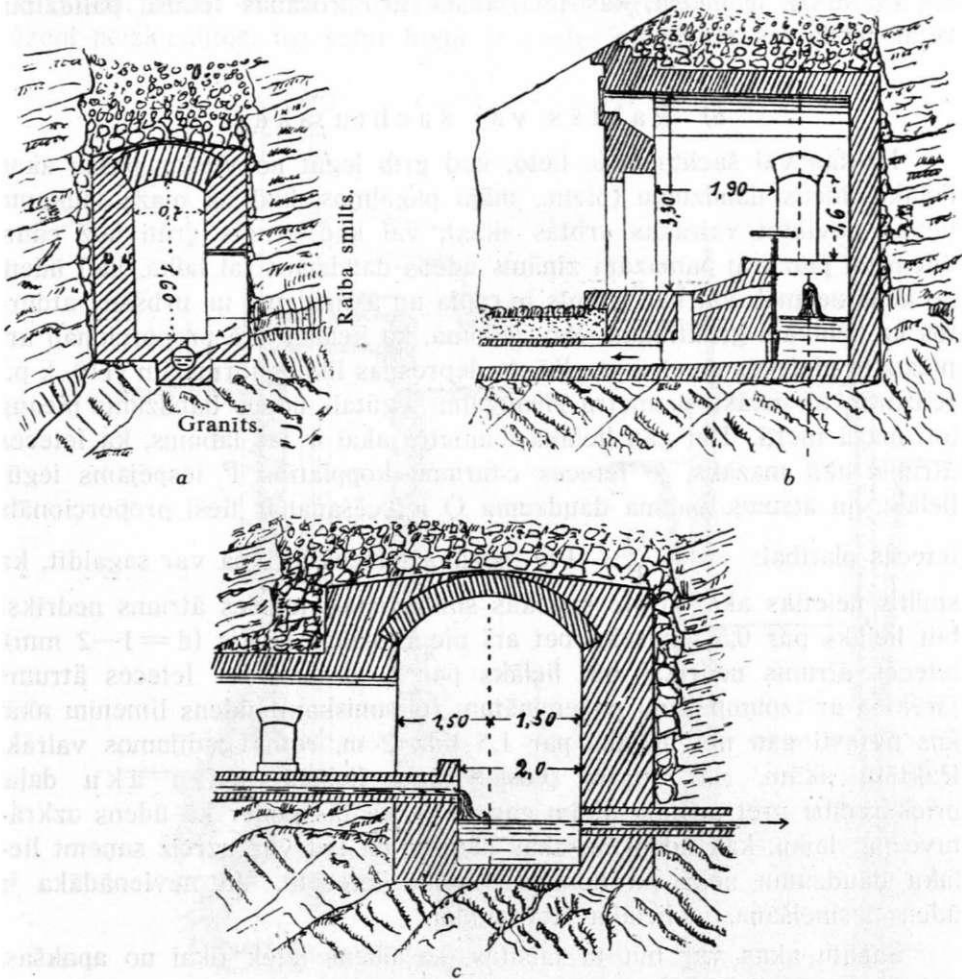
74b. zīm. Staigājama savākšanas galerija.



75. zīm. Savākšanas galerija Karajaučos (Königsberg).

No praksē sastopamām izbūvēm varētu vēl apskatīt dažus piemērus. Karajauču (Königsberg) vecās ūdens apgādes ietaises ir (75. zīm.) 500 m gara, 1,0 m augsta, augšējā daļa 0,63 m plata, apakšējā 0,5 m ķieģeļu mūra savākšanas galerija. Šuves mūrī atstātas valējas, ūdens ietecei. Galerija apbēta ar filtrmateriāla slāņiem.

Bāden-Bādenē (76. zīm.) galerija uztver ūdeni no smilšakmens slāņa, kas uzgulstas granīta slānim. Ūdens iet pa betona cauruļu vadu, kas ielikts zem galerijas dibena, uz sevišķu krājrezervuāru, kamēr lieko ūdeni, kas satek galerijā, novada pa sevišķu vadu uz atklātu ūdens tvertni.



76. zīm. Savākšanas galerija Bāden-Bādenē.

b) Akas.

Akas ir vertikālas gruntsūdens saņemšanas ietaises. Tās lieto tad, kad gruntsūdens līmenis atrodas dziļi zemē, zem zemes virsas vairāk par 5 m, un arī ūdensnesējs slānis ir biezs, vairāk par 10 m. Ar akām rodas arī iespēja ūdeni saņemt no slāņiem dažādā dziļumā, tātad var iz-

vēlēties ūdeni no tā slāņa, kas nes vislabāko ūdeni un vislielākā daudzumā.

Akas taisa divējādos veidos: a) raktās vai šachtu akas, kas parasti ir liela diametra, 1,5 līdz 3 m un vairāk (līdz 8 m), un kuŗās var iekāpt attiecīgo darbu veikšanai, un b) urbtās vai cauruļu akas, maza diametra, kas ietaisāmas ar urbšanas ietaišu palīdzību, retāk iesitamas zemē.

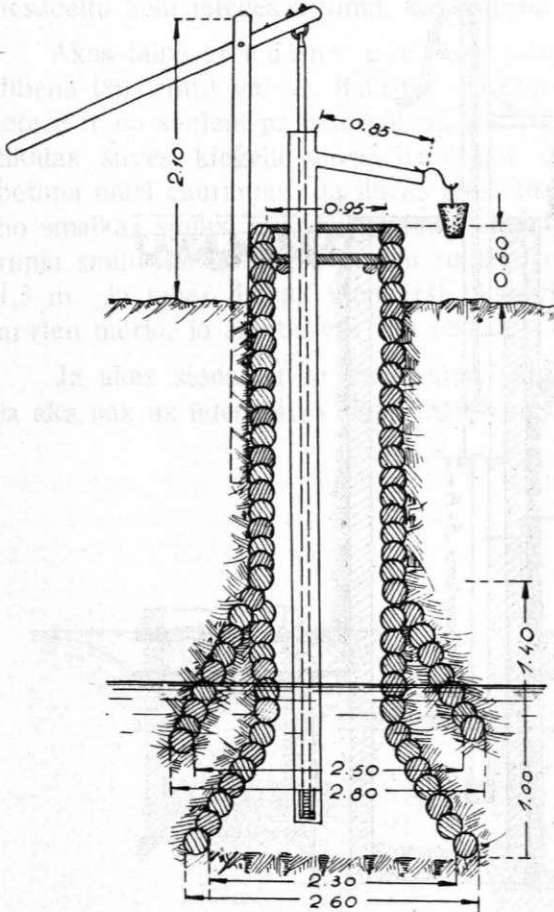
a) Raktās vai šachtu akas.

Raktās vai šachtu akas lieto, kad grib iegūt no vienas pašas akas lielāku ūdens daudzumu (piem., māju pagalmos, kad uz maza laukuma nevar novietot vairākas urbtās akas), vai kad grunts grūti laiž cauri ūdeni un jāuzkrāj pamazām zināms ūdens daudzums tai laikā, kad ūdeni no akas nesmeļ, vai kad grunts ir rupja un akmeņaina un urbšana atdurtos uz lielākām gruūtībām. Nav jādomā, ka lielākā akā proporcionāli arī pieaugtu pieteces daudzums. Kā no depresijas liknes formulām (110. l. p.) redzams, ar lielāku diametra pieaugumu iegūtais ūdens daudzums pieaug ļoti mazā mērā. Bet gan lielākā diametra akai ir tas labums, ka ieteces ātrums akā mazāks, jo ieteces caurumu kopplatību F iespējams iegūt lielāku un ātrums zināma daudzuma Q ietecēšanai ir tieši proporcionāls ieteces platībai: $v = \frac{Q}{F}$. Pie mazāka ieteces ātruma var sagaidīt, ka smiltis neietiks akā, jo pie smalkas smilts īstais ieteces ātrums nedrīkst būt lielāks par 0,5 mm/sek., bet arī pie rupjākas smilts ($d = 1-2$ mm), ieteces ātrums nedrīkst būt lielāks par 1-4 mm/sek. Ieteces ātrums jāreķina ar izpumpēšanu pazeminātam (dinamiskam) ūdens līmenim akā, kas parasti gan nav lielāks par 1,5 līdz 2 m, retos gadījumos vairāk. Raktām akām, pie kuŗām pieskaitāmas lielākā māju aku daļa, priekšrocība pret urbtām akām gan ir tā, ka tās noder kā ūdens uzkrātuve par laiku, kad ūdeni no akas neņem, un tad var uzreiz saņemt lielāku daudzumu nekā pa ņemšanas laiku ietecētu. Jo nevienādāka ir ūdens izsmelšana, jo lielāka jātaisā aka.

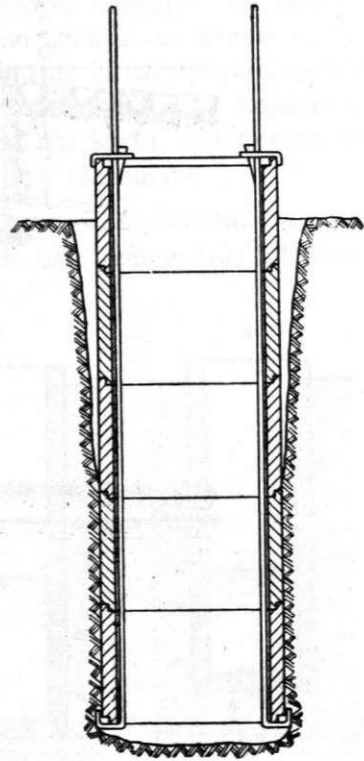
Šachtu akas var būt tā taisītas, ka ūdens ietek tikai no apakšas, vai tikai caur sienām ar caurnelaidīgu apakšu, vai arī no apakšas un caur sienām. Ja ūdens ietek no apakšas, parasti vajadzīgas aizsargietaises (filtri), lai smiltis nesakrātos akas dibenā un neaizsprostotu tīlpumu ūdens uzkrāšanai un arī neietiktu smelamās ietaisēs (pumpjos).

Visvienkāršākā veida šachtu akas ir mūsu pazīstamās māju grodu akas, ar koka sienām, grodiem (77. zīm.), četrstūrīnais. Koks tomēr nav grodiem sevišķi noderīgs materiāls, jo ātri sapūst. Bez tam pie koka pieķeras arī organiskas vielas un baktērijas. To ievērojot, arī

māju akas taisa betona, tad tās ir apaļas, diam. 1 m vai vairāk. Visvienkāršākā veidā var māju aku ietaisīt no gataviem cementa cauruļiem gabaliem (78. zīm.). Ietaisa tās tā, ka vispirms izrok aku līdz gruntsūdens līmenim un ieliek pirmo cementa cauruļi un, to iegremdējot, zemi pakāpeniski izrok. Turpmākos cauruļiem gredzenveidīgos gabalus uzliek uz apakšējā, liekot starpā cementa javu. Lai iegremdējot atsevišķie gredzeni neizkustētos, tos satur kopā ar dzelzs stiepiem.



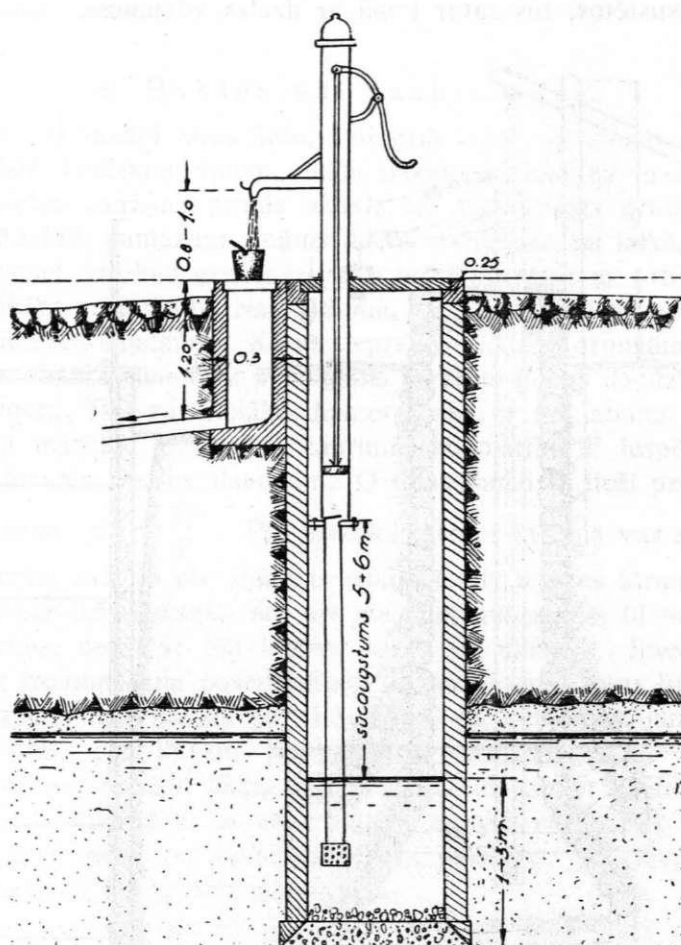
77. zīm. Grodu aka.



78. zīm. Māju akas no cementa caurulēm.

Māju akas parasti neielaiž dziļi ūdeni (1—3 m) un ūdens tajās ietek no apakšas un uzkrājas akā tai laikā, kad to nesmeļ. Noderīgi ir dibenā iebērt rupju filtrmateriālu, lai aka nepiesērētu ar smalku smilti. Ūdeni no tādas akas smeļ nolaižot spaini pie virves, ar sviras (vindas) un kārts

palīdzību vai ar grieztuvju ietaisi. Šādas ūdens smelšanas ietaises ir antisantitāras, jo pie spaiņa varēja pieķerties baktērijas, kuŗu starpā varēja būt arī slimību cēlējas. Grūti arī izsargāt tādu vaļēju aku pret netīrumu ietiekšanu no virsas. No sanitārā viedokļa vienīgi ieteicams aku pilnīgi noslēgt no āra un ūdeni izņemt ar pumpja palīdzību (79. zīm.).



79. zīm. Māju aka ar pumpi.

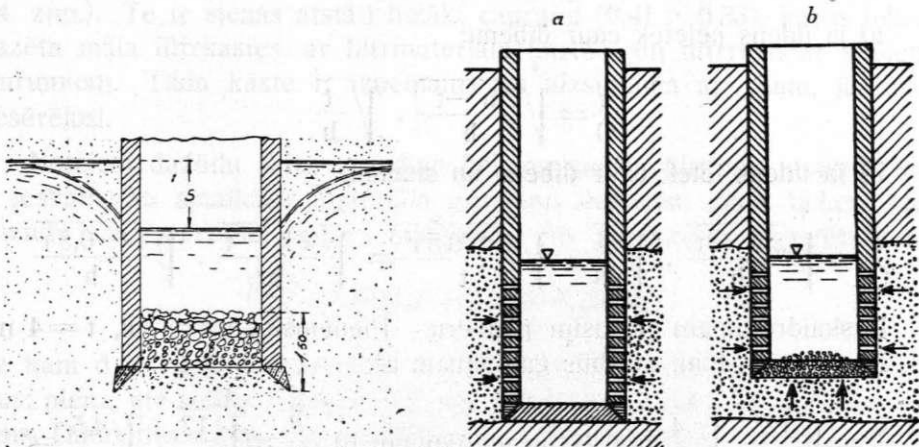
Pumpju sūcavstums var būt 5—6, vislielākais 7 m. Pie lielāka dziļuma pumpis jāielaiž akā, t. i. jālieto vienkāršs sūcēj-spiedēj-pumpis, ko ielaiž akā līdz vajadzīgam dziļumam (79. zīm.). Ja pieejama elektrība, var ierīkot ļoti ērtu ūdens piegādi.

Vēl jāuzsver, ka māju akas jāievieto tādā vietā, kur tajās nevarētu ietikt pa zemes virsu, ne arī iesūkties caur grunti netīrie šķidrumi no mēslu vietām vai no atejas bedrēm.

Šachtu akas centrāliem ūdensvadiem. Tās ielaiž dziļāk gruntsūdenī kā parastās māju akas, dažreiz līdz ūdensblīvam slānim, un taisa arī lielāka diametra, 2 līdz 3 un pat līdz 6 m, lai pie lielāka ūdens daudzuma izpumpēšanas līmenis nepazeminātos visai daudz un nesaceltu lielu ietece ātrumu, kas varētu ievilkst smiltis akā.

Akas taisa ar ūdens cietām sienām, tad ūdens ietece ir no dibena (80. zīm.) vai ar ūdens cietu dibenu (81., 82. zīm.), tad ietece ir no sāniem pa caurumiem, kas rodas atstājot vaļējas dažas vertikālas šuves ķieģeļu mūrī, iemūrējot drenāžas caurules vai ietaisot betona mūrī caurumus. Ja ūdens ietek tikai no apakšas un grunts sastāv no smalkas smiltis, tad akas dibens jānostiprina ar filtru, noliekot apakšā rupju smilti un uz augšu arvien rupjāku materiālu (80. zīm.), kopā apm. 1,5 m. Ja ieber dibenā vienkārši tikai vienu oļu kārtu, tad nesasniedz arvien mērķi, jo smiltis var tikt ieskalotas cauri oļu kārtai.

Ja akas sienas ir ar caurumiem, tad dibenu var izbetonēt, sevišķi ja aka nāk uz ūdensblīva slāņa (81a. zīm.). Ja aka nenoiet līdz ūdensblī-

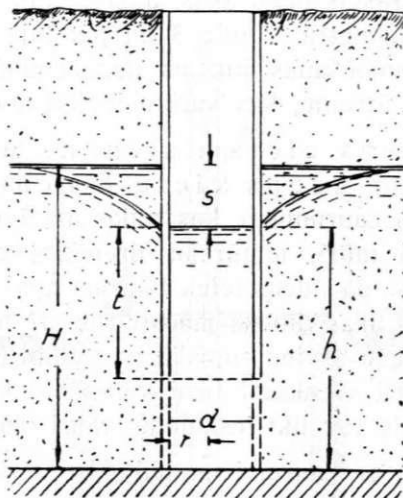


80. zīm. Ietece akā no apakšas, ar filtru.

81ab. zīm. Ietece akā no sāniem.

vam slānim, ietece var taisīt kā caur sienām, tā arī no dibena (81b. zīm.). F o r c h h e i m e r ' s pierāda, ka ūdenim zem akas dibena, ja aka nenoiet līdz ūdeni nelaidīgam slānim, ir zināms iespaids uz akas devību. Ja apzīmējam ar q — no akas, kas ielaista tikai t — dziļi zem pazeminātā

ūdens līmeņa s izpumpēto ūdens daudzumu (82. zīm.) un ar Q — ūdens daudzumu, kas dabūts no h — dziļas akas, kas nolaista līdz ūdens nelaidīgam slānim, tad Forchheimer's uzstāda šādas empīriskas formulas vienam un tam pašam nopumpēšanas dziļumam s :



82. zīm. Attiecības starp dziļām un seklām akām.

a) ja ūdens neietek caur dibenu:

$$\frac{q}{Q} = \sqrt[4]{\frac{2h-t}{h}} \cdot \sqrt{\frac{t}{h}}$$

b) ja ūdens ietek caur dibenu un sienām:

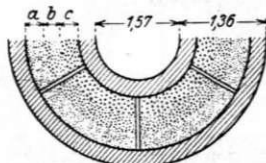
$$\frac{q}{Q} = \sqrt[4]{\frac{2h-t}{h}} \cdot \sqrt{\frac{t}{h}} \cdot \sqrt{\frac{t+0,5r}{t}} = \sqrt[4]{\frac{2h-t}{h}} \cdot \sqrt{\frac{t-0,5r}{h}}$$

Paskaidrojumam ņemsim piemēru. Pieņemsim $h=8$ m, $t=4$ m, $r=1$ m un $s=1$ m, tad būs gadījumam a):

$$\frac{q}{Q} = \sqrt[4]{\frac{12}{8}} \cdot \sqrt{\frac{4}{8}} = 0,78 \text{ un gadījumam b): } \frac{q}{Q} = \sqrt[4]{\frac{12}{8}} \cdot \sqrt{\frac{4,5}{8}} = 0,83. \text{ Ja, piem., } Q \text{ būtu } 10 \text{ sl., tad } q = 7,8 \text{ sl. vai } 8,3 \text{ sl.}$$

Arī akas, kas uzņem ūdeni ar caurumiem sānos, jāaizsarga no smilšu ieskalošanas. Ja grunts ir jaukta rupjuma, noderīgu ieteci var sagādāt, sākumā izpumpējot ar pārtraukumiem stipri lielākus ūdens daudzumus, nekā vēlāk paredzēts, kārtīgi darbojoties. Stipri pumpējot, caurumu apkārtne rodas lielāks ātrums, nekā gaidāms pumpējot kārtīgi, un smalkā-

kās smilts daļiņas tiek izvilktas no grunts un ievilkta akā. Tādā ceļā izveidojas ap ieteces caurumiem dabisks filtrs. Jāpumpē tik ilgi, kamēr no akas sāk nākt tīrs ūdens bez smilts daļiņām. Akā ievilkta smilts, protams, jāizsmel, iekams aku laiž kārtīgā darbībā. Tāda metode tomēr noved pie mērķa tikai tad, ja smalkās smilts daļiņas ieguldītas starp rupjākām. Ja visas smilts daļiņas ir vienādi smalkas, tad akas piesērēšanas novēršanai jālieto citi paņēmieni. Var caurumainās sienas taisīt dubultas, kā tas, piem., darīts Tegeles ūdensvadiem pie Berlīnes (83. zīm.),



83. zīm. Akas ar dubultsienām Tegeles ūdensvadiem pie Berlīnes.

starpu piepildot ar dažāda rupjuma filtrmateriālu, rupjāko pie iekšējās un smalkāko pie ārējās sienas. Dažāda rupjuma materiālus ieberot, ieliek pagaidām starpā skārda cilindrus, kuŗus pakāpeniski izvelk, sekojot iebēršanas gaitai. Tādai ietaisei ļaunums var būt tas, ka arī filtrmateriāls var ar laiku piesērēt un tad ūdens ietece akā būs traucēta. Labāks šai ziņā ir cits paņēmiens, ko Prinz's lietojis Vasa's pilsētas ūdensvadam (84. zīm.). Te ir sienās atstāti lielāki caurumi ($0,41 \times 0,33$), kuŗos ieliek glazēta māla filtrkastes ar filtrmateriāla kārtām un filtrresti ar slīpiem caurumiem. Tāda kaste ir izņemama un aizstājama ar jaunu, ja būtu piesērējusi.

Noteicot dažādu šķiru graudiņu lielumu smilšu filtriem, pieturas pie tā ieskata, ka smalkāka materiāla graudiņu lielumam jābūt tādā, kas neizietu caur starpām rupjākā materiālā. Šis nosacījums ir ievērots, ja

$$\frac{d_1^2 \pi}{4} \geq 0,04 d^2 \text{ vai } d_1 = 0,226 d,$$

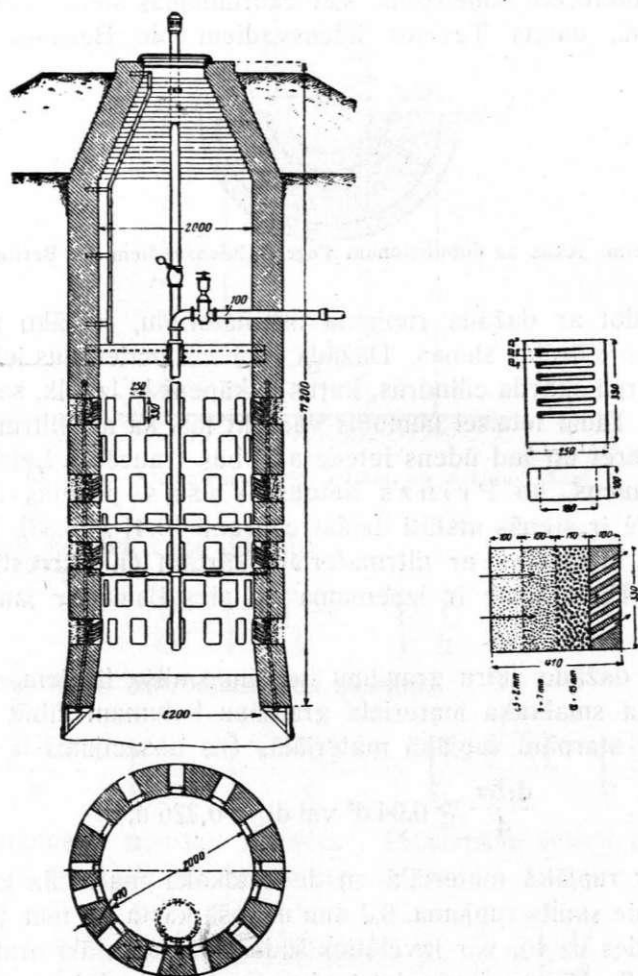
pie kam d ir rupjākā materiālā un d_1 smalkākā materiāla graudiņa lielums: piem., pie smilts rupjuma, 0,2 mm nākošā kārtā 0,9 mm, tad 4 mm un lums. Dibinoties uz to, var izvēlēties šādus filtrmateriāla graudiņa rupjbeidzot līdz 10—15 mm, ievērojot to, ka caurumi akas sienās nebūs lielāki par 10 mm. Tātad zinot smilšgraudiņu rupjumu un ieteces cauruma lielumu, var izvēlēties filtrkārtu materiālus.

Pēc Azerjera teorētiski attiecības starp smilšu graudiņu diametru (d — mm) un ūdens ieteces ātrumu (v — m/sek.) nosaka ar formulu $v = 0,175 d$, pieņemot graudiņus lodveidīgus ar īpatnējo svaru $= 2.7$.

Pēc Prinza un Thiem'a mēģinājumiem atrasti šādi lielumi:

$d =$	2	1,5	1,0	0,5	0,25	0,10	0,05	mm
$v =$	0,175	0,15	0,10	0,07	0,03	0,008	0,003	m/sek.

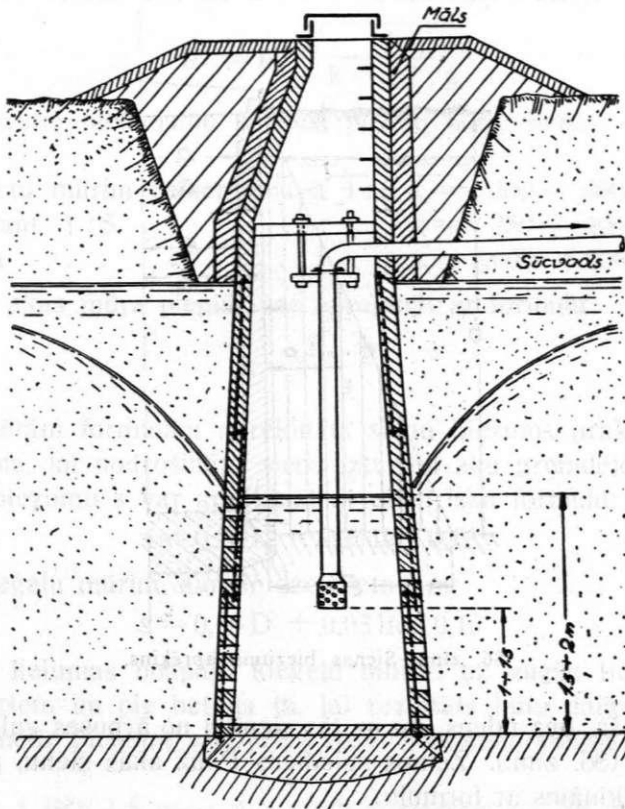
pie kam v uzskatāms par ātrumu, pie kuŗa smilts graudiņi vēl turas suspendētā stāvoklī.



84. zīm. Aka ar filtrrestēm.

Viršējā akas daļa, kas nāk pār gruntsūdeni, jātaisa ar blīvām sienām, lai nevarētu iesūkties no virszemes lietus ūdens. To var sasniegt ar biezu cementa apmetumu, vai apliekot ar mālu (85. zīm.). Aka jāpacel pāri par zemes virsu 0,5—2 m, un ap akas virsu zeme jāuzbeŗ ar kōnvei-

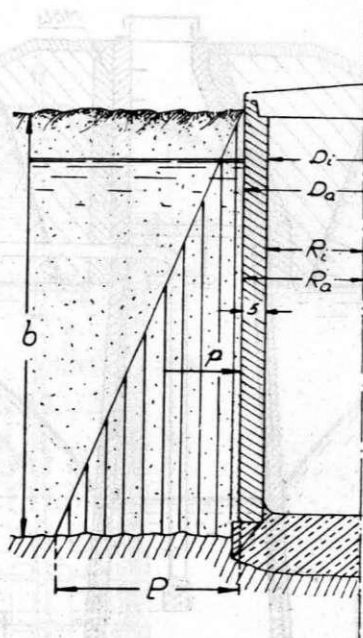
dīgu uzbērumu, kas no virsas jānostiprina ar velēnu aplikumu, vai ar bruģi. Aka jānoslēdz no virsas ar cietu, blīvu vāku, ko nevar attaisīt bez sevišķas ierīces. Akā ielaists sūcējvads ar caurumainu ienēmēju. Sūcējvads piekārts ar bultām pie dzelzs sijas.



85. zīm. Šachtu akas schēma.

Šachtu aku dziļumu reti pieļauj lielāku par 12 m, lai gan akas atrodamas arī līdz 30 m. Ar dziļumu pieaug konstruktīvās grūtības, un aka iznāk ļoti dārga. Tādā gadījumā izdevīgāk taisīt urbtas akas. Ja lielāks gruntsūdens dziļums, dara arī tā, ka līdz zināmajam dziļumam, ko ērti un lēti sasniegt, taisa šachtu aku un no tās dibena urbtu aku ar to nolūku, lai papildinātu akas devību ar ūdeni no dziļāka slāņa. Tāda kombinēta aka var dažreiz būt izdevīga, sevišķi, ja iespējams šachtas akas daļā ievietot pumpi lielākā dziļumā un tā dabūt ūdeni ar pumpēšanu arī no dziļāka slāņa.

Ākas sienu biezums. Teorētiski aprēķināt ākas sienas biezumu ir grūti, jo slodze nav pietiekami noteikta, gruntsīpašības ir dažādas un arī aku nogremdējot var celties nevienmērīgas piepūles. To ievērojot, ar ākas sienu biezumu nav jāskopojas, un arī vieglākai ākas iegremdēšanai zemē lielāks svars nāk pa labu. Teorētiskam aprēķinam pieņem,



86. zīm. Sienas biezuma aprēķins.

ka aka ir tukša, bez ūdens, un uz tās sienām no ārpuses gulstas ar ūdeni pildīta zeme (86. zīm.). Zemes spiediens P uz ākas sienu, pēc Brinkhausa aprēķināms ar formulu:

$$P = \frac{\gamma_u \cdot b^2}{2} + \frac{\gamma_z + \gamma_u}{2} \cdot b^2 \cdot \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\alpha}{2}\right)$$

kurā apzīmē:

γ_u — ūdens svaru 1 t (vienas tonnas),

γ_z — zemes svaru 1 t,

b — ākas dziļumu,

α — grunts dabisko nogāzes leņķi.

Pieņemot $\gamma = 1,82 = 2 \text{ t/m}^3$, $\alpha = 36^\circ$, dabū

$$P = 0,63 b^2 = \frac{p \cdot b}{2}$$

(tonnas) (p — slodze uz 1 m^2).

Tāpat vislielākā slodze tonnās uz 1 m² virsmas ir

$$p = 2 \cdot 0,63 \cdot b$$

Apzīmējot ar R_a — akas ārējo un ar R_i — akas iekšējo radiju, sienas biezumu $s = R_a - R_i$ un apskatot aku kā cauruli ar ārējo slodzi, var uzstādīt attiecības (gaļumi ņemami m, spriegumi t/m²).

$$R_a = R_i \sqrt{\frac{k}{k - 1,7 \cdot p}}$$

kur k — apzīmē pieļaujamo spiedes piepūli akas sienā — t/m². Var pieņemt:

klinkeru mūrim cementa javā 1 : 3	$k = 200 - 300$	t/m ²
betonam 1 : 5	$k = 250 - 400$	„
ķetam	$k = 3.000 - 6.000$	„

Gatavas akas mūra piepūli var aprēķināt ar formulu:

$$k = \frac{R_a \cdot p}{s}$$

Pēc minētām formulām aprēķināts sienu biezums praksē izrādījies par pietiekamu, lai nodrošinātu sienu izturību aku gremdējot. To ievērojot, sienu biezumu s var aprēķināt ar empīrisku formulu:

$$s = 0,1 D + 0,05 \text{ līdz } 0,12$$

betona un ķieģeļu mūrim, kamēr dzelzbetonam:

$$s = 0,08 D + 0,05 \text{ līdz } 0,10$$

Dabūtos lielumus noapaļo ķieģeļu mūrim uz augšu līdz parastiem ķieģeļu izmēriem un pie betona tā, lai rezultāts būtu dalāms ar 5 cm.

Praksē mēdz pieņemt sekojošus sienu biezumus ķieģeļu mūrim (pēc Bieske's):

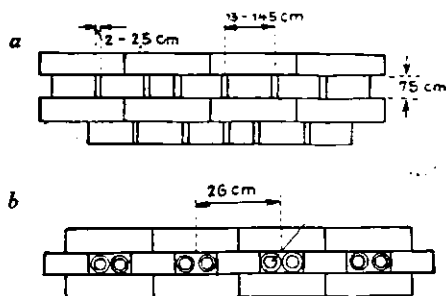
D = 1 līdz 1,5 m	— 1	ķieģeļa biezumu	— 25 cm
2 „ 2,5 „	— 1 ^{1/2}	„	— 38 „
3 „ 3,5 „	— 2	„	— 51 „
4 „ 5 „	— 2 ^{1/2}	„	— 64 „

(D — iekšējs akas diametrs.)

Betona sienas var taisīt par 25% plānākas, un dzelzbetona sienu biezums, atkarīgi no diametra un dziļuma, ir 10 līdz 30 cm. Aku sienas taša vienāda biezuma no apakšas līdz augšai, nesamazinot tās uz augšu, jo akā nav pieļaujami nekādi stūri vai pakāpes.

Mūra javai jābūt jau sacietējušai, iekams mūris nāk gruntsūdenī. Tāpat arī akas gremdēšanu, kas notiek parasti pakāpeniski, var tikai izdarīt tad, kad mūris pietiekami sacietējis un deformācijas nav vairs sagaidāmas.

Caurumus akas sienā pie ķieģeļu mūra, kā jau augšā minēts, ietaisa atstājot mūrī tukšas vertikālas šuves (87a. zīm.), vai iemūrējot drenāžas caurules (87b. zīm.). Betona mūrī var caurumus ietaisīt ieliekot starp ārējo un iekšējo veidni koka ķīli, ko iebetonē, bet iekams cements sacietējis, izvelk ārā, dabūjot tādā ceļā uz iekšu platāku caurumu,



87ab. zīm. Caurumu ietaisīšana mūrī.

kas vēlams, lai caurumos neiespiestos akmentiņi. Veidņus noņem pēc 2—4 dienām.

Akas taisa divējādā ceļā, — vai izrokot būvbedri, vai aku nogremdējot.

Pēc pirmās metodes izrok tik dziļu būvbedri, ar attiecīgiem nostiprinājumiem, cik vajadzīgs akas izbūvei. Šāda metode tomēr lietojama tikai pie seklām akām, pie tam, ja grunts ir stipra (nav, piem., peldu smilts) un ūdens pietece maza, kad būvbedrē pietekošu ūdeni var izpumpēt. Izpumpēšana pie mazas pieteces var notikt ar parasto būves pumpi, ietaisot būvbedres dibenā pumpja bedri. Labāk var būvbedri uzturēt sausu, ja ūdeni nopumpē ar 3 līdz 6 urbtām akām, ietaisītām apkārt būvbedrei. Pēdējais paņēmieni gan izmaksā vairāk, bet akas darbu izpildīšanai smiedz daudz priekšrocību, jo būvbedre ir sausa, un to var arī sausu uzturēt visu laiku, kamēr mūris nav pietiekami sacietējis.

Otra metode ir gremdmetode. Vispirms izrok būvbedri, ar nogāzēm, bet, ja vajadzīgs ar nostiprinājumiem 2—3 m dziļumā, vai kamēr nav sasniegts gruntsūdens līmeņa tuvums. Tad noliek horizontālā stāvoklī gremdvainagu, ko taisīja senāk tikai no koka (88. zīm.), tagad dod vairāk priekšroku dzelzs (89. zīm.) vai dzelzbetona vainagam (90. zīm.). Gremdvainags savienots ar iemūrētiem enkuriem.

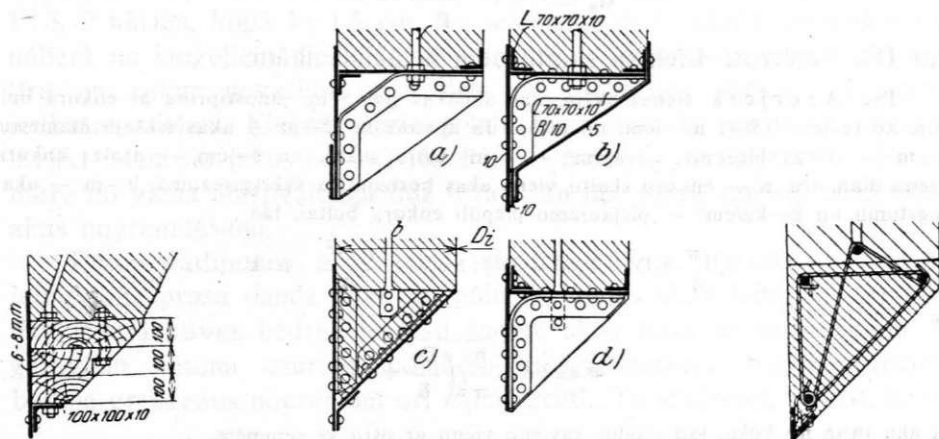
Gremdvainaga platumu pieņem līdzīgu mūra sienas biezumam, ja tas nav vairāk par 0,51 m. Ja siena ir biezāka par 0,51 m, tad vainagu netaisa platāku par 0,8 no sienas biezuma, un sienas apakšējo daļu iekšpusē taisa ar slīpumu (kā 88. zīm.). Vainaga augstumu ņem līdzīgu pla-

tumam. Apakšu taisa strupa naža veidīgu, un līdz pilnam platumam vainagu palielina trīsstūrveidīgi.

Pēc Brinkhaus'a vainaga izveidošanai skārda biezumu s (mm) pieņem pēc iekšējā akas diametra D (m).

$$s = 2D$$

bet ne plānāku par mm un ne biežāku par 10 mm. Stūrdzelzs sānus pieņem 10 reiz platākus par skārda biezumu.



88. zīm. Gremdvainags no koka.

89. zīm. Gremdvainags no dzelzs.

90. zīm. Gremdvainags no dzelzbetona.

Koka vainaga kārtas cieti saskrūvē (88. zīm.) un nazi izveido no stūrdzelzs, bet vainagu no ārpusē apliek ar skārdu, lai būtu gludāks un stiprāks. Dzelzbetona vainagus (90. zīm.) uzskata par visizturīgākiem, ja tie rūpīgi izgatavoti. Tos izgatavo pašā būves bedrē, akas vietā, no trekna betona (1 : 4 līdz 1 : 5), kam ļauj sacietēt vismaz 2 nedēļas, iekams aku sāk nogremdēt.

Lai mūris nogremdējot nebojātos, to satur kopā ar saenkurošanu. Enkuru bultām ir tā nozīme uzņemt stiepes piepūles, kas varētu mūrī celties aku gremdējot. Enkuru kopgarumam vajag būt tik lielam, cik ir viss akas gremdēšanas dziļums. Ja tās dziļums ir vairāk par 2—3 m, tad, enkurus sadala atsevišķiem dziļumiem 1,5—2 m (85. zīm.). Pie katra enkura garuma iemūrē sevišķu starpvainagu, ko uzmauc uz enkura bultas un tad pievelk ar skrūvi vai ieskrūvē sevišķā savienojuma gabalā ar dubultu vīti. Jauno bultas galu ieskrūvē virsējā vītē. Tā kā enkuriem jāuzņem stiepes piepūle, tad tāds savienojums ir pareizs, jo paliek viens un tas pats stiepes spēka virziens. Nav ieteicams, noliekot plakānu starpvainagu, galu noslēgt ar uzgriezni un jaunai bultai

apakšējo galu ielikt sāniski no pirmās, jo ar to var celties lieces piepūles starpvainagā ar visām nevēlamām parādībām.

Enkuru attālumu, lokā rēķinot, pieņem 1,2 līdz 1,5 m. Tātad pie akas vidējā diametra D , enkuru skaits būtu:

$$n = \frac{D \cdot \pi}{1,2 \text{ līdz } 1,5}$$

Enkuru bultas resnumu d_a (cm) var pieņemt pēc Brinkhaus'a:

$$d_a = \frac{7,5 \text{ līdz } 12,5 \cdot D}{n}$$

kur D — metros. Lielāku skaitli ņem lielākām akām.

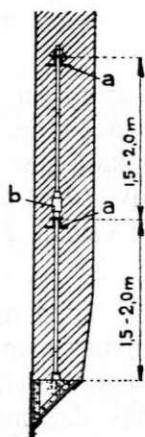
Pēc Azerjēra sienas akām, kas dziļākas par 5 m, jānostiprina ar enkura bultām, ko ievieto 0,5—1 m vienu no otras. Ja apzīmē ar D —m — akas iekšējo diametru, δ —m — sienas biezumu, γ —kg/m³ — 1 m³ mūra svaru, un d —cm — dzelzs enkura stieņa diametru, n — enkuru skaitu vienā akas horizontālā šķērsgriezumā, h —m — akas augstumu un k —kg/cm² — pieļaujamo piepūli enkura bultai, tad

$$\frac{\pi}{4} [(D + 2\delta)^2 - D^2] \cdot h \cdot \gamma = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot n \cdot k$$

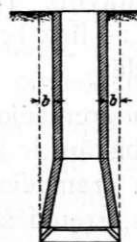
un

$$d = 2\delta \sqrt{\frac{h\gamma}{\pi k} \left(\frac{D}{\delta} + 1 \right)}$$

Ja aku taisa no koka, tad grodus savieno vienu ar otru ar cemmēm.



91. zīm. Enkuru iestiprināšana mūrī.



92. zīm. Kōniskis akas apakšdaļas izveidojums.

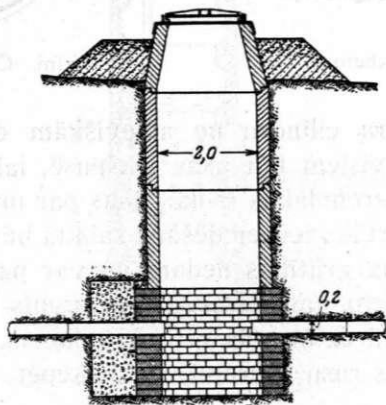
Aku, kā jau minēts, taisa no ķieģeļu mūra, betona, dzelzbetona, retāk no dzelzs. Akas ar lielāku gremddziļumu par 8 m, tāpat arī akas ar lielāku par 5 m diametru, pie mazāka gremddziļuma izveido apakšējā daļā kōniski (92. zīm.) (ar slīpumu 1 : 20 līdz 1 : 50), kas atvieglo akas

grimšanu. Kōniskās daļas augstumu ņem parasti $\frac{1}{4}$ līdz $\frac{1}{3}$ no gremdzījuma.

Schöcklitsch's ieteic cik iespējams kōnisko daļu netaisīt, jo gar akas sienām izveidojas uzirdināta grunts, kas vieglāk laiž cauri ūdeni un tādā ceļā var ienākt akā virsējais ūdens. Tādēļ ieteicamāk izveidot aku, cilindriski un ārējo virsu labi nogludināt, lai nebūtu pretestība grimšanai.

Aku mūrē no stipri dedzinātiem ķieģeļiem ar cementa javu (1:4). No ārpusē apliek akas mūri ar gludu apmetumu, cementa javu 1:2 līdz 1:3, 2 kārtās, kopā 1—1,5 cm. No iekšpuses taisa gludu izšuvojumu un noberž no ķieģeļiem pielipušo javu tā, lai iekšpuse būtu pilnīgi gluda un tīra un nekur nevarētu uzņemties vai pieķerties kādas akā nejauši ietikušas vielas. Ķieģeļi iepriekš labi jāizmērcē, lai tie mūrī nevarētu izvilkst ūdeni no javas un tā padarīt mūri nestipru un neizturīgu. Parasti mūrē no viena starpvainaga līdz otram, un pēc mūra sacietēšanas izdara akas nogremdēšanu.

Reģos gadījumos akas taisa no blīvēta betona. Ievērojot ietaisīšana prasa daudz laika un pūli, un tādās akas īstenībā var taisīt tikai sausā būves bedrē. Parasti šachtu akas taisa no atsevišķiem, jau gataviem betona cauruļu gabaliem vai gredzeniem, bet caurumainus betona gredzenus nogremdēt arī nākas grūti. To ievērojot, parasti betonu



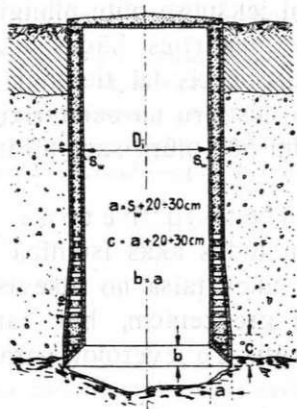
93. zīm. Betona aka ar caurlaidīgu sienu no mūra.

lieto mazākām ietaisēm un tad caurumaino daļu apakšā izmūrē (93. zīm.) un virsū uzliek gatavus betona gredzenus.

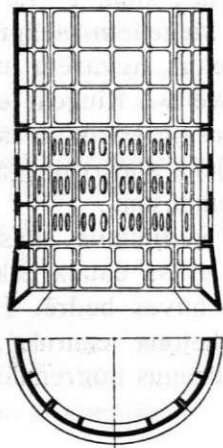
Labāks par vienkāršo betonu ir dzelzbetons, jo tas atļauj plānākas sienas, un tās var labāk uzņemt stiepes piepūles, kas varētu rasties aku gremdējot vai noliecoties šķībi. Betona maisījumu pieņem 1:4 līdz 1:5. Horizontālam stiēgrojumam lieto apaļu dzelzi 8—10 mm

diametrā un noliekot 12,5 līdz 20 cm attālumā. Vertikāliem dzelzs ieliktniem lieto 16 līdz 20 mm resnu dzelzi un ieliek 0,50 līdz 0,75 m attālumos. Caurumus novieto starp dzelzlieliktniem, parastā lielumā (2—2,5 cm platus un 20—30 cm augstus).

Dzelzs akas. Peldu smiltī, kuŗā ļoti viegli var notikt nevienāda akas nogrimšana vai nošķiebsanās, lieto dažreiz dzelzs vai (ķeta) čuguna akas, kas stiepes piepūlēm var labāk pretoties kā mūris vai betons. Aku sastāda no atsevišķiem cilindriem (95. zīm.), d līdz 4 m, gaŗiem 1 m, un



94. zīm. Dzelzbetona aka.

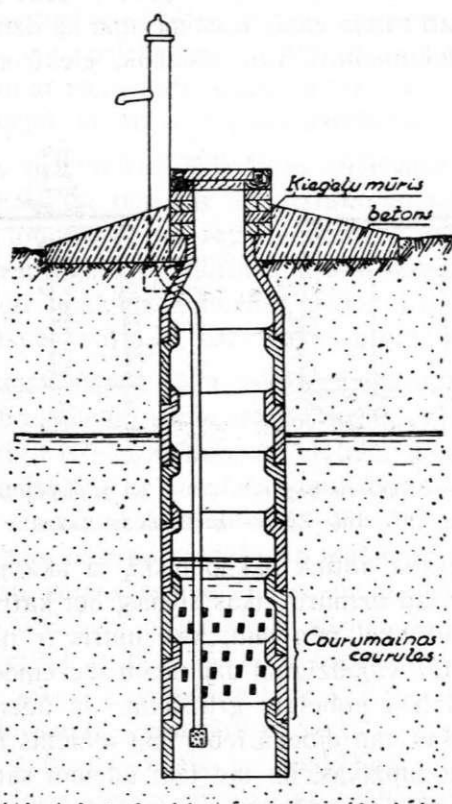


95. zīm. Čuguna gremdaka.

lielām akām pat katru cilindru no atsevišķām daļām, tikai savienojumu atlokjiem vajag visiem būt akas iekšpusē, lai neceltos lieka berze iegremdējot. Čuguna gremdakas ir dārgākas par mūrētām, bet to priekšrocības ir, pirmkārt, ērtāka iegremdēšana saliktā būves gruntī, un, otrkārt arī caurumu ietaisīšana grūtības nedara un var pat caurumos būt ietaisīti sevišķi rāmji ar sietu, kas aizsarga pret grunts ietikšanu akā. Tomēr ievērojot dzelzs aku dārdzību, tās reti sastopamas. Vēl nevēlama parādība ir tā, ka ar dzelzs rūsu caurumi var aizķepēt un rūsa var arī ūdeni bojāt.

Glazēta māla cauruļu akas māju akām daudz lietotas Amerikā (96. zīm.). Tās var ļoti vienkārši ietaisīt no māla caurulēm $d = 0,60$ līdz 1,0 m. Šādas aku caurules izgatavo ar stiprākām sienām kā parastās caurules. Uzmavas aizblīvē ar cementa javu. Ja ūdeni neieņem tikai no apakšas vien, bet arī no sāniem, tad apakšējās caurules, kas nāk zem ūdens līmeņa, jātaisa ar caurumiem, parasti iegareniem, kā čuguna caurulēm. Virsējo daļu var izmūrēt ar ķieģeļiem un aku aiztaisīt ar vāku, kuŗam cauri iet pumpja caurule.

Akas iegremdēšana. Pēc tam, kad mūris pietiekami nocietējis, stājas pie akas iegremdēšanas grūti. Grimšanu sasniedz ar to, ka izrok zemi zem vainaga līmeņa un arī zem paša vainaga, ja rakšanu izdara strādnieki, nokāpuši akas dibenā. Tas ir iespējams, ja ūdens ieteci iespējams apkarot ar izsmelšanu vai izpumpēšanu. Ja pietece nav visai liela, izrok akas dibenā bedrīti, kur ūdens sakrājas un no kurienes to var saņemt spainī vai rokas pumpja sūcējcaurulē. Daudzreiz iespējams



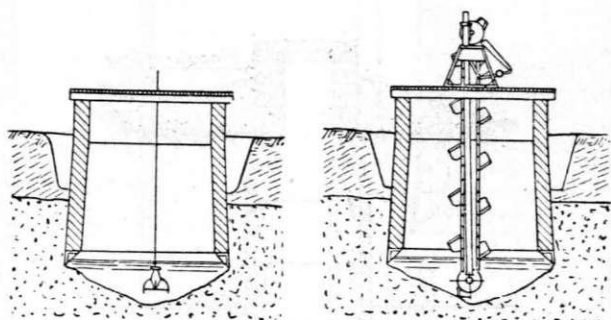
96. zīm. Glazēta māla cauruļu aka.

ūdens ieteci pieveikt, iegremdējot akas vidū pakāpeniski ar iesišanu, ja vajadzīgs ar urbšanu, cauruļu aku, dziļāk par nodomāto šachtu akas dziļumu; no tās tad, ūdeni pumpējot, uztur gruntsūdens pietece līmeni pietiekamā dziļumā, lai netraucētu rakšanas darbus. Izrakto zemi saber spainos un izceļ no akas ar triša vai vinčas palīdzību.

Ja ūdens pietece ir tik liela, ka izpumpēšana darītu grūtības, tad ūdeni akā atstāj dabīgā veidā un zemes rakšanu izdara zem ūdens. Mazākās akās lieto rokas zemes smelamās ierīces, kamēr lielākām akām

vajadzīgs lietot mehāniskas ierīces, bagarus, satveru bagarus (greiferus) (97a. zīm.) vai kausiņu bagarus (97b. zīm.). Satveru bagaru veido 2 lāpstas, kas griežas ap horizontālu asi un, kopā saejot, izveido kausu. Nolaižot kausu akas dibenā, tas attaisās, satver zināmu zemes daudzumu (0,5—1 m³) un paceļot aizveras. Pacelšanai resp. nolaišanai ir atsevišķas tauvas. Darba ražīgums var būt līdz 50 un vairāk m³ stundā.

Kausiņu bagaru ražīgums ir lielāks, jo tie strādā nepārtraukti. Sastāv no kausiņiem, kas sarindoti uz bezgala ķēdes; ķēde griežas ap 2 skrituļiem, kas piestiprināti rāmja galā. Kustināšanai kā dzinējspēks noder iekšdegu motors vai lokomobile, vai, vislabāk, elektromotors, ja elektrība pieejama.



a. Zemes satveru bagars.

b. Kausiņu bagari.

97. zīm. Zemes izcelšana no akām.

Akas iegremdēšana notiek pakāpeniski, ja aka jāiegremdē dziļi, un pakāpeniski arī var tad uzmūrēt akas sienas, bet katrā ziņā gatavu sienu var iegremdēt ūdenī tikai pēc tam, kad mūris ir pietiekami sacietējis. Pēc tam, kad aka līdz vajadzīgam dziļumam iegremdēta, no tās izpumpē ūdeni, lai aka vēl labāk nobeigtu grimšanu. Ja ūdens ietece akā paredzēta tikai no apakšas, tad dibenā ieber jau minētās filtra kārtas, apakšā smalkākas, uz virsu rupjākas, un tad ļauj ūdenim satecēt akā. Ja paredzēta ūdens ietece tikai no sāniem un apakšu paredzēts izbetonēt, tad ļauj ūdenim atkal aku piepildīt un betonēšanu izdara zem ūdens. Ūdeni no akas tad var izpumpēt tikai pēc tam, kad betons sacietējis (2—3 nedēļas) vai pat ilgāk.

Gremdakas lieto ļoti plaši, tikai to gremddziļums var būt kādi 20 m, jo pie lielākiem dziļumiem grunts berze gar sienām ir tik liela, ka gremdēšanu būtu grūti izdarīt. Arī mazākiem dziļumiem daudzkreiz nepietiek pašas akas svara, bet jāuzliek vēl papildu slogs no kādiem smagiem ķemējiem, piem., čuguna gabaliem.

Bez minētiem 2 paņēmieniem aku būvē, sevišķos gadījumos lietotas citas metodes, bet tās gan reti sastopamas.

Pneumatiska vai saspiesta gaisa metode daudz gadījumos tiek lietota tilta balstu būvei, bet šad un tad arī lielām akām, kad to dziļums pārsniedz 20 m. Metode lietojama, ja dziļums līdz 30 m, jo cilvēks var vēl strādāt pie 2 atmosfairas pārspiediena, kamēr pie 4 atm. jau veselība var būt apdraudēta (1 atm. spiediens = ap 10 m). Pie šīs metodes nogremdē bez dibena dzelzs kasti vai kesonu, ko pilda ar spiestu gaisu, lai ūdeni atspiestu atpakaļ zemē. Kesons tad paliek zemē un noder kā akas aptvere, kuŗas iekšpusē izmūrē aku, ar vēlāku ūdens ieteci akā no apakšas. Lai noslēgtu spiestā gaisa izplūšanu, kesons ir no virsas hermetiski noslēgts, bet noslēgumā ietaisītas gaisa slūžas, kas vajadzīgas satiskmei starp telpu ar augstu spiedienu un telpu ar āra gaisu, kā cilvēku ieviešanai un aiziešanai, tā arī materiālu ieviešanai kesonā.

Saldēšanas metode. Mākslīgas saldēšanas ceļā sasaldē šķidro grunti visapkārt akai, un tad var aku izrakt un uzmūrēt cietā, sausā gruntī. Metode ir ļoti dārga un reti lietojama. To varētu lietot lielām akām ļoti šķidrā gruntī (peldu smilti), kad aku izbagarēt izrādītos grūti, ja no sāniem un gar apakšmalu ieplūst arvien jauns materiāls. Tomēr tādā gadījumā jāapsver, vai nav izdevīgākas urbtas akas.

Saldēšanas metodi lieto tādā veidā, ka 2—4 m ārpus rokamās akas 1 m attālumā vienu no otras ietaisa urbtas akas, kuŗās ielaiž saldēšanas caurules $d = 100\text{—}200$ mm, ar cietiem apakšgaliem. Caurulēm jābūt pilnīgi svērtēniskām, lai sasalušā siena būtu vienlīdzīga. Saldēšanas caurulēs iekār citas mazākas, $d = 26\text{—}40$ mm, pa kuŗām ievada saldējuma šķīdumus, kas nāk no saldēšanas mašīnas. Lieto šķīdumus, kas sasalst tikai pie ļoti zemas temperatūras, piem., chlōrmagnēzija sārmu, kas sasalst pie -33°C , vai chlōrkalcija sārmu, kas sasalst pie -40°C . Var arī aukstumu ražot ar tādā šķīduma izgarošanu, kam ir zema vārīšanās temperatūra, piem., amonjakam tā ir -20°C , ogļskābei vēl zemāka, ar ko sasniedz saldēšanas temperatūras -17°C līdz -22° . Izgarošanai vajadzīgo siltumu šķīdums izvelk no apakšējās zemes kārtas, kas tad sasalst, un tā izveidojas sasalis cilindrs no 2 līdz 4 m sienu biezumā, kas dod iespēju izrakt zemi un uzmūrēt aku.

Ķīmiska nostiprināšanas metode ļoti līdzinās saldēšanas metodei, jo arī pie šīs metodes sagādā apkārt rokamai akai cietu grunti, bet tikai ar ķīmiskiem līdzekļiem, kas smilti saista tik cietā veidā, ka attīstās betonveidīga masa. Metode patentēta, un tās plašāka lietošana, arī ēku pamatu būvei, vēl maz pazīstama un arī saimnieciskā puse nav skaidra.

Akas gāzes. Aku ropot ir bijuši nelaiimes gadījumi, kad strādnieki nosmok kaitīgās gāzēs, kas sakrājušās akā. Visbiežāk jāsastopas ar ogļskābi (CO_2), kuŗas īpatnējais svars ir 1,5 lielāks par atmosfai-

risko gaisa svaru un kuŗa tad sakrājas akas dibenā. Pie 2,2% ogļskābes gaisā izdziest svece, un ar to var pārliccināties, vai akā nav ogļskābe. Tieši kaitīga veselībai ogļskābe ir, ja tās saturs gaisā ir 4%, un pie 18% cilvēks acumirkli nobeidzas. Akā gāze var sakrāties no strādnieku izelpojumiem, no apgaismošanas līdzekļiem un t. t., bet to tomēr atšķaida ar materiālu celšanas ietaisēm. Ļaunāk ir, ja ogļskābā gāze nāk no zemes iekšienes, vai tā attīstījusies spridzinot, no spridzināmām vielām. Gāze no akas jāizdzen, iekams tajā sāk strādāt. Ogļskābo gāzi izdzen sagādājot ražīgu gaisa kustību, piem., sasildot akas dibenā gaisu, iemetot degošu salmu kūli, vai nolaižot spaini sakurtu uguni, vai aplaistot akas iekšpusi ar karstu ūdeni, vai nolaižot dibenā spaini ar nedzēstu kaļķi, to iepriekš nolaišanas aplejot ar ūdeni. Var arī širmi atkārtoti nolaižot un paceļot izdzīt gāzes. Pie lielākām un dziļākām būvēm, ja ceļas daudz ogļskābes, jāierīko mākslīga vēdināšana, ar tīra gaisa iepūšanu.

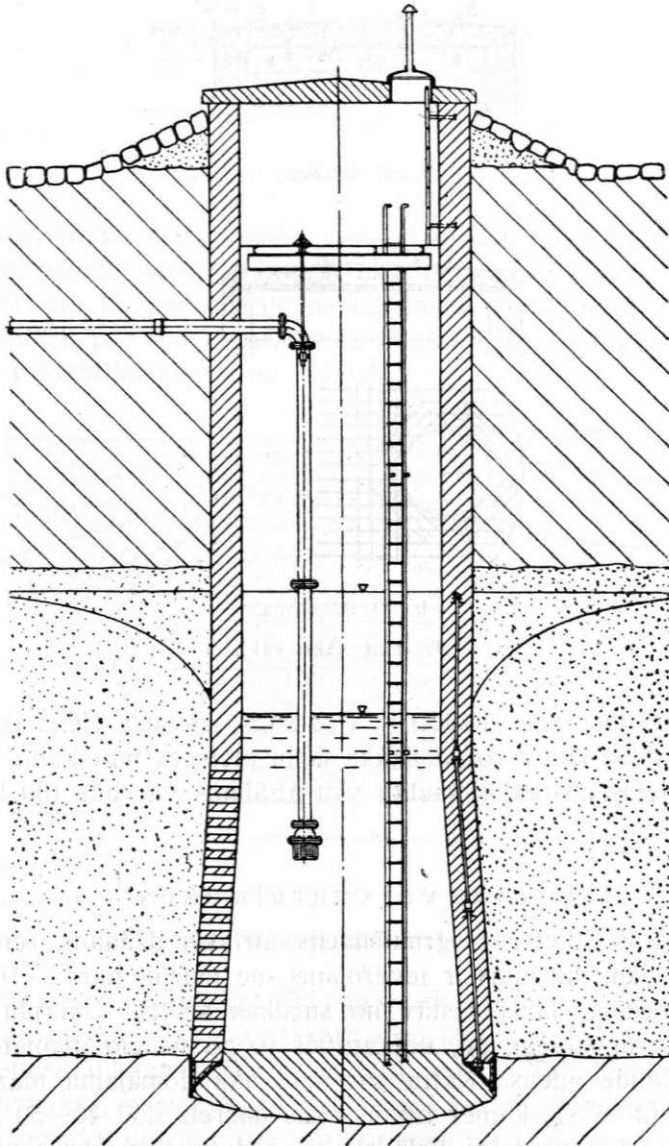
Zināmos gadījumos, sevišķi pēc spridzināšanas, var attīstīties ogļskāblis (CO), kas jau ar 1% var būt indīgs, un pie 29% rodas sprāgstošs sastāvs. Arī sērūdeņradis (H₂S) var rasties no dažiem sēra savienojumiem, bet šī gāze ir viegli konstatējama ar savu smaku. Metāns (CH₄) ir viegla gāze, ceļas no purva pūšanas procesiem, un var sakrāties zem kādiem pārsegumiem akā, deg pie 5¹/₂% gaisa, bet pie 9¹/₂% eksplodē. Ja tādas gāzes akā manītas, jāgādā par to izdzišanu. Retos gadījumos var būt arī vajadzība strādājot lietot attiecīgas gāzu maskas. Tas būtu tādā gadījumā, ja gāzes ceļas un pastāvīgi izplūst no zemes iekšienes. Ļoti ieteicams aku racējiem iepazīties ar pretgāzu līdzekļiem.

Akas sagatavošanai normālai darbībai vajadzīgs aku izpumpēt tīru no nogulušās smilts, kas varēja pa darba laiku ietikt akā, un tāpat arī izpumpēt smilti, kas varētu darbības sākumā ietikt akā. To izdara ar to pašu darba laikā ūdens nopumpēšanai lietoto pumpi, pumpējot vismaz 50% lielāku ūdens daudzumu, kā domāts normālas darbības laikā. Iekams iesāk pumpēt, ļauj gruntsūdenim uzkrāties līdz pirmatnējam līmenim, tad laiž pumpi darbā ar pilnu slodzi, un, kad nopumpēts līdz zemākajam iespējamam līmenim, pumpēšanu aptur, ļauj ūdenim atkal uzkrāties, un tā to atkārtoti tik ilgi, kamēr no pumpja iztek pilnīgi tīrs ūdens. Pēc tam izsmel no akas nogulušos smilti, un tad vēlreiz atkārtoti stipro nopumpēšanu. Kad akā vairs smilts nenogulstas un no pumpja nāk ārā tīrs ūdens, tad aka ir pilnīgā kārtībā un to var tagad iekārtot normālai darbībai.

Akas iekārta. Pēc tam, kad ar pumpēšanu aka sakārtota, tajā iebūvē pumpja sūcējvadu (98. zīm.), nokāpjamās trepes, visu notīra, dzelzs daļas nolako ar asfaltlaku, tāpat aizlaidņus, uzliek virsū vāku, un tad aka uzskatāma par gatavu. Akas vāku (99. zīm.) taisa vislabāk no

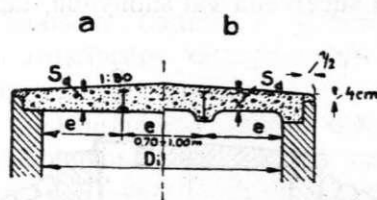
betona vai dzelzbetona, bet sastopami arī dzelzs un čuguna vāki. Koka vāki no spundētiem dēļiem nav ieteicami, jo zem saules iespaida plaisā un akā var ietikt netīrumi.

Šachtu aku skaits parasti nebūs liels, reti būs vairāk kā 1. Ja centrālām ūdens apgādēm būtu vajadzīgs ietaisīt vairāk par 1 aku, tad tās pievieno pie kopīga sūcējvada vai sifonvada, tāpat kā to vēl redzēsim

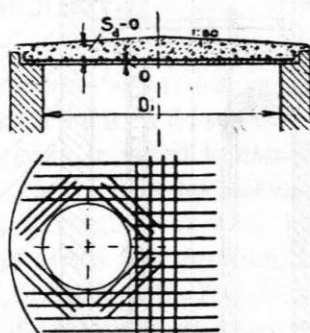


98. zīm. Liela mūrēta aka ar piederumiem.

pie cauruļu akām (200. l. p.). Ja vairāk akas vajadzīgas, tad no svara ir izvēlēties pareizo attālumu starp akām. Kā jau zināms no hidroloģiskiem apcerējumiel (115. l. p.), aku attālums atkarājas no nopumpējamā ūdens daudzuma, nopumpēšanas dziļuma, no gruntsūdens nesēja īpašībām un t. t.



a. Betona.



b. Dzelzbetona.

99. zīm. Aku vāki.

Visi šie apstākļi iepriekš jāizpētī, ja vajadzīgs, jāietaisa viena aka kā izmēģinājuma aka un jānovēro pa ilgāku laiku pieteces noteikumi, kā tas jau zināms. Vidējos apstākļos šachtu aku attālums var būt 100 līdz 200 m citai no citas.

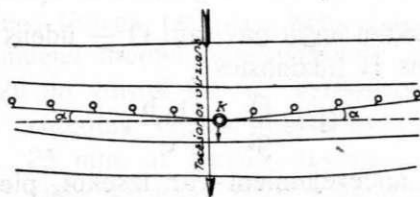
β) Urbtās vai cauruļu akas.

Šādas akas jālieto, ja gruntsūdens atrodas dziļākos zemes slāņos un pie tam slāņu biezums ir ievērojams, ne mazāk par 5—10 m, un ja gruntsūdensnesēja slānis sastāv no smalkas smilts. Cauruļu akas var ielaist dziļi gruntsūdenī, un, neskatoties uz to nelielo diametru, var ar tām iegūt daudz ūdens. Katra par sevi aka domājama mazam ūdens daudzumam (2—5 sl., kamēr raktās akas dažreiz dod 40—50 sl. un vairāk), bet tā kā akas taisa lielā skaitā, tad ar tām var saņemt daudz ūdens. Arī ieteces ātrums akas caurumos, ievērojot lielu aku ieteces

virsmu, būs samērā neliels, un akas arī pie smalka nesēja ātri nepiesērēs.

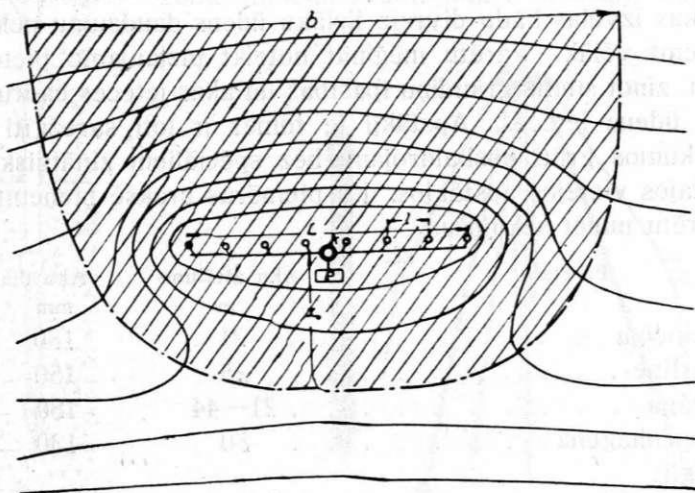
Akas pieslēdz pie saņemšanas vada (100. zīm.), kas parasti ir sifona vads un pievada ūdeni krājakai no abām pusēm.

Saņemšanas līnijas virzienu izvēlas visumā perpendikulāri uz gruntsūdens tecēšanas virzienam, bet, ievērojot kustības pretesti-



100. zīm. Saņemšanas līnijas virziens.

bas sifonvadā, līnijai dod slīpumu pret izohipsēm tādā kārtā, lai visās akās būtu iespējams vienāds līmeņa pazeminājums. Tātad slīpuma lielums atkarīgs no tā, par cik ūdens līmenis tuvākās akās pie krājakas atradīsies zemāk par līmeni sifonvada tālajos galos, un līmeņa starpība ir kustības pretestību augstuma lielums.



101. zīm. Izohipses uz kapažas līnijas.

Aku savstarpējs attālums atkarājas no tiem apstākļiem, kas jau agrāk minēti. Var arī uzskatīt visu aku rindu par vienas ieņemšanas kopietaisi, līdzīgu krājgalerijai (101. zīm.). Tad izohipses ap aku rindu būs zemākas, kamēr leļpus aku rindas izveidosies kopīga izohipse, kas uzrādīs zemāku līmeni gruntsūdenim nekā tas būtu, ja no akām ūdens nebūtu ņemts.

Aku skaitu var noteikt uz sekojošas kalkulācijas pamata. Pumpēšanas mēģinājumos noskaidrojies, ka viena aka var dot q — ūdens daudzumu un tās pieteces laukuma platums ir b , tad uz platuma vienību, t. s. vienības pieteece q_e ir:

$$q_e = \frac{q}{b}.$$

Ja vajadzīgs no akām iegūt pavisam Q — ūdens daudzumu, tad pieteces laukuma platums B līdzināsies:

$$B = \frac{Q}{q_e} = \frac{Q \cdot b}{q}.$$

Kā no agrākiem apcerējumiem var izsekot, pieteces laukuma platums B ir lielāks par aku rindas garumu, un proti, lielāks par garumu b , tātad aku rindas garums L līdzināsies:

$$L = B - b = b \left(\frac{Q}{q} - 1 \right).$$

Vēl jānoskaidro jautājums, cik aku būtu jāietaisa uz garuma L . Jāievēro, ka vienas akas pieteces platums b ir atrasts pie lielāka nopumpētā ūdens daudzuma nekā parastā. Pie liela daudzuma pumpēšanas vieglāk ievilkt smilti akā, ar ko aka var piesērēt. Parasti mēģinājuma pumpēšanai no akas izvēlas kādu divreiz lielāku ūdens daudzumu nekā domāts no akas ņemt vēlāk. Varētu mēģināt noteikt pieļaujamo pieteces daudzumu akai, zinot smilts graudiņu īpašības un akas ieteces caurumu virsu, pa kuŗiem ūdens ietecēs. Apstākļi te tomēr ir ļoti sarežģīti un, jāatzīst, arī sīkumos grūti noskaidrojami bez speciāliem zinātniskiem pētījumiem dotajos vietējos apstākļos. Kā piemērus praksē pieņemtiem attālumiem varētu minēt sekojošus.

Pilsēta	Aku attālums m	Aku diametrs mm
Leipciga	21	180
Berlīne	25	150
Prāga	21—44	180
Kopenhagena	50	130
Rīgā:		
Bukultos	70	150
Zaķu m.	90	(paredzētas turpmāk starpakas) 150

Urbtu aku diametri svārstās robežās starp 50—500 mm. Pēc Prinz'a saimnieciski izdevīgākais diametrs, pēc kuŗa ar vismazākiem izdevumiem sasniedz vislielāko akas devību, ir 200—250 mm.

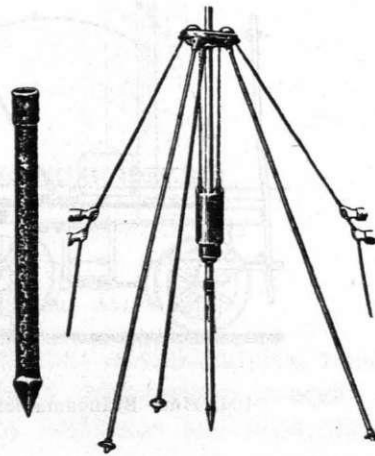
Visvienkāršākā veida cauruļu akas ir t. s. abesiniskās vai Norton a k a s. Nosaukums cēlies no tā, ka tās lietoja lielā skaitā

angļu un abesīņu kaŗā (1867.—68.), pēc tad kad tās bija sākts lietot jau amerikāņu pilsoņu kaŗā (1861.—1865.), kur tās bija izveidojis amerikāņu inženieris Nortons. Pēc tam tās atrada un atrod vēl tagad plašu lietošanu visur tur, kur vajadzīgs iegūt ūdeni ātrā laikā no neliela dziļuma, piem., kaŗaspēka manevros vai vasarnīcu saimniecībās un t. t. Kā redzams, arī gruntsūdens izmeklēšanas darbos un kā novērošanas akas pie sekla gruntsūdens līmeņa tās plaši lieto, tāpat arī būvbedrū nosusināšanā ar gruntsūdens līmeņa pazemināšanu. Abesiniskās akas iesit zemē (smilti līdz 20 un vairāk m) un neizgatavo ar urbšanu. Lieto



102. zīm. Iesitamā aka.

cinkotas dzelzs (tērauda) caurules, diam. parasti 25 mm, ar biežām sienām. Caurules izgatavo dažāda gaŗuma: 0,75, 1,50, 2,25, 3,00 un 4,50 m, lai vieglāk varētu aku sastādīt vajadzīgam dziļumam. Caurules ieskrūvē citu citā. Apakšējā daļā ir kāda 1 m gaŗumā caurumaina daļa (102. zīm.) ar 3—6 mm platiem caurumiem, un pašu apakšējo galu noslēdz uzskrūvēts tērauda uzgalis ar smailu galu vai arī svārpstveidīgs gabals, atkarīgi no tā, vai aku iesit ar pāldziņa palīdzību (103. zīm.), vai to ieskrūvē zemē (mīkstā gruntī līdz 6 m dziļi). Uzgalis ir pla-



103. zīm. Trejstati akas izdzišanai.

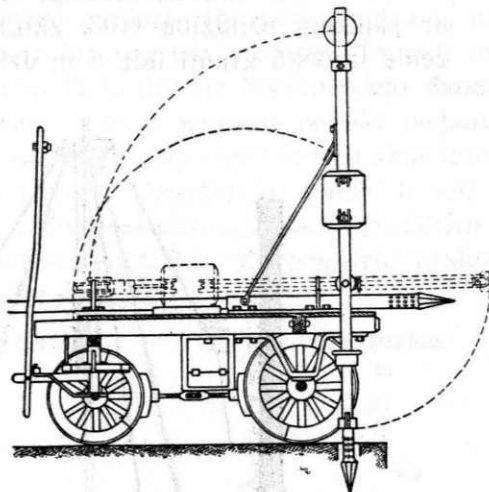
tāks par cauruli, lai vieglāk būtu izsargāt caurumus no piesērēšanas pa iedzīšanas laiku. Ja akas jāiesit nedzīli zemē, to var izdarīt vienkārši ar koka āmuru, turpretim, ja iesišanas dziļums ir lielāks, tad uzmauc uz caurules sevišķu zveltni, kuŗu paceļ ar virvēm, kas kustas pa skriemeļiem (103. zīm.), piestiprinātiem pie trijkāja. Zveltnis krit uz koka kluča, kas uzmaukts uz caurules un piestiprināts ar skrūvēm vai ķīļiem. Lai atvieg-

lotu iesišānu, ar sevišķu rokturi cauruli pagroza. Ja grunts ir smalka smilts, caurumaino daļu apliek ar smalku misiņa sietaudumu, ko no sa-raustīšanas aizsarga vēl aptinot ar rupjāku audumu vai drāts sietu. Ūdens saņemšanai lieto parasto rokas pumpi (102. zīm.). Ieteicams sākumā pum-pēt stiprāk, lai ap ietece caurumiem attīstītos dabisks filtrs, kas gan iespējams tad, ja smalkākā smilts ir viegla un līdz ar ūdeni izpumpējama.

Visu piederumu komplektu jau dabū attiecīgu firmu sakārtotu. Ja vajadzīgs akas lietot dažādās vietās, piem., pētīšanas nolūkiem vai ma-nevros, visu komplektu vairāk akām var uzkraut uz sevišķiem ratiem (104. zīm.), kas pēc Donnat'a tā ierīkoti, ka iesitam o ietaisi, kas parasti guļ uz ratiem, paceļ augšā uz nobremzētiem riteņiem un tādā veidā izdara akas iesišānu.

Cietā, grantainā zemē akas iesist nākas ļoti grūti un daudzkreiz ir pilnīgi neiespējami.

Īstās urbtās akas (105. zīm.) izgatavo tādā ceļā, ka vispirms izurbj lielāku aku ar apvalk- vai urbjcaurules palīdzību. Apvalkcauruli

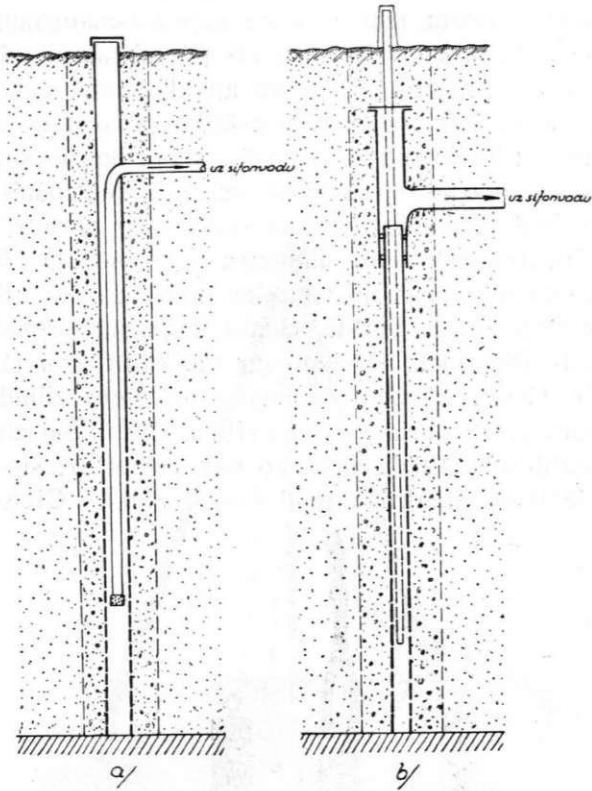


104. zīm. Braucama iesišānas ierīce.

pakāpeniski iedziļinot un zemi izņemot ar urbšanas instrumentu palīdzību vai ar zemes izskalošanu, iegūst plašāku caurumu vai aku. Kad tāda aka gatava, tajā ielaiž īsto akas cauruli, kas ūdens ietecei ir caurumota (filtrcaurule). Tad apvalkcauruli izvelk ārā, pakāpeniski, piepildot starpu ar filtrmateriālu. Ūdens izcelšanai ielaiž akā sevišķu sūcējcauruli (105. zīm.), vai vievieno akas cauruli tieši pie sifonvada (105b. zīm.).

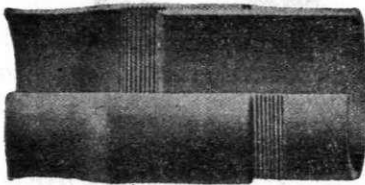
Urbjcauruļu lielums ir 100 līdz 800 mm diametrā, atkarīgi no akas lieluma un no grunts apstākļiem. Urbjcaurules ir dzelzs (tērauda) ar se-

višķām uzskruvējamām uznavām (106. zīm.). Pie diametra, lielāka par 600 mm, caurules savieno ar sakniedēšanu. Gan dažreiz lieto arī čuguna caurules, pie maziem dziļumiem un lieliem diametriem, bet tādi gadījumi ir retāki. Sienas biezums dzelzs urbjaurulēm ir 8—10 mm, bet čuguna 20—25 mm.

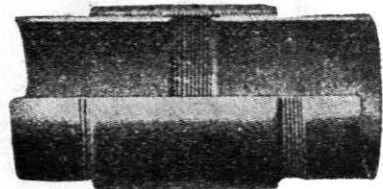


105a. un b. zīm. Aku tipi.

Cietā gruntī (akmenī) var urbt bez apvalkcaurules, tomēr arī tādā gadījumā dažreiz var būt vajadzīgs urbjaaurumu izsargāt ar apvalkcauruli no augšējā slīptākā ūdens ietiekšanas apakšējos slāņos ar labu ūdeni.



a



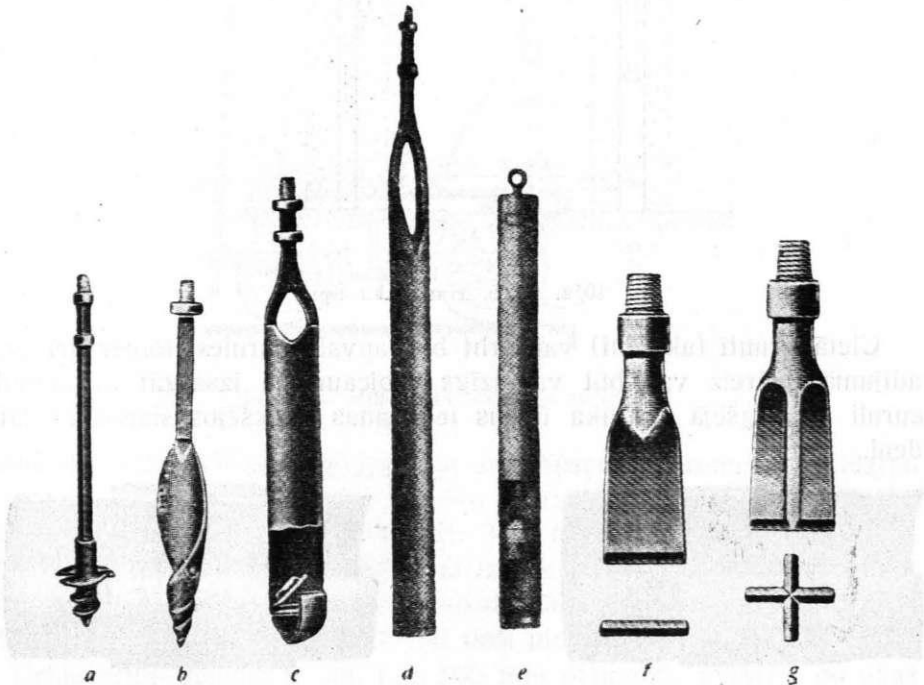
b

106. zīm. Urbjauruļu savienojumi.

Apvalkcauruli uzstāda vertikāli un to pakāpeniski gremdē zemē, izceļot zemi.

Nogremdēšana iet sākot viegli, bet ar lielāku dziļumu berze pieņemas un, ja arī cauruli pagrozot vien, tā negrimst, vajadzīga smagāka noslodzēšana ar akmeņiem, dzelzs stiepiem, vecām sliedēm un t. t. Iesišana ar pāldziņa zveltņi nav ieteicama, labāk jau ir caurules iespiest vai nu ar savilkšanas skrūvēm, ietaisot zemē stipru ieenkurojumu, vai lietojot hidraulisku presi. Ja nav vairs iespējams apvalkcauruli tālāk iegremdēt vai iespiest, tad ieliek mazāka diametra apvalkcauruli gatavā jau izurbtā akā un turpina darbu, līdz rodas atkal grūtības ar dziļāku nogremdēšanu. Tādu cauruļu maiņu ieteicams izdarīt māla slānī, bet ne smiltī vai grantī. Ja iepriekš paredzams liels akas dziļums, tad noteicošais ir apakšējais diametrs un sākumā diametrs jāizvēlas saskaņā ar paredzējumu, cik reiz būs jāmaina diametrs. Ar vienu diametru var noiet 30—50 m dziļi.

Zemes izņemšanai no caurules noder dažādi urbšanas instrumenti un paņēmieni, kurus varētu sadalīt 2 grupās: rokas urbšanai un mašīnu urbšanai. Pie rokas urbjiem var pieskaitīt urbi (107a. zīm.), kā arī gliemežurbi (107b. zīm.). Mālainā zemē lieto cilindrisku urbi ar ventili, kas šķidru urbjmateriālu uzņem (107c. zīm.). Šai ziņā parastākais urbis ir t. s. ventilurbis (107d. zīm.), ko var ierīkot arī smilts uzsūkšanai pumpjveidīgi, ietaisot cilindrā virzuli (107e. zīm.). Cietu grunti vaja-

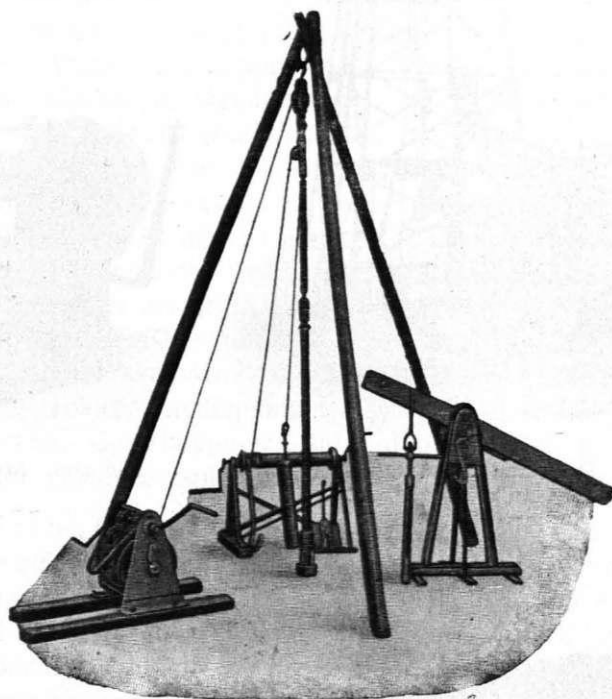


107a—g. zīm. Zemes urbšanas rīki.

dzīgs uzirdināt ar kaltiem (107. zīm. f. un g.). Urbšanas rīkus atkarīgi no konstrukcijas un vajadzības griež iekšā urbjamā slānī vai ļauj instrumentam krītot ieurbties zemē un to saķert.

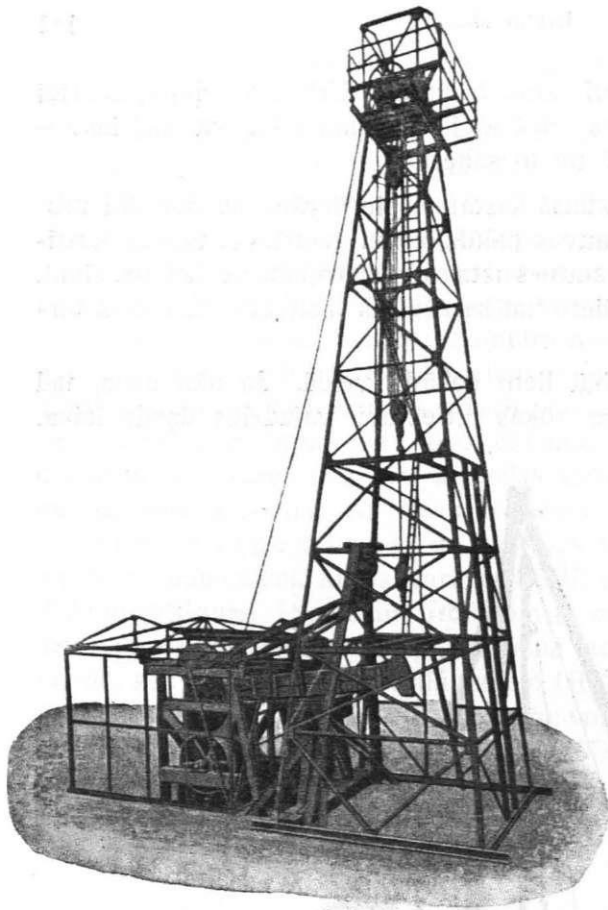
Urbšanas izdarišanai jāuztaisa sastatne, pie kuŗām piestiprināti urbšanas instrumenti ar dzelzs tauvas palīdzību un grieztuve, tauvas kustības izdarišanai. Vienkāršas sastatnes uztaisa koka trijkāja veidā (108. zīm.). Lielākiem urbšanas darbiem lieto jau sarežģītāk izbūvētus urbšanas torņus (109. zīm.).

Mašīnas urbšanas teknikā lieto dažādā veidā. Ja aka dziļa, tad urbja un zemes izvilķšanai ar rokas grieztuvi vajadzīgs daudz laika.

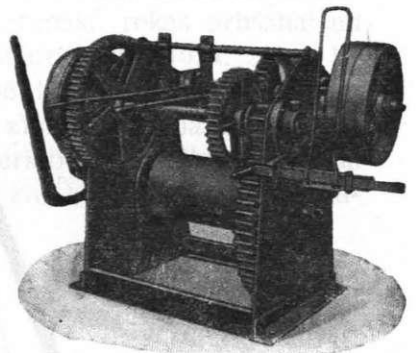


108. zīm. Koka trijkājis.

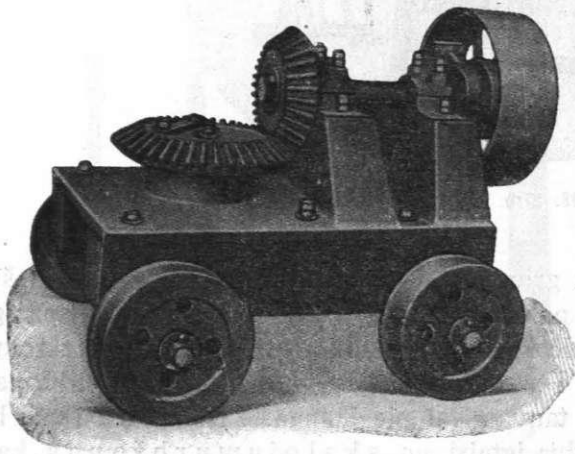
Tādā gadījumā lieto mašīnu grieztuves (vinčas) (110. zīm.). Lieto mašīnas arī urbja cilāšanai, t. i. pašam urbšanas darbam. Urbšanai vispārīgi lieto dažādus paņēmienus. Rokas urbšana, kad urbjus kustina ar roku, iespējama nelielā dziļumā. Parastā urbšanas metode ir, kad urbšanas instrumentu piestiprina pie tauvas vai pie stangas. Izšķir sausu urbšanu, kad zemi izceļ ar urbja ietaisi, no skalojumu urbšanas, kad zemi izskalo ar ūdens spiedienu. Urbi var iedarbināt sitot uz kāta vai



109. zīm. Dzelzs urbšanas tornis.



110. zīm. Mašīnas vinča.



111. zīm. Rotācijas aparāts urbšanai.



112. zīm. Dimanta urbis.

griežot, ja tas ir piestiprināts pie stangas, pie kam par dimanturbšanu nosauc tādu, kad ļoti cietā akmenī lieto urbi, apliktu ar dimantu vai cietu tērauda galu, kuŗu groza. Pēdējā gadījumā lieto sevišķu rotācijas aparātu (111. zīm.), kas urbšanas stangu griež. Griežot urbi, tas no akmens izgriež cilindrisku gabalu, ko ar urbi izceļ no akas. Dimanta urbis ir cilindrs (112. zīm.), kuŗa apakšējā galā ielikti dimanta vai smaili cietā metalla (volomita) zobīņi. Mīkstākā akmenī zobīņi var būt arī cietā tērauda.

Urbšana ar skalošanu. Pie šāda urbšanas paņēmiena iespēž ar spiedējpumpja palīdzību ūdens strāvu zem urbja. Ar to sasniedz divējādu labumu, atmieksķķē cietu grunti un izskalo grunti ar ūdens palīdzību ārā no akas, un nav vajadzība izvilkēt urbi, kas aiztaupa laiku. Ūdenim vajadzīgs piedot zināmu kustības ātrumu, lai veiktu šo uzdevumu. Vajadzīgais ātrums ir 0,5 līdz 1 m/sek., un to sasniedz ar spiedienu, ko iegūst no spiedējpumpja. Skalošanai lieto parasti tīru ūdeni. Tas noderīgi tādā gadījumā, kad vajadzīgs akas sienas pataisīt blīvas, lai varētu zināmos apstākļos iztikt bez apvalkcaurules. Māla ūdens lietošanai piemīt tas ļaunums, ka nevar vairs pilnīgi noteikt izurbtās grunts īpašības. Parasti ūdeni iespēž caur urbja stangu, kas ir ar tukšu vidu. Zem urbja ūdens uztur tīru virsmu, ar ko urbja darbs tiek atvieglots. Kā jau minēts, atkrīt arī urbja ārā vilkšana, materiāla izcelšanai. Izskalo to ūdeni ievada sevišķos nosēdbaseinos, kuŗos arī var noteikt urbtās grunts īpašības, ja skalošanai lietots tīrs ūdens. Spiedējūdens iepumpēšanai lieto rokas spiedējpumpjus, ja urbumi nelieli, ja lielāki — virzuļu pumpjus. Centrbēgpumpji šai gadījumā neder, jo ar tiem parasti nevar rēgulēt vajadzīgo spiedienu.

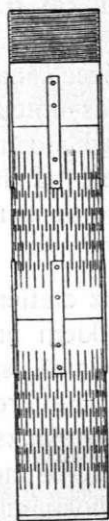
Spridzināšana. Aku urbnot dažreiz uzduŗas uz cietiem priekšmetiem, parasti akmeņiem, kuŗu izvilkšana ar uztverrikiem nav iespējama. Ja nav iespējams ar cietu kaltu, vismaz neilgā laikā, sadrupināt akmeni, tad jāķķeras pie spridzināšanas. Spridzināšanā jāievēro vietējie noteikumi par spridzināmo vielu lietošanu. Spridzināšana jāuzskata par ārkārtīgu līdzekli, kad nav citas izejas, un viņa arī kavē urbšanu, lai gan mazāk kā akmeņa sadrupināšana ar kaltu. Lai nebūtu bojājumu apvalkcaurulē, tā jāizvelk uz augšu (5—10 m, atkarīgi no lādiņa stipruma). Tāpat arī nedrīkst spridzināšanu izdarīt seklos urbumos (mazāk par 20 m dziļumā) un ēķu tuvumā. Seklās akās, ja uzduŗas uz tādu kavekli kā augšā minēts, vienkāršāk un arī izdevīgāk ir izdarīt jaunu urbumu neizdevīgā urbuma tuvumā. Ar spridzināšanu nevar novāķt metalla gabalus (piem., nolauztas caurules vai urbjus), kas būtu iekrituši akā, un tādi ir jāizvāķ ar uzķerējiem. Tāpat nevar spridzināšanu lietot arī urbumos, dziļākos par 100 m zem ūdens līmeņa, jo šai gadījumā ūdens spiediens

(vairāk par 10 atm.) saspiestu spridzināmo patronu, ar ko tā kļūtu slapja un nederīga.

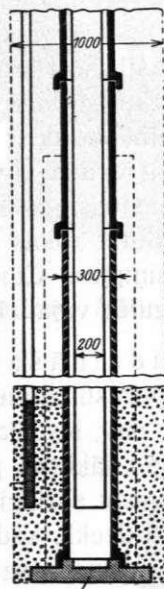
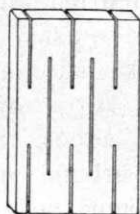
Gatavā izurbtā akā ievieto galvenās cauruļu akas sastāvdaļas: akas cauruli ar filtru, akas galvu un vajadzīgās noslēgšanas un rēgulēšanas ietaises.

Filtra izveidošanai jāveltī sevišķa uzmanība, jo no tā atkarājas akas darbība un mūžs. Filtra mvejag būt tādām, kas aizsargātu aku no smilšu ieskalošanas un piesērēšanas un ko nevarētu bojāt ūdens sastāvdaļas.

Filtra stāvs ir ar caurumiem, pie kam caurumi tā jāiekārto, lai tie paliktu vismaz 1 m zem viszemākā ūdens līmeņa akā. Filtra stāva gaņums ir atkarīgs no akas dziļuma, un caurumainā daļa aizņem visu to ūdensnesēju slāņu biezumu, no kuriem paredzēts saņemt ūdeni. Filtra stāvs jātaisa no materiāla, ko neaiztiek ūdens. Sevišķi agresīvā ogļskābe var bojāt filtru. No materiāliem filtrstāvam minami: koks, māls, dzelzs, čuguns, varš, misiņš un t. t.



113. zīm. Filtru stāvs no koka.

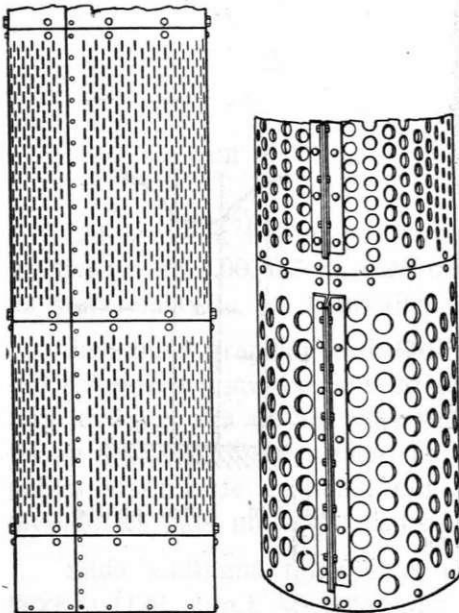
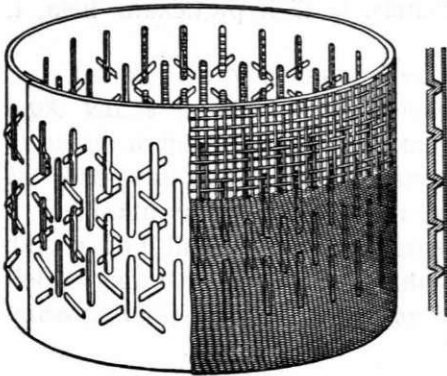


114. zīm. Filtru stāvs no māla.

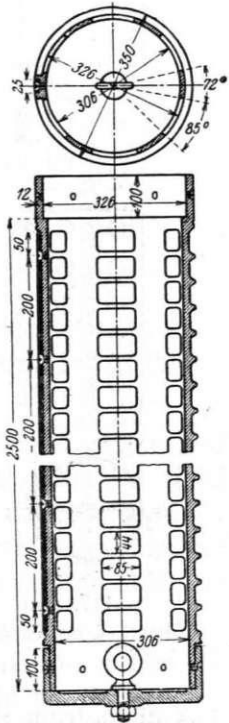
Kā piemēru koka konstrukcijai var minēt R e m k e's filtru (113. zīm.), kas sastāv no 5 mm biezas dubultas dēļu segas ap koka gredzeniem abās pusēs. Dēļos ietaisīti caurumi un starpu starp iekšējo un ārējo segu piepilda ar smiltīm. Māla filtrstāvs pēc S c h e w e n'a (114. zīm.) ar slīpiem caurumiem labi aizsarga no smilšu ieskalošanas. Filtrstāvus taisa arī no skārda, ar iegareniem vai apaļiem caurumiem (115. zīm.). Dzelzs ir jāaiz-

sarga ar kādu pārklāju, piem., cinku, lai skābes, kas varētu atrasties ūdenī, to ātri nesaētu.

Čuguna filtrstāvi ir izrādījušies par ļoti izturīgiem un praksē parasti sastopami. Thiem'a cauruļu akas (116. zīm.) sastāv no 1—3 m garām



115. zīm. Filtrstāvs no caurumota skārda.

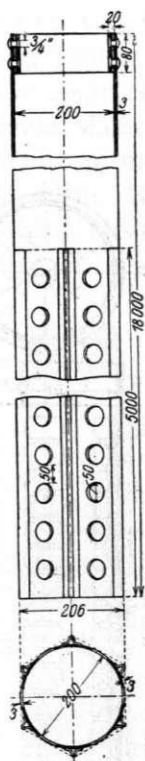


116. zīm. Čuguna filtrstāvs pēc Thiem'a.

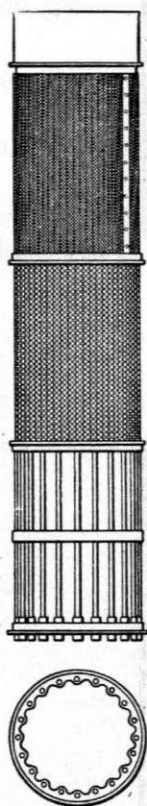
čuguna cauruļu gabaliem ar kvadrātiskiem caurumiem. Tās izgatavo diam. 150—300 mm. Vēl izturīgāki par čuguna filtrstāviem ir tādi no vara, misiņa vai bronzas (117. un 118. zīm.), un tos arī lieto pirmā vietā

dziļām akām, bet tie ir dārgāki par čuguna. Ir arī tādas filtrstāvu konstrukcijas, pie kurām vienam un tam pašam stāvam izlietoti dažādi metāli, bet tad jāievēro, lai dažādi metāli būtu tā kombinēti, ka nevarētu izcelties galvaniskas strāvas, kas varētu bojāt metāllus.

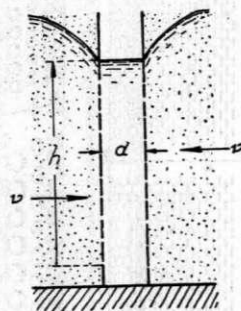
Filtra stāvs jāapliek ar ierīci, kas aku aizturētu no smilšu ietīkšanas. Vislabāk aka ir aizsargāta no piesērēšanas, ja tā ir pietiekami liela, t. i.



117. zīm.
Filtrstāvs no vara.



118. zīm.
Filtrstāvs no misiņa.



119. zīm. Filtru plātība.

akas diametram jābūt tik lielam, lai ieteces ātrums būtu tāds, kas neiekustinātu smilšu graudiņus. Tāpat ieteces ātrums atkarīgs no smilšu graudiņu rupjuma. Apzīmēsim ar Q no akas sagaidāmo ūdens daudzumu, v — ieteces ideālo ātrumu, h — filtra gaļumu un d — akas diametru, tad varam uzstādīt attiecības (119. zīm.):

$$Q = d \cdot \pi \cdot h \cdot v$$

un tā tad:

$$d = \frac{Q}{\pi \cdot h \cdot v}$$

Dotai diametra akai vēlmais filtra gaļums būtu:

$$h = \frac{Q}{d \cdot \pi \cdot v}$$

Jānoskaidro v lielums. Pēc Gross'a, ievērojot praktiskus novērojumus, var v pieņemt uz sekojošu apcerējumu pamata. Ja 60% smilšu graudiņu ir lielāki par 1 mm, tad v nedrīkst būt lielāks par 0,002 m sek. Ja 40% vai vairāk no ūdensnesēja smilšu graudiņiem ir mazāki par d = 0,5 mm, tad v nedrīkst būt lielāks par 0,001 m sek. Bet ja 40% graudiņu ir no 0 līdz 0,25 mm rupjuma, kā tas ir peldsmilti, tad v nedrīkst būt lielāks par 0,0005 m sek. Tātad, ņemot π — vietā absolūto skaitli 3,14, varam izteikt filtra diametru ar formulu:

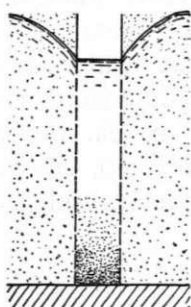
1. gadījumā	$d = \frac{Q}{0,006 \cdot h}$
2. " "	$d = \frac{Q}{0,003 \cdot h}$
un 3. " "	$d = \frac{Q}{0,0015 \cdot h}$

Lai izzinātu, kuram no 3 gadījumiem dotā smilts atbilst, tā jāizsijā uz sietiem ar 1,00, 0,5 un 0,25 mm aculieluma, un jāizmēri vai jānosver uz sieta palikušie vai caurgājušie smilšu daudzumi.

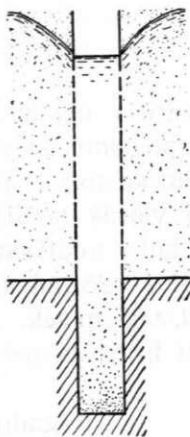
Ja smilšu graudiņi ir dažādi, smalka smilts maisīta ar rupju smilti, tad sākumā, no jaunas akas ūdeni stiprāk izpumpējot, smalkākās daļiņas tiks ievilkta akā un aiz akas sienas paliks rupjākās daļiņas, tā tad smiltis ap filtru sargrupēsies tāpat kā mākslīgi ietaisītā filtrā: ap caurumiem paliks visrupjākie graudiņi, tad nāks smalkāki un t. t. un tādā kārtā izveidosies pats no sevis īsts dabisks filtrs.

Šādā gadījumā filtra akas dibenā sakrājas smilts, no kuļas filtrs jāiztīra (120. zīm.), ko izdara ar urbjamo instrumentu palīdzību, ja aka ir dziļa. Seklā akā var ar rokas kausu smiltis izsmelt. Ja tomēr būtu jāparedz, ka arī turpmāk akā varēs ietikt smiltis, tad ieteicams aku iegremdēt ūdensblīvā slānī (121. zīm.), kas dod iespēju smiltij uzkrāties filtra dibenā un nesamazināt filtra tilpumu resp. ietece caurumu kopplātību, jo caurumu samazināšanās būtu par iemeslu ietece ātruma pieaugumam un filtra vēl straujākai piesēršanai.

Tomēr gadījumi, kad var iztikt ar dabisku filtru vien, ir samērā reti. Parasti gan, lai aku izsargātu no piesērēšanas, vajadzīgs caurumaino filtra stāvu aplikt ar kādu mākslīgu filtru. Senāk un daudzreiz arī vēl tagad apliek caurumaino daļu ar metalla tīklu vai audumu

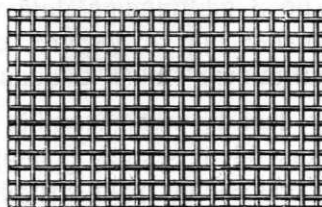


120. zīm. Piesērējis filtrs.

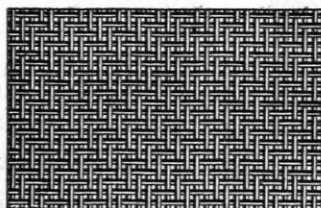


121. zīm. Padziļināts filtrs.

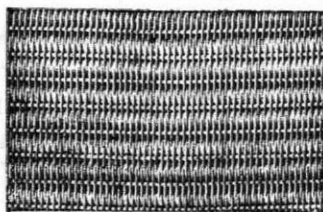
(122. a, b, c zīm.). Metalla audums jātaisa no izturīga metalla, tātad no vara vai misiņa, vai fosfōrbronzas. Priekšroka dodama varam, tam piemīt liels sīkstums un izturība pret ūdens iedarbību. Filtrtīkla acu lielums jāpieskaņo grunts graudiņu lielumam, kas jānoskaidro aku urbjot, ņemot



a



b



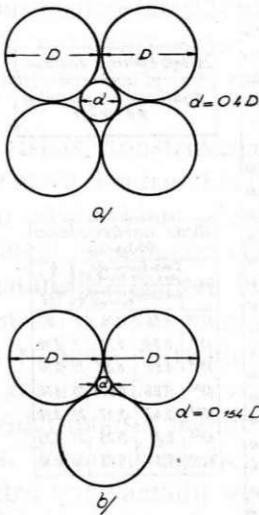
c

122. a., b., c. zīm. Metallaudumi filtriem.

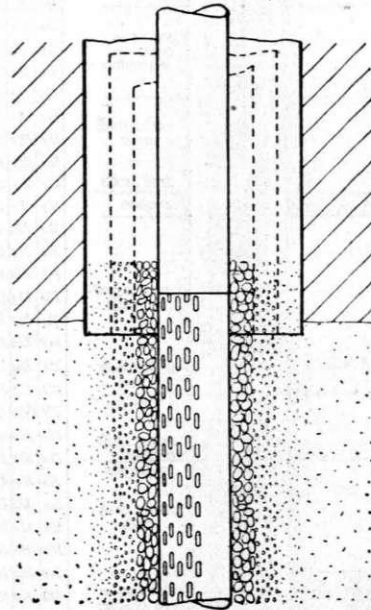
paraugus un ar nosijāšanu noteicot graudiņu rupjumu. Acu lielums jāizvēlas tā, lai tīkls aizturētu kādu 50—60% (svara procentu) smalkas smilts, ja smilts rupjāka, procentu ņem lielāku. Smalkās daļiņas, kas ar stiprāku mēģinājuma pumpēšanu ievilkta akā, izņem ārā, kamēr rupjās daļiņas izveido ap audumu it kā dabisku filtru. Jo vienlīdzīgāka rupjuma grunts graudiņi, jo mazāks tāda materiāla procents drīkst iziet caur filtru, jo citādi dabiskā filtra izveidošanās būtu apgrūtināta. Ja auduma acu lielums nav pareizi izvēlēts un ir par mazu, tad nevajadzīgā kārtā tiek palielināta akas ieteces pretestība. Otrādi, pie pārāk lieliem caurumiem aka var drīzā laikā piesērēt.

Filtraudumu piestiprina uz filtrstāva pielodējot vai aptinot ar drāti vai uzliktņiem. Ja audumi smalki, izdevīgi rupju audumu palikt apakš smalkā, vai uz tā virsū.

Cits līdzeklis, kā izsargāties no akas piesērēšanas smalkā smiltī, ir mākslīgie smilšfiltri resp. oļu filtri. Akas filtra stāvu aizber



123. zīm. Filtrmateriāla graudiņu lieluma attiecības.

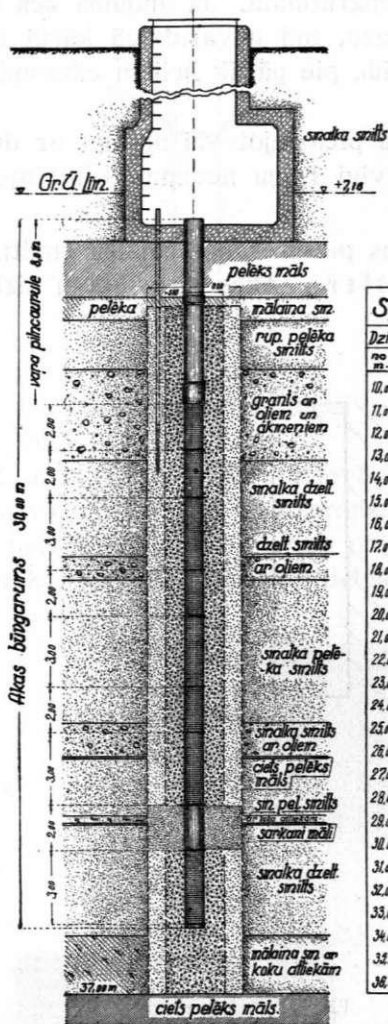


124. zīm. Smilšu filtrs.

ar dažāda lieluma smilšu un oļu kārtām. Lai to panāktu, vajadzīgs aku izurbt daudz lielāka diametra, lai paliktu pietiekami liela starpa starp apvalkcauruli un akas cauruli. Tas sadārdzina akas urbšanu, un šo metodi lieto tikai smalkā smiltī ar vienāda lieluma graudiņiem. Vispārīgi meto-

des lietošanas vajadzība iepriekš labi apsverama, lai nebūtu lieki izdevumi.

Smilšfiltriem no svara pareizi izvēlēties katras šķiras graudiņu lielumumu. Nākošiem rupjākiem graudiņiem jābūt tik lieliem, lai iepriekšējie nevarētu iziet cauri. Ja teorētiski pieņemam graudiņus lodes veidīgus (123. zīm.) un graudiņus domājamies ievietotus ar vislielākām starpām,



filtrakas garengriezums (№ 91).

Sijāšanas rezultāti

no. nr.	Rūh. m.	Dzilums Sieta acu lielums m/ra						
		3	2	1	0,5	0,25	0,1	
10.0	11.0	—	0.20	0.20	2.5	5.2	15.2	7.00
11.0	12.0	0.00	1.00	7.00	62.0	21.0	3.20	0.20
12.0	13.0	2.20	1.40	4.00	5.2	2.0	6.00	0.20
13.0	14.0	2.00	2.20	6.20	5.3	2.9	6.00	0.20
14.0	15.0	3.00	4.00	6.50	4.0	2.7	6.00	0.20
15.0	16.0	1.20	1.00	3.20	4.0	4.0	10.0	0.00
16.0	17.0	0.00	0.20	2.00	2.0	3.0	15.0	0.00
17.0	18.0	1.00	1.00	3.00	3.0	4.0	14.0	0.20
18.0	19.0	2.0	1.00	4.00	2.0	4.0	17.0	—
19.0	20.0	15.0	3.00	2.00	15.0	45.0	13.0	—
20.0	21.0	0.20	0.00	3.00	18.0	5.2	28.0	0.00
21.0	22.0	4.00	0.00	2.20	14.5	35.0	18.0	0.00
22.0	23.0	10.0	1.00	4.20	18.0	4.2	20.0	0.00
23.0	24.0	0.20	1.00	3.00	15.0	3.0	25.0	1.00
24.0	25.0	0.00	1.00	0.00	15.0	5.0	15.0	0.00
25.0	26.0	1.00	3.00	10.0	15.0	4.0	23.0	0.00
26.0	27.0	0.20	0.00	9.00	9.00	2.0	15.0	0.00
27.0	28.0	1.00	4.00	10.0	4.0	4.0	21.0	0.00
28.0	29.0	0.00	0.00	4.20	9.00	0.0	22.0	2.20
29.0	30.0	0.00	0.00	0.00	10.0	6.0	21.0	2.00
30.0	31.0	0.00	0.00	0.00	8.00	6.0	19.0	1.00
31.0	32.0	7.00	0.20	4.20	11.0	4.0	21.0	5.00
32.0	33.0	2.00	3.00	3.00	16.0	4.0	20.0	4.00
33.0	34.0	0.00	0.00	0.00	0.00	6.0	23.0	4.00
34.0	35.0	0.00	1.00	1.00	10.0	3.0	4.0	4.00
35.0	36.0	1.20	2.20	1.00	2.00	3.0	35.0	3.20
36.0	37.0	21.0	7.00	3.00	0.20	18.0	28.0	10.0

Ārējā apbēruma granulometriskais sastāvs.

> 5 mm	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	< 0,10
0,00	27,0	53,2	70,0	1,00	1,20	0,20/100%

Jekšējā bēruma sastāvs.
Sijāti oji ar graudiem 4-10 mm.

Akas nosūkmošana 1935.g. 28. jū.

Akas	Ūdens līmeņa atšķirības vīna šķirniņā (mm)		filtrācijas ātrums (l/min)	filtrācijas koeficients
	akā (mm)	caurēnā		
13 ¹⁰⁰	7,16	7,16	0	0
13 ¹⁵	6,59	6,75	5	0,08
13 ²⁰	6,28	6,37	10	0,09
13 ²⁵	3,86	6,00	15	0,14
13 ³⁰	5,47	5,67	20	0,20
13 ³⁵	5,01	3,26	25	0,25
14 ⁴⁵	4,53	4,85	30	0,30

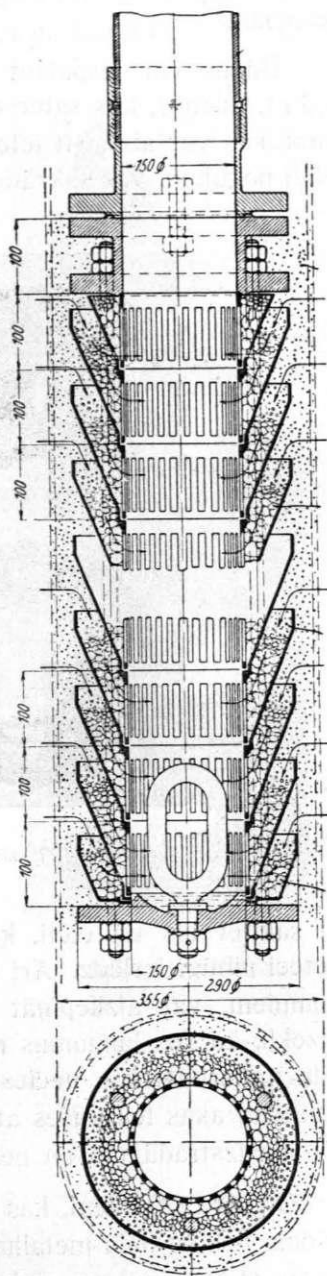
125. zīm. Rīgas filtrakas garengriezums. (Rīgas ūdensvads Zaķu m.)

tad d var būt 0,4 D. Bet ja graudiņi ievietojas blīvi, d ir tikai 0,15 D. Praktiski var pieņemt, ka katram nākošam graudiņu diametram jābūt 3—5 reiz lielākam kā iepriekšējam, tad var būt drošība, ka mazākie graudiņi neies cauri lielāko graudiņu starpām.

Ja aizber starpu starp urbjcauruli un filtrcauruli ar nešķirotu materiālu, dažāda rupjuma graudiņiem, tad sākumā stiprāk pumpējot attīstīsies smilšu filtrs dabiskā ceļā. Tomēr tas nav tik droši, kā sastādot filtru no dažāda rupjuma graudiņu materiāla atsevišķi. Parasti ievieto divas kārtas dažāda rupjuma graudiņu, bet lielākām akām arī trīs kārtas. Filtrsmilts kārtas ieber, ieliekot starpā skārda cilindrus, kurus pakāpeniski pavelk uz augšu (124. zīm.). Uzber smiltis katreiz 1 m augstumā. Filtru biezumam vajag būt ne mazāk kā 100 mm, jo citādi nav drošības, ka smalkā smilts neies cauri. Pie lielākām akām starpa ir daudz lielāka. Rīgā urbjcaurums ir 800 mm un filtrcaurule 150 mm, tātad starpa, kas pildīta ar 3 dažāda rupjuma materiālu, ir lielāka par 300 mm.

Caurumaino filtrstāvu priekš apbēršanas nav vajadzīgs aplikt ar tīklu, lai gan nav ļauni to darīt ar rupju acu (2 cm) tīklu.

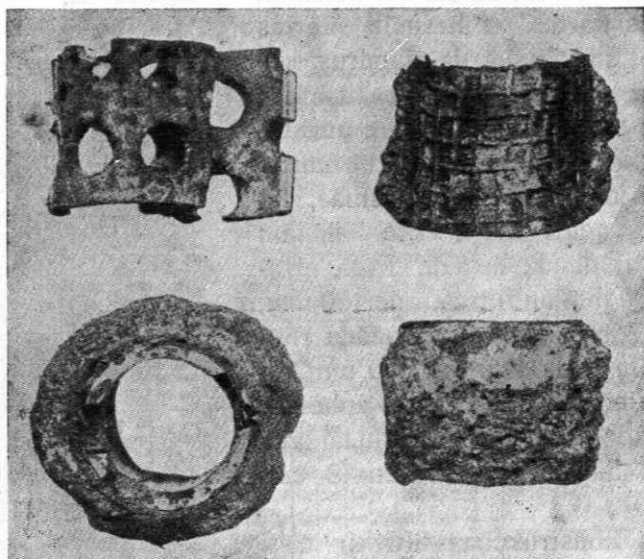
Sevišķas konstrukcijas filtri ir t. s. Pollema's kabatfiltri. Ietaise sastāv no atsevišķiem čuguna asfaltētiem gredzeniem ar kabatām (126. zīm.), no kurām sastāda jau gatavu filtrstāvu virs zemes, un arī kabatu piepilda ar 3 kārtām dažāda rupjuma filtrmateriāla. Kad vajadzīgā gaļuma filtri sastādīti, tos nolaiž akā. Šādai ietaisei piemīt dažādas priekšrocības. Vispirms jau liels labums tas, ka visu filtru var sastādīt virs zemes, un arī liels labums tas, ka var iztikt ar mazāku urbšanas diametru. Piem., filtraka ir $d = 150$ mm, tad kabatu ārējais diametrs var būt ap 290 mm un urbšanas caurums pietiekams ar 350 mm. Lai akas piesēršanas gadījumā filtru varētu izvilkēt, pie tā piestiprina sevišķas osas. Tomēr jāparedz, ka izvilkšana būs grūta un daudzreiz nemaz nav iespējama, jo filtrs ar dzelzs un kaļķa sacemen-



126. zīm. Pollema's kabatfiltrs.

tējumiem saaug tik cieti kopā ar apkārtējo grunti, ka to atdalīt nav iespējams.

Ūdens var iespaidot ieteces ietaises ļauni divējādā ceļā. Pirmkārt, ūdeņos, kas satur daudz dzelzs un ogļskābus sāļus, attīstās nogulumu, kas var aiztaisīt ieteces caurumus pavisam vai daļai (127. zīm.). Šādi nogulumu var sakrāties arī starp smilšu graudiņiem caurumu tuvumā



127. zīm. Aizauguši ieteces caurumi.

un saķītēt tos tik cieti, ka var izveidoties par cietu masu, kas ūdens pieteci pilnīgi izslēdz. Arī sērūdeņradis, pārvēršot metālus par sērsavienojumiem, var aizķepināt filtrsieta caurumus. Nav pazīstami praktiski līdzekļi, kā šos ļaunumus novērst. Katrā ziņā vēlams filtrsieta taisīt no tāda materiāla, kas neciestu no skābēm, un tad varētu mēģināt nogulumus no akas iekšpuses atkausēt un atskalot ar skābēm. Tādi materiāli ir māla izstrādājumi un nerūsējošais tērauds.

Otrkārt, ūdeņi, kas satur agresīvu ogļskābi, sevišķi mīksti ūdeņi, šķīdina lielāko daļu metālus, no kuriem taisa aku filtrus. Visātrāk bojājas dzelzs (128. zīm.) un cinks, izturīgāks ir čuguns un vaļš. Misiņš, kas satur cinku, arī viegli tiek saēsts. Bojātājas ūdens īpašības dažreiz vēl pastiprina galvaniskās strāvas, kas ceļas sevišķi tādās vietās, kur saduras dažādi metāli, piem., lodējumu vietās.

Kā jau minēts, līdzekļu, kā novērst iespējamus filtrstāvu bojātājus un apaugumus, nav, un, ja tādi ir novēroti, vienīgais drošais līdzeklis ir taisīt jaunu aku.

Līdz ar filtra un tā apkārtnes sacementēšanos palielinās arī ieteces pretestības, t. i. starpība starp ar pumpēšanu nogremdēto gruntsūdens līmeni akā un ūdens līmeni ārpus akas (129 zīm.).

Ieteces pretestības var vislabāk novērot ar sevišķu novērošanas cauruli, kuŗu ietaisa ārpus akas filtra (130. zīm.), un var arī novērot no ūdens daudzuma, ko no akas var iegūt.

Pēc Prinza novērojumiem, kādas pilsētas akā (131. zīm.) ūdens devība otrā akas darbības gadā bija tikai 78% no sākuma devības, 8. gadā vēl 38% un 11. gadā tikai 30,5%. Sākot ar 5. gadu samazināšanās notiek pēc taisnas līnijas un tā tad 25. gadā novērotā aka būtu apstājusies dot ūdeni. Būtu šādos gadījumos nepareizs, bez speciāliem pētījumiem, secinājums, ka gruntsūdens pietece ir samazinājusies, jo akas dotais ūdens daudzums varēja būt samazinājies no tā, ka akas apkārtne bija kļuvusi ūdeni cauri nelaidīga. Thiema pētījumi norāda, ka ir noteikta sakarība starp ieteces pretestībām un nopumpētā ūdens daudzuma un līmeņa nogrimšanu akā (132. zīm.). Skaitliski noskaidrotas tādas attiecības:

pumpētais ūdens daudzums	1,76	2,83	3,50	4,21 sl.
pretestība	0,130	0,360	0,780	0,900 m

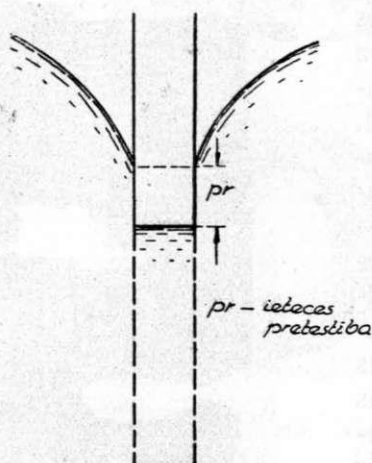
pie attiecīgām līmeņa nokrišanās akā.

Akas filtrstāvu piestiprina pie akas caurules, kas paceļas tuvu līdz zemes virsai un ko noslēdz ar akas galvas konstrukciju. Akas caurule, kā jau minēts (105b. zīm.), var arī būt iekārtota kā sūcējcaurule. Akas caurule var būt lielāka diametra kā filtrstāvam, ar to nolūku, lai pēdējo varētu izcelt ārā, kad būtu vajadzība to tīrīt. Tādā gadījumā savienojums būtu jātaisa ar gumijas gredzena noblīvējumu (133. zīm.). Bet uz filtrstāva izvilkšanu nav jāliek cerības, jo filtra aizaugšana

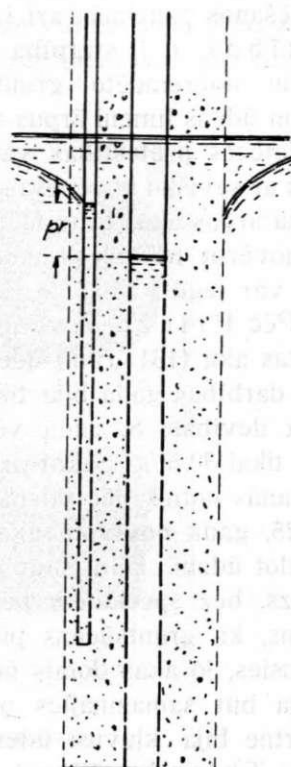


128. zīm. Gruntsūdens bojāta dzelzs akas caurule.

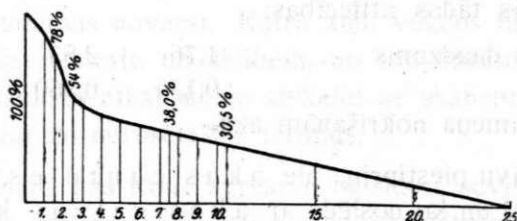
un visas tuvākās sacietēšanās var to neatļaut. Tādēļ labāk ir, ja filtrstāvu savieno ar akas cauruli blīvi (137. zīm.), tā kā tad akas caurule kopā ar filtru sastāda vienu veselu konstrukciju.



129. zīm. Ielāces pretestība akā.

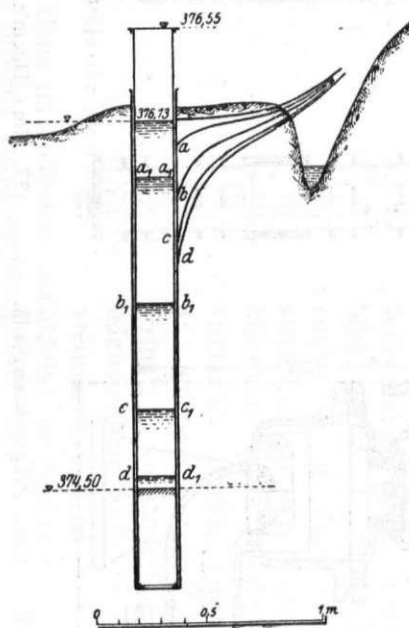


130. zīm. Novērošanas caurule pretestību noteikšanai.



131. zīm. Akas devības samazināšanās.

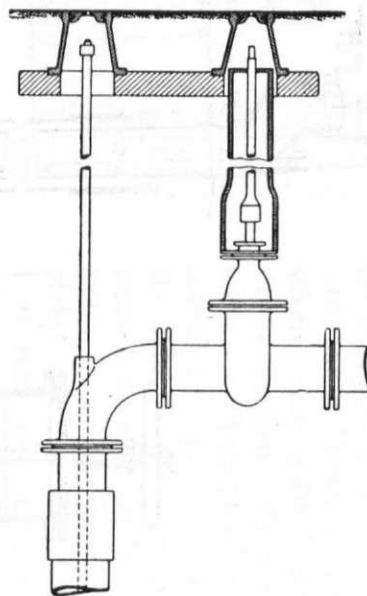
Kas attiecas uz jautājumu, vai ielikt atsevišķu sūcējcauruli akas caurulē, vai iekārtot pašu akas cauruli kā sūcējcauruli, tad tam var būt atzinājums no dažāda viedokļa. Atsevišķai sūcējcaurulei tas labums, ka



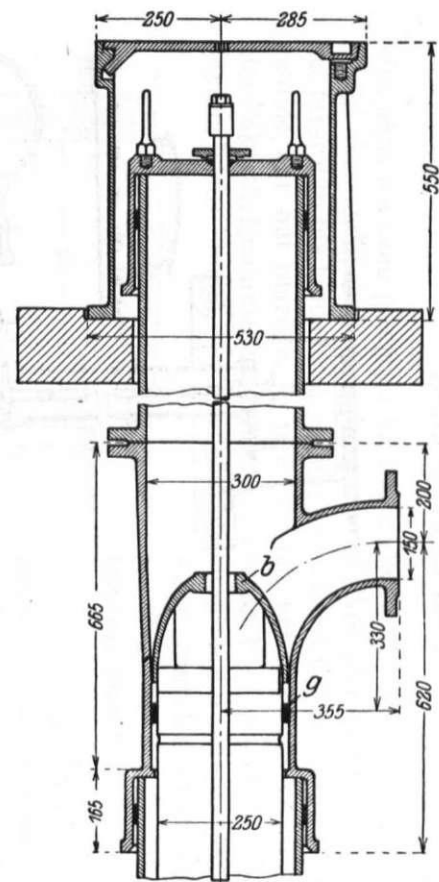
132. zīm. Akas pretestība atkarībā no nopumpēšanas dziļuma un daudzuma.



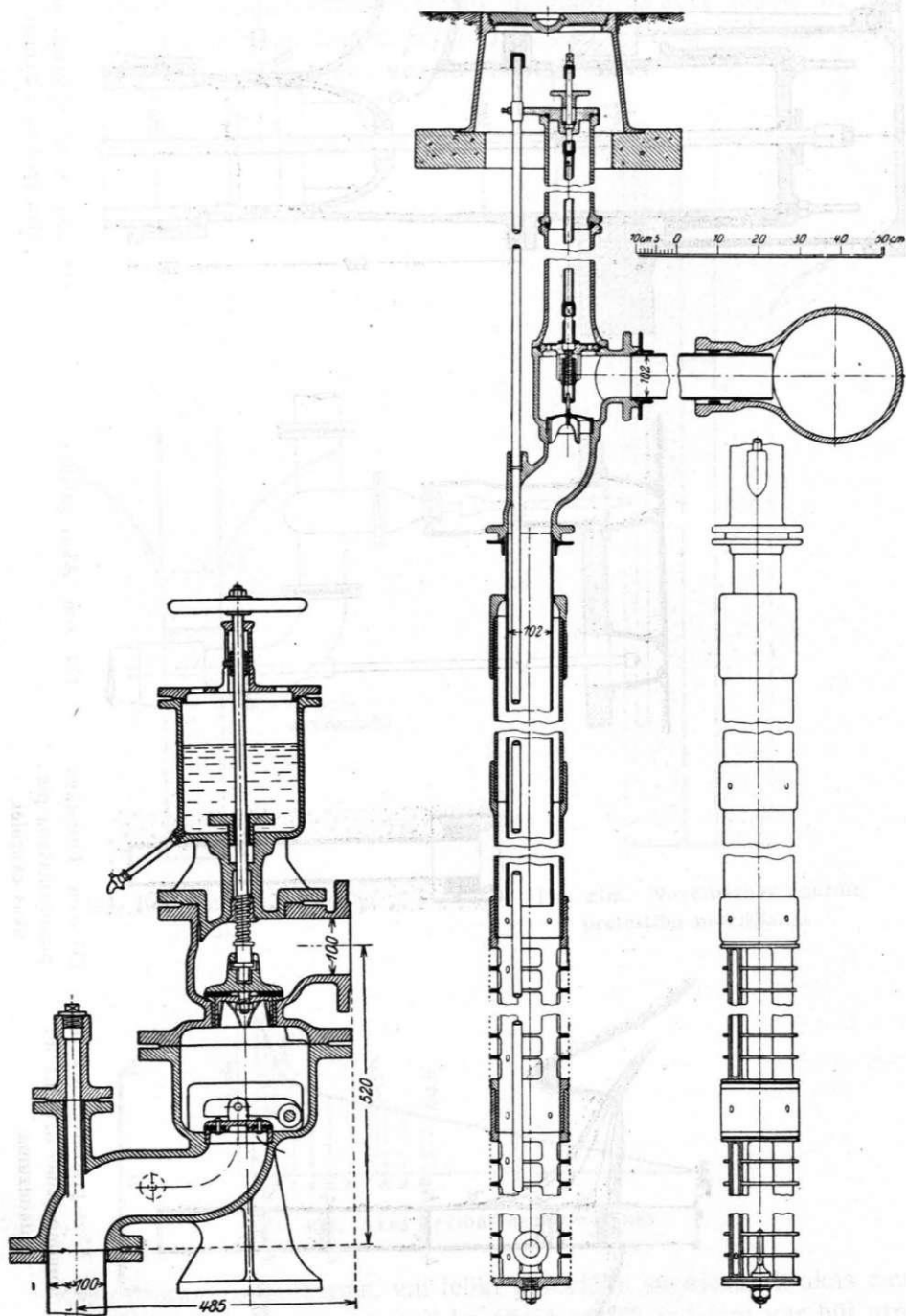
133. zīm. Filtrstāva piestiprināšana pie akas caurules.



134. zīm. Akas galva.



135. zīm. Viegli pieejama akas galva (pēc G. Thiem'a).



136. zīm. Akas galva Prāgas ūdensvadā.

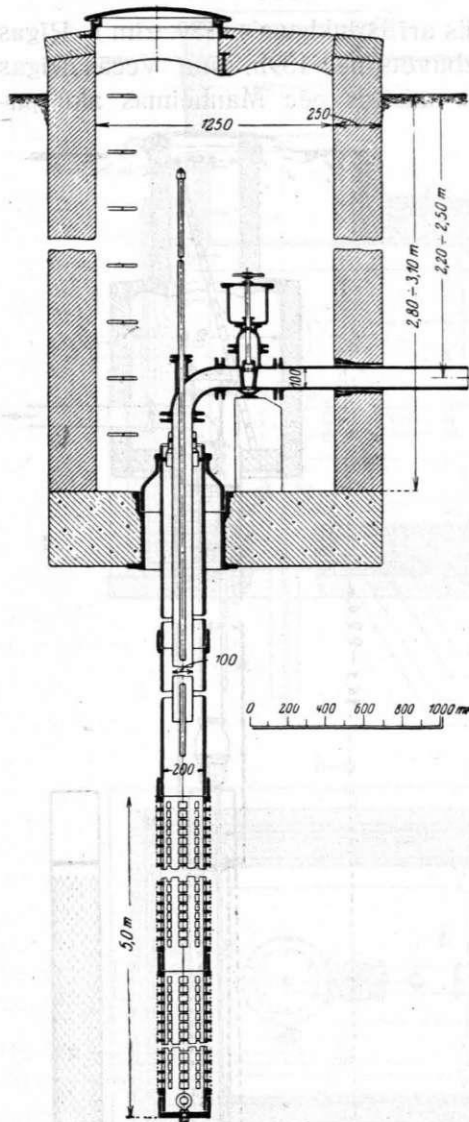
137. zīm. Thiem'a cauruļu aka.

visa akas iekšiene pieejama kā līmeņa svārstību novērošanai, tā arī vispārīgi akas iekšienes pārbaudījumam, izvelkot sūcējcauruli. Kopīgai ietaisei turpretim tas labums, ka ietaupa izdevumus par sūcējvadu, un arī akas caurule var būt mazāka, jo tajā nav tad vēl jāievieto sūcējvads. Ja ir atsevišķa sūcējcaurule, tai jāsniedz vismaz 1 m zem viszemākā nopumpējamā ūdens līmeņa, jo pie mazāka dziļuma varētu sūcējvadā ietikt gaiss.

Akas caurules taisa no tērauda vai čuguna, bet sūcējvadiem ieteicams materiāls ir varš.

Akas galva noslēdz akas augšējo daļu un noder akas pieslēgšanai kopīgam krājējvadam, kā arī akas noslēgšanai pret netīrumu ietiekšanu no ārienes. Visvienkāršākais akas galvas izveidojums sastāv no likņa, pie kuŗa pievienojams savienošanas vads un aizlaidnis tūlīt aiz likņa (134. zīm.). Uz likņa atrodas neliels nozarojums, caur kuŗu iet blīvi novērošanas caurulīte (ap 20—25 mm plata), kas ieiet akā dziļi, vismaz 1 m zem vismazākā nopumpētā ūdens līmeņa, un kas noder kā ūdens līmeņa svārstību novērošanai akā, tā arī parauga izņemšanai analīzei.

Akas galvas konstrukcija var būt ļoti dažāda. Ja pastāv vajadzība viegli pietikt pie akas iekšējās daļas, piem., tīrīšanas nolūkā, tad akas galva jāpaceļ uz augšu līdz ar sūcējvadu, un konstrukcija tad tā jāiekārto. Noblīvējumi visās vietās, kur tas vajadzīgs, ir pie Thiem'a akām ar gumijas gredzeniem. Pēc Prinz'a konstrukcijas Prāgas ūdensvadiem (136. zīm.) uz pievienojuma vada, aiz likņa, ir iebūvēta atspara klape un noslēdzes aizlaidnis; no pēdējā stanga iet caur ūdens podu, kas noslēdz gaisa ietiekšanu blīvslēgā.

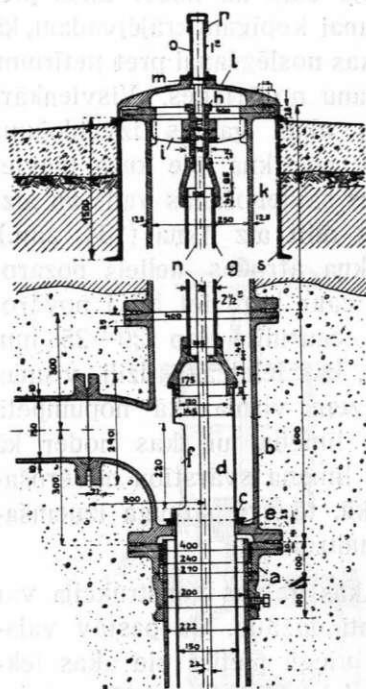


138. zīm. Cauruļu aka pēc Prinz'a.

būvēta atspara klape un noslēdzes aizlaidnis; no pēdējā stanga iet caur ūdens podu, kas noslēdz gaisa ietiekšanu blīvslēgā.

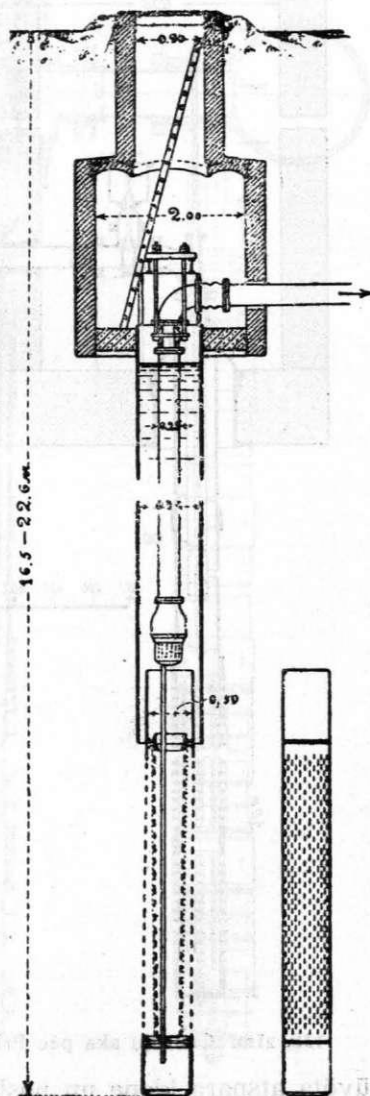
Akas galva var būt iebūvēta vienkārši zemē, un pieejai uzlikta parastā ielas kape (137. zīm.). Labāk tomēr ir, ja akas galvu iebūvē sevišķā šachtā, kas atvieglo lielā mērā pieeju pie dažādām akas daļām (138. zīm.). Šachtu izbūve tomēr maksā dārgi, un to dara tikai sevišķu akas galvas konstrukciju novietošanai (136. zīm.), vai ja vēlas akas devīgumu pārbaudīt ar pārnēsamiem ūdens mērītājiem, kas jāievieto akas galvā.

Akas galvas konstrukciju izveidojis arī Brinkhaus's (139. zīm.). Rīgas jaunās akas pieslēgums sifonvadam izbūvēts pēc 139b. zīm. Vecās Rīgas akas (Bukultu 1. izbūves) Smreker'a taisītas pēc Manheimas aku parauga (139a. zīm.).



- a — fasongabals pie akas caurules,
- b — savienojuma gabals ar sifonvadu,
- c — gala gredzens,
- d — sūcējvada noslēgums,
- e — gumijas gredzens,
- f — sūcējvada sāņnotece,
- g—k — noslēguma pieblīvējums,
- l — akas vāks,
- m—p — novērošanas caurules iebūve.

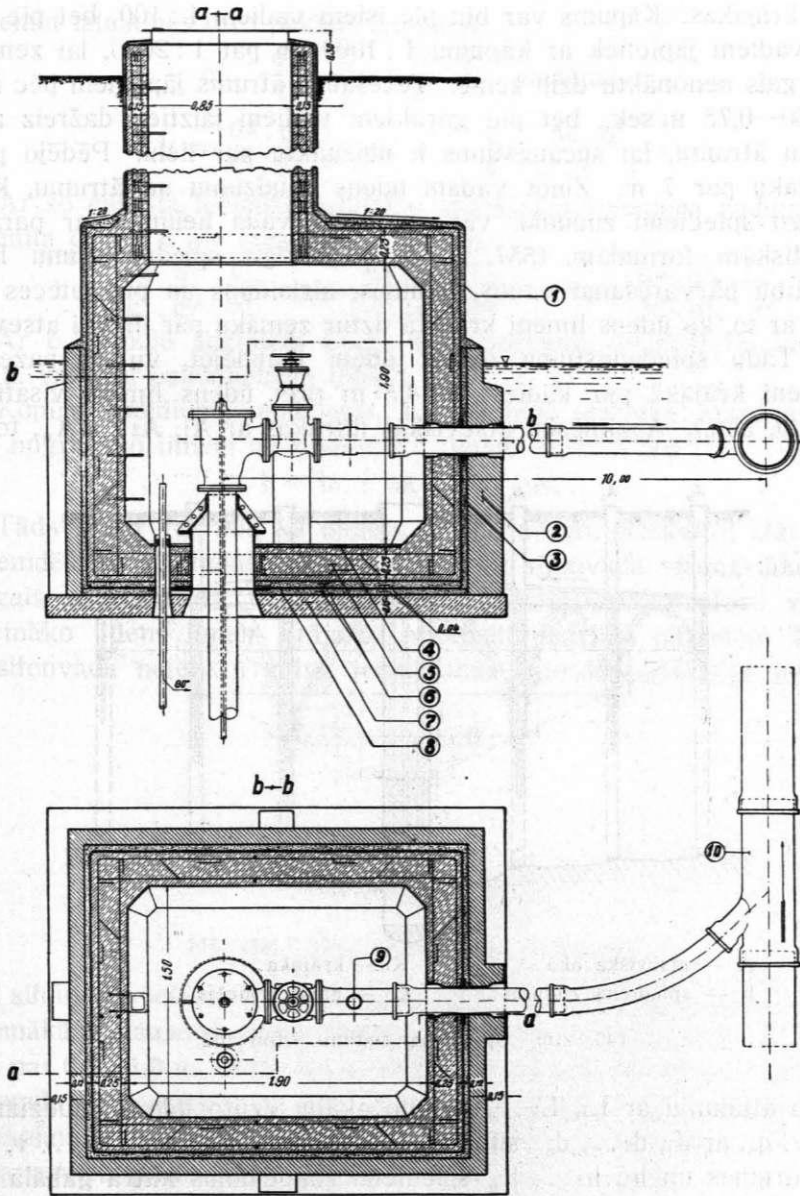
139. zīm. Akas galva pēc Brinkhaus'a.



139a. zīm. Manheimas akas.

Aku apvienošana (sifonvads).

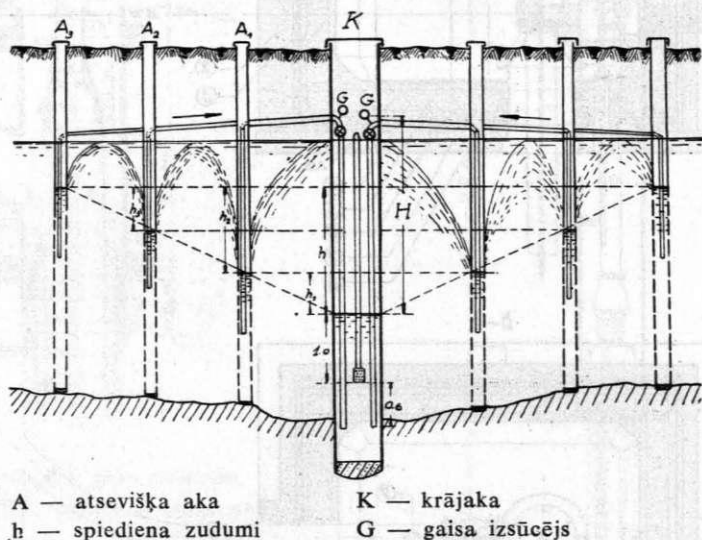
Kā jau minēts (175. l. p.), akas pievieno sifonvadam, kas ūdeni aizvada uz krājaku. Cits ūdens aizgādāšanas veids būtu ar pašteču vadu, kam pievienotas akas, vai ar pumpja sūcējvadu, bet tādi gadījumi praktiski sastopami gan reti, jo tam vajadzīgi sevišķi labvēlīgi topografiski ap-



139b. zīm. Filtraku pieslēgums sifonvadam Rīgas ūdensvadā.

stākļi. Sifonvadam ir lielas priekšrocības pret pašteču vai sūcējvadu, jo to var nolikt pāri par gruntsūdeni, ar to tas arī nāk seklāk zemē un tātad ir arī lētāks. Pret sūcējvadu sifonvadam ir arī vēl tā priekšrocība, kā ūdens tek mierīgāk, nav vibrācijas, kā tas ir pumpējot.

Sifonvadu liek ar kāpumu uz krājakas pusi, tā kā visaugstākā vieta ir pie krājakas. Kāpums var būt pie īsiem vadiem 1 : 100, bet pie garākiem vadiem jāprietiek ar kāpumu 1 : 1000 un pat 1 : 2000, lai zemākais sifona gals nenonāktu dziļi zemē. Tecēšanas ātrums jāprietiek pēc iespējas 0,50—0,75 m/sek., bet pie garākiem vadiem jāiztiek dažreiz arī ar mazāku ātrumu, lai sūcaugstums h neiznāktu par lielu. Pēdējo pielaiž ne lielāku par 7 m. Zinot vadam ūdens daudzumu un ātrumu, kā arī attiecīgo spiedienu zudumu, var aprēķināt vada lielumus ar parastām hidrauliskām formulām (557. l. p.). Vajadzīgo spiedaugstumu berzes pretestību pārvarēšanai vados, līkumos, aizlaidņos un pie ieteces vadā iegūst ar to, ka ūdens līmeni krājakā uztur zemāku par līmeni atsevišķās akās. Tādu spiedaugstumu iegūst ūdeni pumpējot, un tā pazeminot tā līmeni krājakā par kādiem 3—4,5 m pret ūdens līmeni visattālākā akā (140. zīm.). Apzīmēsim atsevišķās filtrakas ar $A_1, A_2 \dots A_n$, to sav-



A — atsevišķa aka K — krājaka
h — spiediena zudumi G — gaisa izsūcējs

140. zīm. Spiediena zudumi sifonvadā.

starpēju attālumu ar $L_1, L_2 \dots L_n$, no akām iegūto ūdens daudzumu ar $q_1, q_2 \dots q_n$, ar $d_1, d_2 \dots d_n$ sifonvada daļu diametrā, ar $v_1, v_2 \dots v_n$ tecēšanas ātrumus un $h_1, h_2 \dots h_n$ spiedienu zaudējumus katrā gabalā. Tad pēc hidraulikas pamattattiecībām $v = \frac{Q}{F}$, un pēc Šēzī (Chèzy)

$v = c\sqrt{R \cdot J}$, pie kam hydr. radijs pie pilna vada ir $R = \frac{d^2 \pi}{4} : d \pi = \frac{d}{4}$ un $J = \frac{h}{l}$ kritums vai spiediena zaudējums s. Tātad

$$v = c \sqrt{\frac{d}{4} \cdot \frac{h}{l}} = \frac{4q}{d^2 \pi}$$

un ņemot izteikmes otro pakāpi, dabūjam:

$$c^2 \cdot \frac{d}{4} \cdot \frac{h}{l} = \frac{16 \cdot q^2}{d^4 \cdot \pi^2} \quad \text{un tātad:}$$

$$h = \frac{64 \cdot q^2 \cdot l}{c^2 \cdot d^5 \cdot \pi^2} \quad \text{vai} \quad d = \sqrt[5]{\frac{64 \cdot q^2}{c^2 \cdot \pi^2 \cdot J}}$$

Ar šo pamata formulu palīdzību aprēķinām spiediena zudumu h pie pieņemta d , vai d pie pieņemta J . Piem.:

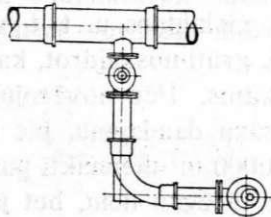
$$h_1 = \frac{64 \cdot q_1^2 \cdot L_1}{c^2 \cdot d_1^5 \cdot \pi^2}, \quad h_2 = \frac{64 \cdot q_2^2 \cdot L_2}{c^2 \cdot d_2^5 \cdot \pi^2} \dots h_n = \frac{64 \cdot q_n^2 \cdot L_n}{c^5 \cdot d_n^5 \cdot \pi^2}$$

Ar c formulā apzīmēts koef., ko aprēķina ar Kutter'a vai Manning'a, vai citu paņēmieniem (564. l. p.).

Kopīgs spiediena zaudējums, t. i. līmeņu starpība starp attālākās akas nogrimušo līmeni un viszemāko līmeni krājakā tad ir:

$$h = h_1 + h_2 + \dots + h_n.$$

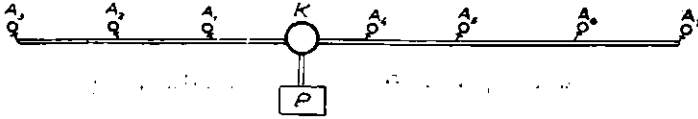
Tāds h tad var būt, kā minēts, 3—4,5 m, un, pieskaitot klāt līmeņa nogremdēšanu visattālākā akā un ievērojot sifonvada visaugstāko vietu, kopīgais augstums H , t. i. starpība starp visaugstāko sifona vietu un viszemāko ūdens līmeni krājakā, praktiski nedrīkst pārsniegt 7—8 m. Lai sifonvadā neietiktu gaiss, ieņemšanas caurules apakšējai malai, un



141. zīm. Akas pievienojums sifonvadam.

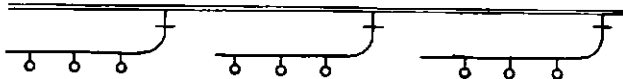
tāpat sifonvada ietecei galam krājakā, jābūt iegremdētai vismaz 1 m zem viszemākā pieļaujamā ūdens līmeņa. Bez tam sifonvada iztecei krājakā jābūt par 0,5—1,0 m, vidēji 0,6 m dziļāk par pumpja sūcējvada apakšmalu. Sifonvada savienošana ar aku var notikt dažādi. Tieši perpendikulārs savienojums nav ieteicams, jo grūti ielikt nozarojumu pilnīgi noteikti, lai atloka savienojumu būtu iespējams labi izdarīt. Labāk ir savienojumu izdarīt ar garāku vadu, ieliekot līkni, un pēc iespējas ar vairāk uzmanību, ar ko vads ir elastīgāks (141. zīm.). Uz pievienošanas vada nāk

arī aizlaidnis. Vadu liek ar kāpumu uz sifonvada pusi. Sifonvadu liek vismaz 4 m, labāk 5 m attālumā no akas, lai būtu drošība, ka caurules gulēs uz cietas grunts, un tās neiespaido kādi grunts izskalojumi pie akas, kas var viegli rasties aku stipri izpumpējot, ievielkot smiltis akā.



142. zīm. Aku pieslēgums sifonvadam.

Pieslēgt pie sifonvada var tieši katru aku (142. zīm.), bet, lai samazinātu aizlaidņu skaitu, var akas apvienot grupās (143. zīm.) un katru grupu ar kopīgu aizlaidni pieslēgt sifonvadam.

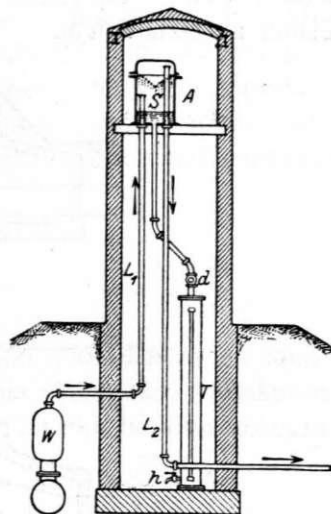


143. zīm. Aku grupu pieslēgums sifonvadam.

Sifonvada visaugstākajā vietā jāierīko atgaisošanas ietaise. Tāda vajadzīga nevien vada atgaisošanai iekams tas var sākt darboties kā sifons, bet vajadzīga arī pastāvīgi sakrājušās gaisa izvilkšanai. Ūdens satur dažādas gāzes, kas sastāda gaisu, ogļskābes, sērūdeņraža un c. maisījumu, un ko vienkārši apzīmējam ar gaisu. Bet arī no neblīvām vietām cauruļu savienojumos, aizlaidņos u. t. t. var vadā ietikt gaiss. Cik gaisa vadā ietiek šādā ceļā, grūti noskaidrot, kamēr gaiss, ko satur ūdens, ir vieglāk ar analīzi nosakāms. Pēc novērojumiem dažās vācu pilsētās Prinž's ieteic pieņemt gāzu daudzumu, pie 6—7 m vakuuma, līdzīgu 0,8 līdz 1,0 sl. no katriem 1.000 m³ diennaktī pumpējamā ūdens daudzuma. Šo skaitli var uzskatīt par diezgan lielu, bet jāņem vērā, ka nekad nav ļauni, ja atgaisošanas ietaise ir bagātāk aprēķināta, jo var būt daudz neparedzētu nejaušību, kas vadu blīvumu var iespaidot un nav tik drīz novēršamas, kā piem., nelieli neblīvumi savienojumos, kuņus atrast ir grūti un tad var sifonā ietikt vairāk gaisa kā normāli paredzēts.

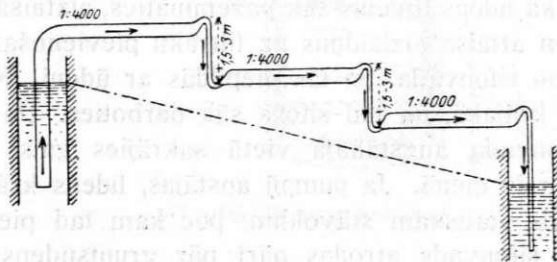
Vadu var atbrīvot no uzkrājušās gaisa pie īsiem sifonvadiem ar spiedūdens ielaišanu un gaisa izlaišanu caur kādu aizgriezni. Bet tādi gadījumi ir reti, un parasti vajadzīgas sevišķas ietaises gaisa izsūkšanai. Visvienkāršāk to izdara ar gaisa pumpi, izpumpējot augstākajā vietā sakrājušos gaisu. Gaisa pumpja vietā dažkārt lieto arī tvaika vai spied-

ūdens sūkņus (ežektorus). Lai neieplūstu ūdens gaisa pievadā un sūkņī, gaisa vadu iebūvē U-veidīgi. Tamlīdzīga ietaise izveidota torņveidīgi Prāgas ūdensvadā (144. zīm.). Pie sifonvada pievienots gaisa katls (w), un no tā iet uz augšu gaisa vads uz kādu rezervuāru 10 m augstumā (A), kurā virsējā daļā ietaisīts siets (S), pret ko ūdens, ja tāds būtu iekļuvis gaisa vadā, atsitas un izlīst uz rezervuāra dibenu, no kurienes to nolaiž uz sevišķu ūdens katliņu (T) torņa apakšā. No pēdējā ūdens notek uz kanalizāciju, vai to izpumpē ar rokas pumpi, ja nav iespējams ierīkot dabisku noteci, tāpēc ka rezervuārs atrodas zem zemes virsas. No augšējā rezervuāra (A), virsus sieta (S) ir gaisa caurules (L_2) ieejas gals, un tālāk gaisa caurule iet uz gaisa pumpi.



144. zīm. Prāgas ūdensvada saņemšanas atgaisošanas tornis.

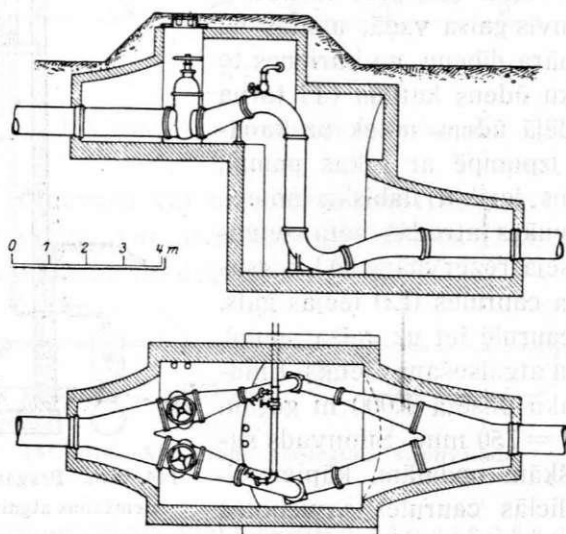
Automatisku atgaisošanas ietaisi Lindlejs ierīkojis Baku pilsētā 1.000 m garām sifonvadam ar $d = 750$ mm. Sifonvads sastāv no atsevišķām nodaļām, kāpienveidīgi, pie kam lielās caurules savienotas kritumos ar mazām caurulītēm (145. un 146. zīm.). Lielo cauruļu vadu nodaļas iet ar kāpumiem 1:4.000. No vienas nodaļas otrā, zemākā, ūdens nokrišanai ierīkotas sevišķas mazas caurules, ievietotas šachtā. Kritumi pieskaņoti zemes virsas kritumam un to lielums ir 1,5—3,0 m. Pienākot pie šachtas, vadu caurule drusku izliekta uz augšu un tad pāriet vertikālā mazāka diametra caurulē, pa



145. zīm. Automātiska atgaisošana pēc Lindleja (Lindley).

kuņu ūdenim jātek ar ātrumu 2 m/sec. Apakšā mazā caurule pāriet atkal lielajā. Tādai pašai ietaisei jābūt arī izteces galam krājakā (146 zīm.). Ietaises darbā laišanai nosūc gaisu no augšējiem likumiem palīdzot gaisa vadam, kas pieiet visiem atgaisošanas punktiem. Turpmāk, tik ilgi.

kamēr sifonvads darbojas, mazās caurulēs ar lielu ātrumu kustošais ūdens rauj līdz gaisu līdz pat izejai krājakā. Lai sifondarbība neaprautos arī pie maza ūdens daudzuma, mazās caurules sadalītas divās daļās ($\frac{2}{3}$ un $\frac{1}{3}$ no vajadzīgā šķērsriezuma) un bez tam caurtece rēgulējama ar aizlaidņiem.



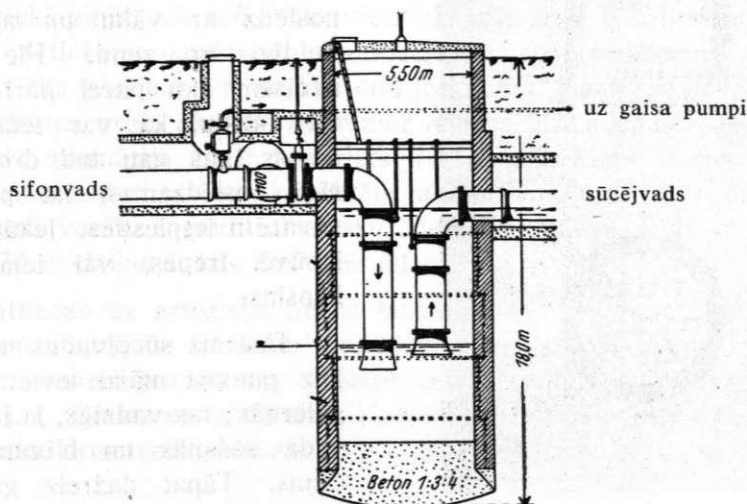
146. zīm. Gaisa uzsūkšana Lindleja ietaisē.

Sifonvada darbības ierosināšana notiek sekojošā ceļā. Kad ūdeni no akām nepumpē, tas akās atrodas statiskā stāvoklī, un līmenis saskan ar pirmatnējo gruntsūdens līmeni. Kad pumpji sāk strādāt un krājakā ūdens līmenis sāk pazemināties, aiztaisa sifonvada aizlaidni krājakā un attaisa aizlaidņus uz filtraku pievienošanas vada. Tad izpumpē gaisu no sifonvada, un tas piepildās ar ūdeni. Kad tas noticis, attaisa aizlaidni krājakā, un tad sifons sāk darboties. Pa ūdens pumpēšanas laiku sifonvada augstākajā vietā sakrāties gaiss jāizpumpē kā vajadzīgs, 1—2 reizi dienā. Ja pumpji apstājas, ūdens krājakā pamazām atkal paceļas līdz statiskam stāvoklim, pēc kam tad pietece sifonvadā apstājas, un, ja sifonvads atrodas pāri pār gruntsūdens līmeni, ūdens tecēs atpakaļ no sifonvada uz filtrakām, un sifonvads iztukšosies. Lai nebūtu vēlāk jāzaudē laiks ar gaisa izpumpēšanu un vada piepildīšanos ar ūdeni no jauna, ietaisa pie filtrakām sevišķas klapes, kas automatiski aiztaisās, kad ūdens tecēšana uz krājakas pusi apstājas, un attaisās, tiklīdz ūdens sāk atkal tecēt pa sifonvadu. Automatiskām klapēm jādarbojas viegli un uzticami, lai neceltos zaudējumi sūcaugstumā.

Sifonvads jānoliek sevišķi rūpīgi, lai nepaliktu neblīvas vietas. Cauruļu uznavu noblīvējumus izdara kā parasts, ar virves aizdrīvējumu un svina aizlējumu. Dažreiz lieto arī sevišķus gumijas gredzenus, ieteic vislabāk no P a r a-g u m i j a s. Blīvumu izmēģina ar ūdeni zem 3—4 atm., kas nedrīkst nokrist 15 min., vai ar gaisa izpumpēšanu. Pēdējā gadījumā blīvums atzīstams par pietiekamu, ja, atkarīgi no vada garuma un diametra, dzīvsudraba stabiņš 12 stundu laikā pēc gaisa izpumpēšanas nepaceļas vairāk par 3—9 mm, t. i. sūcspriegums (vakuums) nepamazinās vairāk kā par 3—9 mm.

K r ā j a k a s.

Krājaka uzņem ūdeni no sifonvada, vai no sifonvadiem, ja tādu ir vairāk kā viens, un no tās ieņem ūdeni pumpju sūcējvadi. Krājakas novieto ne tuvāk par 8—10 m no pumpju mājas, lai aku būvējot neapdrau-

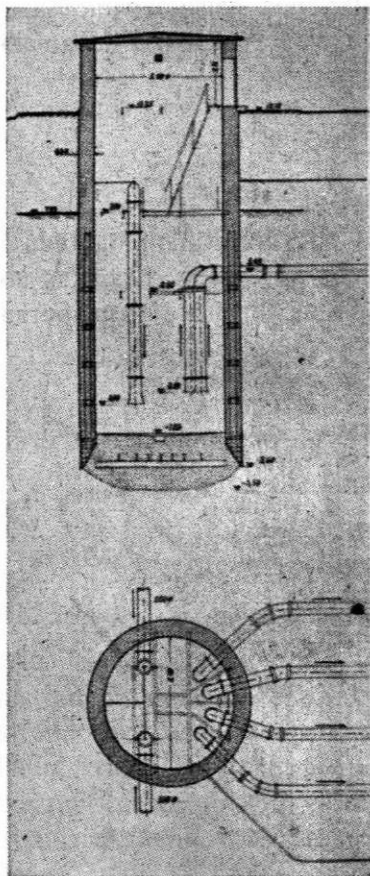


147. zīm. Ķelnes krājaka.

dētu mājas pamatus. Krājakas taisa ar diam. 5 m un vairāk, atkarīgi no sifonvadu un sūcējvadu skaita un lieluma, kā arī aizlaidņu daudzuma, kas akā jānovieto. Vadus piekaŗ sijām, kas ieliktas virsdaļā (147. un 148. zīm.).

Krājakas parastī taisa ar ūdensblīvām sienām un dibenu. Rēti, tikai mazākām ietaisēm, tās izmanto kā ūdens ieņēmējakas, taisot ar cauru-

mainām sienām vai ar dibenfiltru. Tāda ietaise nav vēlama, jo ietecējušais ūdens var ap aku izskalot smilti, aka var sēties un tā bojāt arī akā ievadītos cauruļu vadus. Krājaka, ja tā pietiekami liela un dziļa, var noderēt par smilšuķērēju. Lai cik rūpīgi arī smilts būtu no akām izpumpēta, tomēr no sākuma arī sifonvadā tiek ierautas smilts daļiņas, kas no-



148. zīm. Rīgas krājaka Zaķu m.

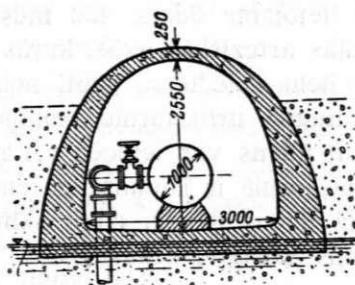
gulstas krājakas dibenā un nedrīkstētu ietikt pumpjos un bojāt to virzuļus, ja pumpēšanai lieto virzuļu pumpjus. Sūcējvada gals jāpacel augstāk par sifonvada galu vismaz par 0,6 m (201. l. p.), lai pēdejs atrastos arvien ūdenī un neiesūktu gaisu.

Dažreiz krājakas izmanto ķīmisku vielu piejaukšanai ūdenim, ja tā sastāvs to prasa. Aku pacel vismaz 1 m pāri pār zemes virsu, noslēdz ar vāku un apber kōnveidīgi ar zemi. Pie lielākām ietaisēm aku pacel pāri pār zemi tik augstu, ka var ietaisīt ieejas durvis, kas gan tad droši un pilnīgi noslēdzamas, lai pat putekļi nevarētu iespieties. Iekāpšanai akā iebūvē trepes, vai iemūrē sienā kāpšļus.

Dažreiz sūcējvadus no krājakas līdz pumpju mājai ievieto sevišķās galerijās; tas vadzīgs, ja jābaidās no vada sēšanās un blīvuma zaudēšanas. Tāpat dažreiz galerijās ir ievietoti arī sifonvadi (149. zīm.), lai varētu viegli atrast un izlabot neblīvumus. Galerijas taista no mūra, betona vai dzelzbetona (Kēlnē, Frankfurtē pie/M. un c.). Tāda ietaise gan garantē sifonvada uzticamu rīcību, bet ir dārga un lietojama tikai sevišķi grūtos grunts apstākļos.

Ieteicams taisīt 2 krājakas, lai remonta gadījumā neceltos pārtraukumi darbībā. Ja nav paredzētas 2 krājakas, tad jāietaisa apejas vads, kas savieno vajadzības gadījumā tieši sifonvadus ar pumpja sūcējvadiem.

Ieteicams taisīt 2 krājakas, lai remonta gadījumā neceltos pārtraukumi darbībā. Ja nav paredzētas 2 krājakas, tad jāietaisa apejas vads, kas savieno vajadzības gadījumā tieši sifonvadus ar pumpja sūcējvadiem.



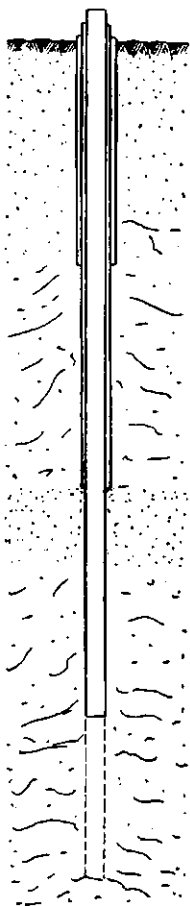
149. zīm. Sifonvads galerijā.

c) **Arteziskās akas.**

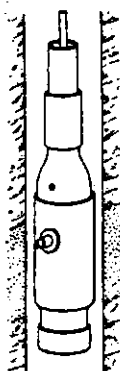
Ar artēziskām akām apzīmē tās dziļās akas, no kurām ūdens paceļas pāri zemes virsai. Tās ļoti līdzinās dabiskiem avotiem un var savu ūdeni būt ieguvušas vai no gruntsūdens, kas atrodas iespiests starp 2 ūdensblīviem slāņiem, vai no kādas apakšzemes ūdens straumes, kuņas ūdens atrodas zem spiediena. Artēzisku aku būvei ir tas ļaunums, ka nevar iepriekš zināt, cik nodomātā vietā aka būs dziļi jāurbj un kad atdursies uz pietiekama daudzuma laba noderīga ūdens. Tā piem., Daugavpilī izurbta aka pāri par 500 m, kas dod ļoti sāļīgu ūdeni (ap 8%). Tērvetes sanatorijai urbta aka 200 m, kamēr nonāca līdz ūdenim, kas tomēr satur daudz magnēzija un ir ļoti ciets (50 v. g.). Zinot vietas ģeoloģiskos noslāņojumus no agrāk urbtām akām, var daudz maz apsvērt, kādā dziļumā varētu sagaidīt artēzisku ūdeni. Tā, piem., Rīgā ir vairāk akas 50—70 m dziļumā, kas dod labu ūdeni.

Kas attiecas uz artēziska ūdens labuma, tad tas atkarīgs, kā vispārīgi gruntsūdens, no to slāņu īpašībām, caur kuriem ūdens ir gājis. No tādiem slāņiem parasti var sagaidīt cietu ūdeni, vai ar lielu dzelzs saturu un t. t. Daudzreiz artēziskas akas ūdens satur sērūdeņraža gāzes, bet to smaka drīz izzūd, ūdenim nākot gaisa iespaidā, piem., krājrezervuārā.

Artēzisku ūdeni saņem, tāpat kā dziļāku gruntsūdeni, ar urbtām cauruļu akām. Parasti artēziskas akas ir dziļas, urbumi iet cauri cietiem slāņiem, un tādēļ arī darbs grūtāks un iet lēni. Sadrupinātais materiāls ir jāizceļ, izvelkot urbi ar visām stangām, bet lieto arī metodes ar spiesta ūdens palīdzību vismaz līdz zināmam dziļumam. Izurbjamais caurums katrā ziņā jāizoderē ar urbjcaurulēm, pat cietā gruntī, jo citādi ūdens varētu pacelties uz augšu līdz kādam sausākam slānim, kurā tas iesūktos un uz virsu nemaz nenonāktu. Otrādi, no slāņiem ar mazāk labu ūdeni varētu tādā ietecēt akā. Ja urbjot uzduras uz vairākiem slāņiem



150. zīm. Artez. akas teleskopēts cauruļu ceļš.



151. zīm. Aparāts caurumu iecurbšanai apvalkcaurulē.

ar lietojamu ūdeni, tad tāds uzņemams akā. Ļoti dziļās artēziskās akās, kurās ūdens dodas uz augšu ar lielu spiedienu, grūti nolaist filtrcauruli. Tādā gadījumā urbjcaurule izpilda ūdens saņēmēju, pie kam ūdens var ietecēt vai nu tikai no dibena, vai urbjcaurulē ir jāietaisa garenī iegriezumi, vai apakšējā ūdens devēja cietā akmens slānī jāietaisa urbums bez apvalkcaurules.

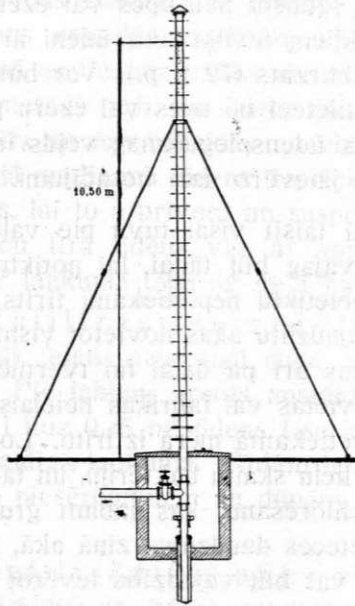
Sevišķi dziļās artēziskās akas nevar izurbt ar viena diametra cauruli līdz galam, jo berzes pretestība var kļūt tik liela, ka ar pieejamiem līdzekļiem nav vairs iespējams cauruli dziļāk iegremdēt gruntī. Nonākot līdz tādām dziļumam, jāurbj tālāk ar mazāka diametra cauruli, un tā darbu tad turpina, arvien samazinot diametru, tiklīdz tas izrādītos par vādzīgu. Tādā kārtā visa aka sastāv no teleskopēta

cauruļu ceļa (150. zīm.). Parasti iespējams ar viena diametra cauruli noiēt dziļumus 30—50 m. Kad aka nobeigta, var katra mazāka diametra cauruli nogriezt dažus metrus virs lielākās caurules apakšējā gala, pēc tam kad starpa piepildīta ar betonu. Tomēr tas ir grūts un nedrošs darbs, jo nevar pārliecināties par izdarītā darba (sevišķi aizbetonējuma) labumu. Tādēļ labāk ir atstāt arī mazāka diametra caurules līdz virsai tik tālu, cik tas netraucē pumpja ietaisi.

Artēziskās akas urbjot jāatzīmē sevišķi rūpīgi visi ūdensnesēji slāņi, to ūdens līmenis un to ūdens devība. Tikai tādā ceļā var noskaidrot to slāņu atrašanās vietu, no kuriem izdevīgi ņemt ūdeni un kuros tātad jāievieto filtrcaurules, vai jāietaisa caurumi urbjcaurulē. Slāņos ar nevēlamu ūdeni caurulei un tās apkārtnē jābūt blīvai, lai tāds ūdens nevarētu ietikt akā. Caurumu izurbšanai apvalkcaurulē, ja tā paliek kā ūdens padevēja ūdens ieņemšanai no vēlamiem slāņiem, noder sevišķi instrumenti, piem., Hercog'a rekomendētais (151. zīm.). Aparāts pastāv no kapsēlveidīgas ietaises ar urbi, ko kustina urbjstanga un ar ko var izurbt apaļus caurumus. Garenus caurumus, 20—25 mm ga-

rumā un 5—7 mm platumā, var ietaisīt ar nazi, piestiprinātu pie urbšanas stangas pēdējo kustinot uz augšu un leju.

Arteziskā akā ūdens izplūst pāri pa zemes virsu un parasti neizlietoto ūdeni nolaiž uz kādu novadu. Tāds paņēmieni gan atbrīvo no izdevumiem sevišķi noslēgšanas ietaisei, bet tomēr nav ieteicams, jo veltīgi samazina ūdens rezerves, kas atrodas zemē. Sekas var būt tās, ka var samazināties ūdens iztece, pazemināties tā līmenis, un ir pat gadījumi, kad ar laiku aka pilnīgi izsīkst.



151a. zīm. Pjezometriskā caurule virs akas.

Artezisku aku urbnot, dažreiz ūdens sāk nākt ārā ar lielu sparū. To paredzot, jau laikus akas galvas ievietošanai iebūvē šachtu ar jau gatavu nozarojumu un novadu. Ja tas nav paredzēts un par ātru ūdens noteci nav gādāts, var notikt zemes izskalojumi ap aku. Sevišķi jaunas sekas var celties, ja urbja caurule nav zemē blīvi iedzīta un gar to no ārpusē var uz augšu spiesties ūdens, izskalodams vieglākus slāņus. Tādos gadījumos var notikt lielāka nelaime, zeme apkārt akai var iegrimt un, ja atrodas ēku tuvumā, arī tās var sagraut. To ievērojot, aka nav jāurbj ēku tuvumā. Nelaime jānovērš pašā sākumā. Jāsamazina spiediens, zem kuŗa ūdens iztek. Daudzreiz to panāk, izurbjot tuvumā pa-

pildu akas, un, no tām ūdeni stipri pumpējot, pazemina ūdens līmeni šinīs akās un līdz ar to arī vainīgajā akā, ar to samazina izteces sparu un dod iespēju iebūvēt drošu akas izteci.

17. Mākslīgais gruntsūdens.

Gruntsūdens daudzumu zemē, iegūstamu ūdens apgādes mērķiem, var palielināt ar divējāda veida ietaisēm: a) krasta filtrāciju un b) mākslīgu gruntsūdens sagādāšanu.

a) **Krasta ūdens.** Ietaisot aku upes vai ezera tuvumā, var pie labvēlīgiem grunts apstākļiem ievilkt akā ūdeni arī no šim tvertnēm, kā jau šis jautājums tika iztirzāts (79. l. p.). Var būt gadījumi, ka tādā ceļā akai var iegūt lielāku pieteci no upes vai ezera puses, nekā no pietecējušā gruntsūdens. Šāds ūdens iegūšanas veids ir sastopams daudz vietās. Tomēr to lietojot jāievēro daži nosacījumi.

Nav ieteicams aku taisīt visai tuvu pie vaļējas ūdens tvertnes, jo caurtecei caur grunti vajag būt tādai, lai notiktu pietiekama ūdens nofiltrēšana un lai akā neietiktu nepietiekami tīrīts ūdens. Tātad atkarīgi no gruntsapstākļiem vajadzētu akas novietot vismaz kādus 50 m no upes vai ezera. Atkarājas tas arī pa daļai no tvertnes ūdens īpašībām. Jāievēro, lai apdzīvotas vietas vai fabrikas neielaiestu tvertnē netīrus ūdeņus, bet tos iepriekš pietiekamā mērā iztīrītu. Ļoti netīrs tvertnes ūdens var nonākt akā pat ar lielu skaitu baktēriju, un tad saņemtais ūdens būtu jāsterilizē, piem., ar chlōrēšanu, kas labam gruntsūdenim nebūtu bijis vajadzīgs. Tāpat arī ietece daudzuma ziņā akā, kas iegūst ūdeni no atklātas ūdens tvertnes, var būt vajadzība ievērot dažus nosacījumus. Ja upes ūdens satur dūņas un pietece akai notiek ar lielu ātrumu, tad dūņas var tikt ievilkas grunts porās, tās tad piesērētu, un līdz ar to samazinātos pietece akai no tvertnes puses. Lai tam izbēgtu, dažreiz nevar akā ūdeni pazemināt ar izpumpēšanu vairāk kā par 2 m zem upes līmeņa.

b) **Pilnīgi mākslīgu gruntsūdeni,** dabiskā gruntsūdens papildināšanai, sagādā pēc tiem pašiem principiem kā pirmā gadījumā. Šādai ietaisei izvēlas vietu, ja iespējams, tik augstu, kā upes lielūdeņi to neaizkaņ. Ietaise paredz virszemes ūdens ielaišanu gruntī un tad infiltrētā, mākslīgā gruntsūdens saņemšanu ar parastajām akām vai ar savākšanas galerijām, ja gruntsūdens slānis ir sekls.

Jau A. Thiem's un citi bija savā laikā aizrādījuši par tādu mākslīga gruntsūdens sagādāšanas iespējamību, bet praktiski jautājumu izpētīja un tā iespēju pierādīja zviedru hidrologs Richerts 1897. g., ierīkojot

t. s. «gruntsūdens fabriku Gotenburgas pilsētai» un Scheelhaase Frankfurtē pie Mainas.

Infiltrāciju var izdarīt dažādi:

1. Aplūdinot visu infiltrācijai nodomāto laukumu, tāpat kā to dara uz kanalizācijas ūdens tīrīšanas laukiem vai zemes filtriem. Tāda metode iespējama, ja ūdens uzņēmējs slānis paceļas līdz zemes virsai un nav pārklāts ar ūdeni caurnelaidīgu slāni. Aplūdināšana gan vairāk ieteicama siltā gada laikā; ziemā uzlaistais ūdens varētu sasalt uz zemes virsas un tad infiltrācija būtu pārtraukta. Grūtības infiltrācijā te rodas ātrāk kā pie kanalizācijas ūdeņiem, jo pēdējie ir samērā silti (reti zem $+10^{\circ}\text{C}$), kamēr ūdens apgādes mērķiem infiltrācijai jālieto upes vai ezera ūdens, kas ziemā nav daudz siltāks par 0° .

Aplūdināšanas metodi tieši var lietot tikai tad, ja upes vai ezera ūdens ir pietiekami tīrs un nav jābaidās no virsējās zemes kārtas ātras piedūņošanas. Pretējā gadījumā ūdens iepriekš jātīra nostādināšanas baseinos vai ātrfiltrros, lai to atbrīvotu no suspendētām vielām. Pie labi caurlaidīgas grunts un tīra ūdens var ar aplūdināšanu infiltrēt līdz $0,05\text{--}0,10\text{ m}^3$ uz 1 m^2 laukuma (500 m^3 uz 1 ha) dienā.

2. Ietaisot infiltrācijas grāvjus vai dīķus (152a. zīm.), kurū apakša nāk ūdens uzņēmīgā slānī, un tie izrakti cauri ūdeni caurlaidīgam slānim. Pie labiem grunts apstākļiem var ar tādām ietaisēm infiltrēt diennaktī līdz $0,25\text{ m}^3$ ūdens (īsu laiku pat vairāk) uz 1 m^2 dīķa vai grāvja caurlaidīga laukuma. Tādām ietaisēm jāparedz rezerves, lai, laukumus tīrot no piesērējumiem un dūpām, nebūtu jāpārtrauc iestādes darbība.

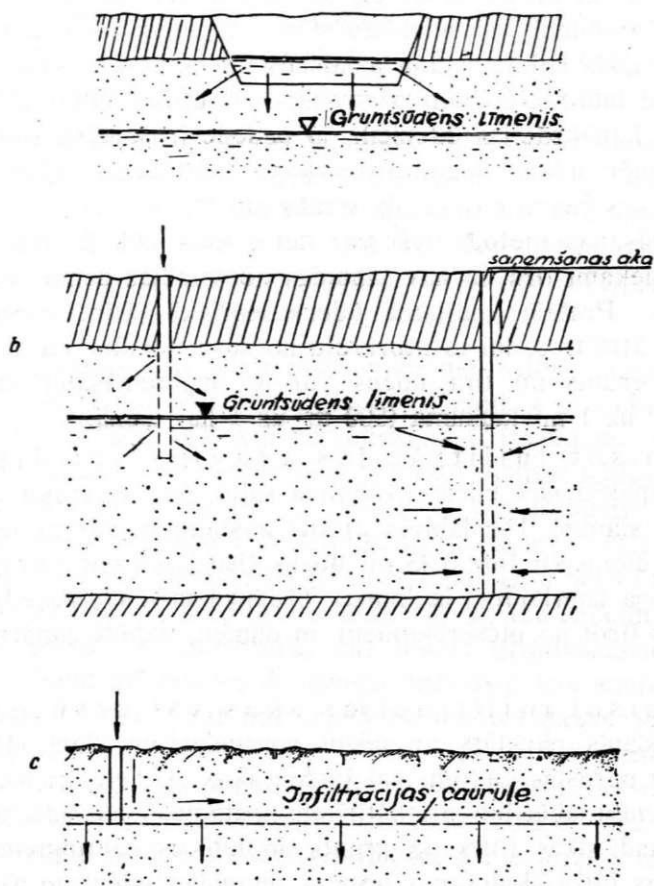
3. Ietaisot infiltrācijas akas vai uzsūcējakas, ja infiltrācijas slānis pārklāts ar ūdeni caurnelaidīgu slāni (152b. zīm.). Akas var būt parastās cauruļu vai šachtu akas. Arī pie šīs metodes infiltrējamam ūdenim jābūt labi priekštīrītam nostādināšanas baseinos vai ātrfiltrros, jo citādi akas filtrs un grunts ap izteces caurumiem piesērētu. Jāparedz akas filtra skalošanas iespēja, pumpējot ūdeni no akas.

4. Ieliekot infiltrācijas caurules zemē, ūdeni uzņemošā slānī. Tajās ielaiž no akām ūdeni, kam tad jāiesūcas zemē (152c. zīm.). Lai caurules nepiesērētu, infiltrējamais ūdens iepriekš labi jāiztīra. Sevišķi jāievēro, lai organiskas vielas neietiktu infiltrācijas ietaisē, jo tad caurules varētu pieaugt un infiltrācija apstātos. Ja tas notiktu, caurules būtu jāatrok, jāiztīra un jānoliek pa jaunu, kas maksātu dārgāk nekā priekštīrīšana un arī traucētu kārtīgu ietaises darbību. Ietaise līdzīga «apakšzemes apūdeņošanai» ar kanalizācijas ūdeņiem.¹⁾

¹⁾ M. Bīmaņa — Notekūdens novietošana un tīrīšana, 1941., 269. lpp.

Metode, ievērojot grūtības cauruļu tīrīšanā, mazāk lietota kā iepriekšējās.

Infiltrētais ūdens, ja tas pietiekami ilgi var uzturēties gruntī, pieņem pamazām tās pašas īpašības, kā gruntsūdens, tīrības, tā arī temperatūras ziņā.

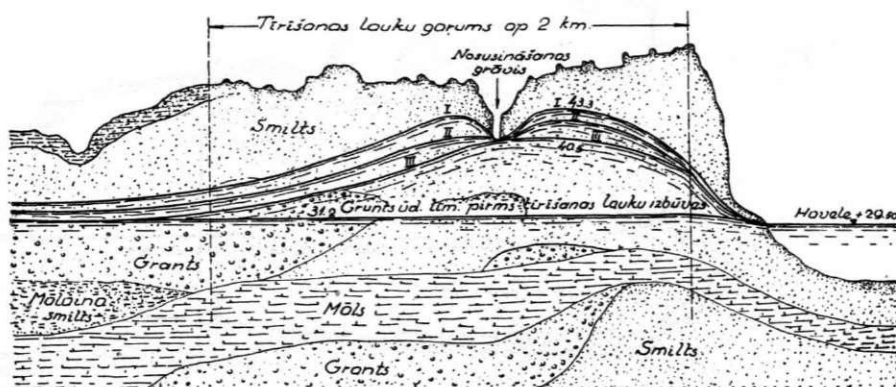


152a., b., c. zīm. Infiltrācijas metode.

Vislabākos novērojumus par gruntsūdens līmeņa pacelšanos no infiltrācijas var iegūt tīrīšanas laukos, kā tas arī Frühling'a novērots Berlīnes tīrīšanas laukos, pie Spandavas pilsētas (153. zīm.). Vietām gruntsūdens līmenis bija pacēlies tik augstu, ka pārpurvoja senāk bijušās sausās pļavas, kas noveda pat pie juridiskām komplikācijām. Pēc Keller'a Berlīnes tīrīšanas laukos infiltrējas un palielina gruntsūdens daudzumu ap 24 milj. m³ ūdens gadā.

Infiltrācijas ietaisei ūdens sagādāšanas mērķiem jāatrodas tik tālu no ūdens saņemšanas ietaises, cik vajadzīgs, lai būtu pietiekama garantija, ka ūdens varētu iztīrīties. Attālums jāatrod uz pētījumu pamata, ievērojot arī ūdens un grunts īpašības. Nevajadzīgi liels attālums nav vēlams, jo tādā būtu iespējami lielāki ūdens zudumi, piem., ūdenim aiztekot garām saņemšanas ietaisēm. Ūdens infiltrācijai un izpumpēšanai jāatrodas zināmā līdzsvarā.

Kā jau minēts, Richert's ar mēģinājumiem pierādīja, ka Gotenburgas pilsētas ūdensvadiem iespējams ieņemamo ūdens daudzumu palielināt ar mākslīgu infiltrāciju. Ar iepriekšēju mēģinājumu viņš pierā-

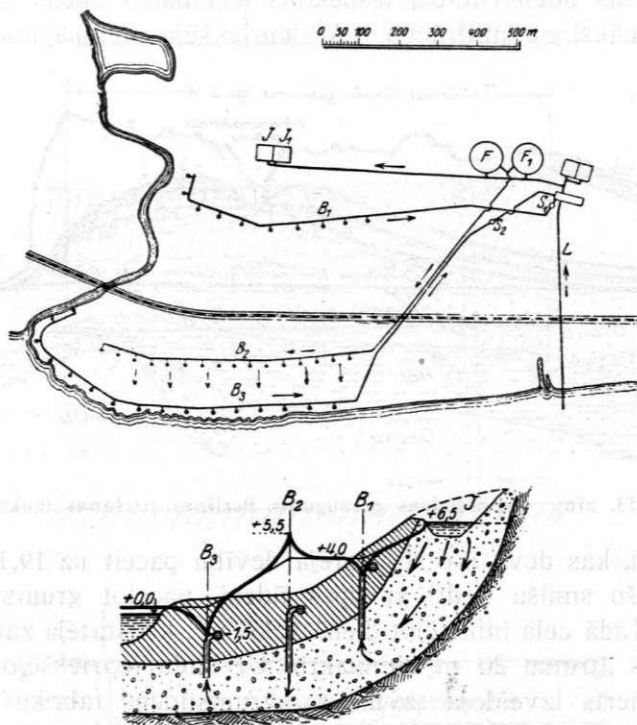


153. zīm. Gruntsūdens pieaugums Berlīnes tīrīšanas laukos.

dīja, ka akai, kas deva 8-6 sl., varēja devību pacelt uz 19,1 sl. piepildot tuvumā esošo smilšu bedri ar upes ūdeni, paceļot gruntsūdens līmeni par 0,7 m. Tādā ceļā infiltrējot dienā 1.360 m³, konstatēja zaudējumus 8% un filtrācijas ātrumu 20 m diennaktī. Uz šādu iepriekšējo novērojumu pamata Richerts izveidoja savu t.s. «gruntsūdens fabriku» (154. zīm.). Pirmā kārtā paredzēti 2 infiltrācijas dīki (J un J₁) ar kopā 5.600 m² smilšu laukuma. Dīku dibens sastāvēja no smalkas smilts 0,5 m dziļi. Infiltrācijas slānis ir veca morēna, kādus 2 m dziļi, un sastāv no rupjas smilts un grants. Infiltrācijai uzpumpēja ūdeni no Gōtaālf upes. Gruntsūdens saņemšanai ietaisīja 20 akas (B₁), kas pievienotas krājējvadam un notecēja uz krājaku (S₁). Ar šādu ietaisi ieguva 70 sl., un, ietaisot vēl infiltrācijas akas (B₂), ieguvums ar jaunu aku rindu (B₃) palielinājās līdz 100 sl. Šīm otras sistēmas infiltrācijas akām ūdeni pievadīja no ātrfiltriem (F, F₂), un no ieņemšanas akām aizvadīja uz otru krājaku (S₂). No krājakām ūdeni pumpēja uz pilsētu. Infiltrētais ūdens uzturējās gruntī vairāk mēnešus. Kamēr upes ūdens temperatūra svārstās no 0° līdz 20°C un baktēriju daudzums sasniedz 500—8.000 uz 1 cm³ ūdens, no

iestādes iegūtā ūdens temperatūra ir 8—11°C, un baktērijas praktiski nav atrastas.

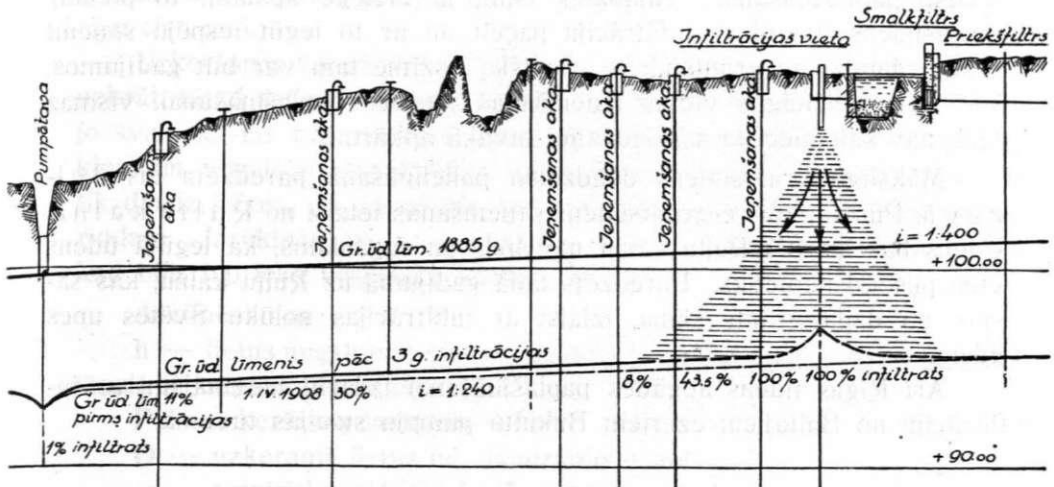
Līdzīgi panākumi sasnieti arī ar ļoti plašiem mēģinājumiem, kurus izdarījis Scheelhaase Frankfurtē pie Mainas. Pilsēta ņem ūdeni no gruntsūdens (pilsētas mežā), kas atrodas 3—40 m biezos smilšu un grants slāņos uz ūdeni caurnelaidīga slāņa. Pieteces rajons ir ap 90 km². Gruntsūdens līmenis aku ieņemšanas vietā nogrimis ap 5 m pret pirmatnējo gruntsūdens līmeni. Nodoms bija ar Mainas upes ūdens uzpūm-



154. zīm. Mākslīga gruntsūdens iestāde Göttingā.

pēšanu un infiltrāciju novērst turpmāku gruntsūdens līmeņa krišanu (155. zīm.). Pirmā mēģinājumu ietaise šai virzienā (1908. g.) sastāvēja no 2 infiltrācijas līnijām à 25 m, kas bija liktas 3 m dziļi, no oliem apbērtām drenāžas caurulēm, kas darbojās pārmaiņus. Infiltrētam ūdenim bija jānoiet 13—14 m vertikāls ceļš, iekams pievienojās dabiskajam gruntsūdenim. Infiltrācijai ņēma ūdeni no Mainas upes, kuņas ūdens ir ļoti duļķains, satur daudz organisku vielu un 1 cm³ 400—100.000 bakt. To ievērojot, upes ūdeni vispirms laida caur rupju smilšu filtru (prefiltru) un tālāk uz smalksmilšu filtru, ļaujot ūdenim te nofiltrēties ar ātrumu 3 m/24

stundās. Tad filtrēto ūdeni ielaida 3 m dziļumā ieliktās infiltrācijas līnijās, no kurām tam, izejot zemē, bija jāiet vēl caur 10—11 m dziļu sausu smilšu kārtu, iekams tas nonāca gruntsūdenī, un, šo slāni caurejot, tas varēja aerēties un organiskas vielas minerālīzēties. Arī infiltrācijas ietaises pārmaiņus darbība bija tā domāta, ka būtu dots laiks organiskām vielām apskābļoties, ar ko izzustu vielu nogulumu infiltrācijas drenās, grunts materiāls tiktu reģenerēts un varētu strādāt ilgu laiku. Tādā ceļā varēja ievadīt gruntsūdenī katru dienu ap 500 m³ upes ūdens. Vēlākā laikā ietaisija otru lielāku mēģināšanas ietaisi, kas infiltrēja līdz 4.000 m³



155. zīm. Ūdens ieņemšana Frankfurtē pie Mainas.

upes ūdens katru dienu. Arī tā sastāv no 2 pārmaiņus nodarbinātām infiltrācijas līnijām, katra 200 m garumā. Priekštīrīšanai arī šai gadījumā lieto ātrfiltrus, lēnfiltrus un tīrīšanas dīkus, kas dod iespēju dažādu priekštīrīšanas ietaišu kombinācijai un izmēģināšanai. Uz 1 m infiltrācijas līnijas vidēji iznāk 20 m³ ūdens dienā.

Mēģinājumu iegūtie praktiskie norādījumi, tos savācot ar novērošanas akām dažādā attālumā no infiltrācijas vietas, bija sekojoši:

1. Ūdens gruntī filtrējas ar ātrumu 0,5 m diennaktī.
2. Priekštīrīšanai pietiek rupjfiltri.
3. Jau 20 m attālumā no uzsūkšanas vietas (pēc 45 dienām) ūdens bija bez baktērijām.
4. Attālumā 75 m (140 dienas) infiltrāta temperatūra līdzinājās dabiska gruntsūdens temperatūrai.
5. Smaka, garža un nokrāsa bija tikpat kā izzudusi 100 m attālumā (190 dienas).

6. Infiltrēta ūdens zudumus nav bijis iespējams novērot 3-gadīgā izmēģināšanas periodā.

Kopīgs secinājums par Frankfurtes mēģinājumiem ir tāds, ka Mainas upes ūdens, kuŗu pieskaita pie visnetīrākiem upes ūdeņiem, ar infiltrāciju praktiski jau 100 m attālumā no infiltrācijas vietas (šo attālumu ūdens nogājis 190 dienās) līdzinās labam gruntsūdenim.

Gruntsūdens sagādāšana uzrādītā ceļā ir ar lielu praktisku labumu. Vispirms var rēgulēt gruntsūdens daudzuma svārstības, kas atkarīgas no nokrišņu apstākļiem. Daudz gadījumos varēs aiztaupīt ieņemšanas ietaišu paplašināšanu. Vajadzīgs tikai, ja vietējie apstākļi to pieļauj, gruntsūdens līmeni ar infiltrāciju pacelt un ar to iegūt iespēju saņemt lielāku daudzumu gruntsūdens. Sevišķa nozīme tam var būt gadījumos, kad nav pienācīgas vietas ieņemšanas ietaises paplašināšanai, vismaz tāda nav saimnieciski sasniedzama tuvākā apkārtnē.

Mākslīga gruntsūdens daudzuma palielināšana paredzēta arī Jelgavā. Pilsēta izbūvē gruntsūdens saņemšanas ietaisi no Ruļļu kalna. Ūdens baseins pie Ruļļu kalna nav liels un sagaidāms, ka iegūtā ūdens vien pilsētai nepietiks. Paredzēts tādā gadījumā uz Ruļļu kalnu, kas sastāv no dziļa grants slāņa, izlaist ar infiltrācijas nolūku Svētes upes ūdeni.

Arī Rīgas ūdens apgādes paplašināšanai izdarīti mēģinājumi ar infiltrāciju no Baltajiem ezeriem Bukultu pumpju stacijas tuvumā.

18. Virszemes ūdens ieņemšanas ietaises.

a) Lietus ūdens saņemšana.

Kā jau minēts (72. l. p.), lietus ūdenim ir īpašības, kas tā lietošanu ierobežo ar gadījumiem, kad cits ūdens avots nav sasniedzams. Lietus ūdeni uzķer uz kāda tam mērķim sagatavota laukuma, mazākā daudzumā to uzkrāj no jumtiem vai pagalmiem. Tā tīrība tātad atkarīga pirmā kārtā no uzķeršanas laukuma tīrības, un, to ievērojot, gan tiešai baudīšanai, dzeršanai, lietus ūdens retos gadījumos būs lietojams. Parasti šim mērķim tas jānovāra vai jāfiltrē. Tādēļ arī lietus ūdens krātuvēs arvien paredz filtrus, caur kuŗiem ūdenim jāiziet, iekams tas nonāk patērētāju rīcībā. Tādas lietus ūdens krātuves sauc par cisternām. Cisternu uzdevums ir uzkrāt lietus ūdeni, to tīrīt un uzglabāt tīru. Tātad apgādes ietaise ar lietus ūdeni sastāv no sekojošām sastāvdaļām: uzķeršanas laukuma, krātuves ar tīrīšanas ietaisi un saņemšanas ierīci lietošanai.

Lietus ūdens uzķeršanai noder līdzieni, cieti laukumi ar nelielu kritumu uz cisternas pusi, lai ūdens varētu ātrāk satecēt un ne-

spētu iesūkties zemē un izgarot. Nepavisam neder ar zāli vai kokiem apauguši laukumi, jo pa tādiem ūdens tecētu lēnām, daļa izgarotu un daļu uzsūktu stādi. Mazām ietaisēm var noderēt māju jumti, bet lielākām jāsa- gatavo speciāli tam mērķim blīvi laukumi, piem., klints virsas, aizlejot plaisas ar cementu. Ja tādu blīvu laukumu no dabas nav, tad tie jāiz- gatavo, virsu pārklājot ar betonu. Tā, piem., (pēc pirmā priekška- ra datiem), Gibraltārā bij 6,5 ha liels laukums pārklāts ar betonu uz stipri saplaisājušas klints. Laukumam jābūt tīram, un tādēļ, lai uz tā neuz- nāktu netīrumi, tas jāiežogo. Tomēr nav izbēgama putekļu un organismu uzmešanās, un tādēļ pirmais lietus ūdens, kas tos noskalo, jāaizlaiž ga- rām cisternai.

Uzķeršanas laukuma lielums atkarājas no tā, cik ūdens grib uzkrāt, tātad arī no cisternas lieluma. Jo biežāk ūdens cisternās mainās, jo svaigāks tas būs, un tādēļ cisternu lielums atkarīgs no meteoroloģis-kiem un vispārīgi klimatiskiem apstākļiem. Jāsagādā pa lietus periodu tik daudz ūdens, cik vajadzīgs, lai tā pietiktu visgarākajam sausuma pe-riodam. Jārēķinās arī ar vismazāko nokrišņu daudzumu, kāds ir jeb- kad bijis iepriekš visgarākā sausā periodā.

Apzīmēsim ar:

h — lietus augstumu, metros, zināmā laika posmā; pa to lietus ūdens jāuzkrāj sausam periodam,

F — uzķeršanas laukumu — m^2 ,

Q — uzķeramā lietus ūd. daudzumu — m^3 ,

α — empīrisku sateces koef., atkarīgu no klimata un laukuma īpa- šībām.

Tad var uzstādīt attiecību:

$$Q = \alpha \cdot F \cdot h$$

α — pie Viduseiropas apstākļiem var pieņemt = 0,5 līdz 0,7; siltās zemēs jāpieņem mazāka vērtība.

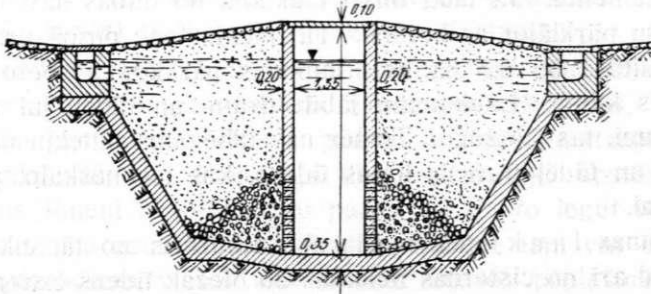
Piemērs: $h = 200$ mm 0,20 m; Q — vajadzīgs 100 m^3 un, pieņemot $\alpha = 0,5$, va- jadzētu sagatavot laukumu lietus ūdens uztveršanai:

$$F = \frac{Q}{\alpha \cdot h} = \frac{100}{0,5 \times 0,2} = 1.000 \text{ m}^2.$$

Tas dotu iespēju savākt ūdeni kādu 1.000—1.500 dienu patēriņam 1 cilvēkam, ievērojot zināmu taupību ūdens patēriņā, tātad mazai saimniecībai ar 20 cilvēkiem pie- tiktu ūdens kādām 50—75 dienām.

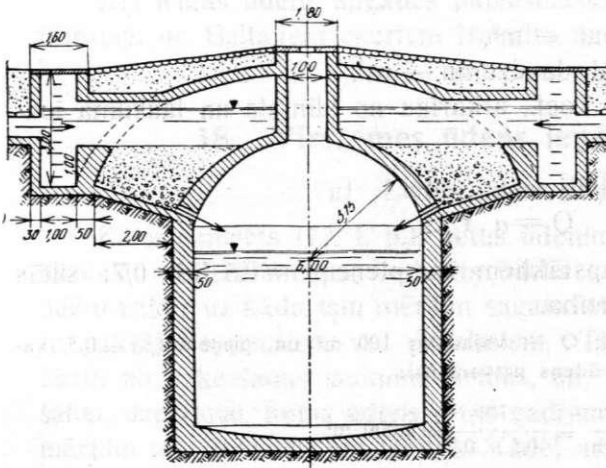
Ūdens krātuves, cisternas, lielums jāsašķir ar no- krišņu daudzumu un patēriņa lielumu pa atsevišķiem mēnešiem. Lielums atkarīgs arī no cisternas iekšējās iekārtas. Ja cisterna noder arī ūdens tīrīšanai, tad tā jāpilda ar smilti, kā tas ir veneciešu cisternām

(156. zīm.). Ievadītais ūdens filtrējas caur smilti un ienāk cisternas vidū ietaisītā akā. No akas smel ūdeni. Tā kā smilts poru tilpums ir 0,3—0,4, tad cisternas koptilpumam jābūt 2,5 līdz 3 reiz lielākam par uzkrājamo ūdens tilpumu. Mazāk netīru, piem., jumtu ūdeni var ievadīt caur filtru

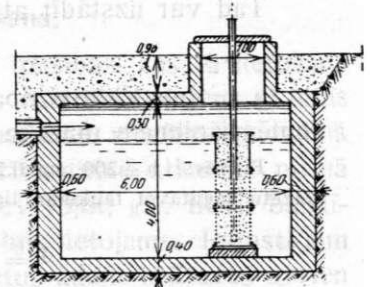


156. zīm. Veneciešu cisterna.

un tad uzkrāt tīrūdens krātuvē (157. zīm.). Mazāku tilpumu ieņem amerikāniskās cisternas (158. zīm.), kas uztver ietecējušo ūdeni, bet tad cisternā ir ielaists akas filtrs, kas sastāv no iepildīta filtrmateriāla starp 2 caurumainiem cilindriem, atstājot vidu brīvu pumpja sūcējcaurulei. Filtrs sastāv no dažāda rupjuma smilts slāņiem,



157. zīm. Cisterna ar tīrūdens krātuvi.



158. zīm. Amerikāņu cisterna.

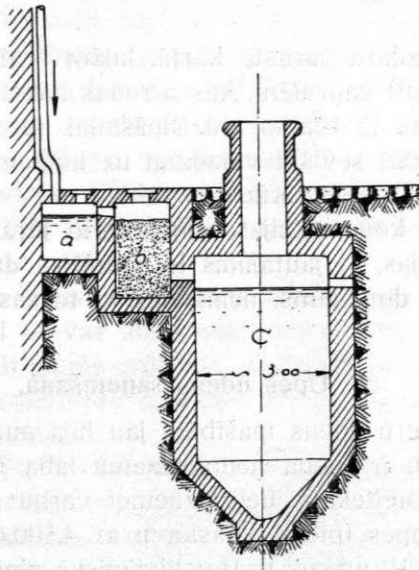
smalkākais ārpusē un rupjākais iekšpusē gar pumpja sūcējvadu. Tāds filtrs viegli izceļams un iztīrāms, sevišķi, ja tas sastāv no vairākiem gredzeniem, liktiem citam uz citu.

Cisternas sienas jātaisa blīvas, lai ūdens neietu zudumā. Noder blīvs mūris ar blīvu gludu apmetumu. Lētāk var blīvu sienu uz-

taisīt no māla, un to, ja grunts nav pietiekami uzticama, liek uz dēļu paklāja. Cisternām jābūt ērti pieejamām un viegli iztīrāmām. Cisterna blīvi jāpārklāj un jāapber ar zemi, lai būtu mazāk pieejama siltumam un gaismai un lai tajā nevarētu attīstīties flōra un fauna. Cisternas tīrīšana jāparedz 1—2 reiz gadā. Jāietaisa arī pārtece, lai cisterna nepārpildītos, un dibens nolaide, tīrīšanas un remonta gadījumam.

Ūdens saņemšanai no cisternas no higiēniskā viedokļa jānotiek ar pumpja palīdzību. Ūdens smelšana ar trauku nav higiēniska. Diemžēl pumpjus lieto vēl tikai lielākām ietaisēm. Pumpis var būt rokas pumpis, bet kur elektrība pieejama, lieto elektrisko pumpi.

Ūdens apgāde ar cisternām nav higiēniski visai vēlama metode, bet pie tās jāķeras, ja citu ūdens avotu nav. Tā izpilda savu uzdevumu pietiekami labi, ja ir vienkārši un pareizi ierīkota un visas ietaises daļas tīri turētas. Mazākas cisternas lietotas lielā skaitā Karsta apgabalos Istrijā, piem., dzelzceļu sargu mājām (159. zīm.). To tilpums ir ap 10 m³. Ūdens



a. Nosēdbaseins. b. Filtrs. c. Tīrūdens krātuve.

159. zīm. Maza cisterna ar priekštīrītāju.

ietek tādā cisternā no mājas jumta pa parasto lietus tekni. Ietaisei ir neliels priekšbaseins (a) un pēc tā filtrs (b) un tad tīrūdensbaseins (c). Ja sausa laika periods ir 50 dienas un mājā dzīvo 5 cilvēku ģimene, tad varētu dienā patērēt:

$$\frac{10 \text{ (m}^3\text{)} \times 1.000 \text{ (l)}}{5 \text{ (cilv.)} \times 50 \text{ (dien.)}} = 40 \text{ l uz 1 cilv. dienā.}$$

Taupīgi apejoties ar ūdeni, varētu atlicināt arī mājlopu dzirdīšanai vai dārziņa aplaistīšanai.

Azovas un Melnās jūras piekrastē atsevišķām sanatorijām daudzkārt lieto cisternas, lielāku rezervuāru veidā, kas novietoti zem mājas vai mājas tuvumā.

b) Jūras ūdens iegūšana.

Jūras ūdens nav lietojams baudīšanai, jo ir sāļš. Bet to var padarīt noderīgu lietošanai ar destillāciju, pārvēršot tvaikos un tos atdzisinot. Tā ūdens atbrivojas no sālīgiem piemaisījumiem. Praktiskā jautājuma atrisināšanā rodas daudz grūtību. Izтваicēšanu varētu izdarīt parastos tvaika katlos, bet izkrietošā sāls pieķeras pie katla sienām kā katlakmens, tāpat kā tas, piem., notiek ar ogļskābo kaļķi. Izтваicēšanas aparāti jau samērā īsā laikā jānotīra no katlakmens. Lai to atvieglotu, izтваicēšanas aparātu ierīko tā, lai uz izgarošanai sagatavotas sakarsētas virsas ūdens kristu strūkļu veidā un līdz ar to atskalotu attīstījušos katlakmeni.

Atdzisināšanu izdara parastā kārtā, laižot tvaikam iet pa spirālveidīgām (čūskveidīgām) caurulēm, kas atrodas aukstā ūdenī.

Kā izтваicēšanai, tā tvaika atdzisināšanai lieto dažādu konstrukciju aparātus. Tādi aparāti sevišķi vajadzīgi uz kuģiem kā rezerve, ja līdzpaņemtā svaigā ūdens nepietīktu.

Pie to aparātu konstrukcijas, kuģus lieto jūras ūdens sagādāšanai, nebūtu še jāpakavējas, jo jautājums ir speciālas dabas un mūsu pilsētu un lauku apstākļos, domājams, nenāksies ar to sastapties.

c) Upes ūdens saņemšana.

Par upju un ezeru ūdens īpašībām jau bija augšā minēts (72. l. p.). Šiem ūdens avotiem ir viena nenoliedzama laba īpašība, tas ir tā, ka ūdens daudzums ir pietiekami liels, izņemot varbūt kādu ļoti lielu pilsētu pie samērā mazas upes (piem., Maskavu ar 4.500.000 iedz. pie upes ar sausa laika caurteci 10 m³/sek.). Bet higiēniskā ziņā minētie ūdens avoti parasti ļoti apšaubāmi, jo tajos var ietikt dažādi organiski netīrumi, to starpā arī slimību cēļēji. Tādēļ šādi ūdeņi nav lietojami bez tīrīšanas. Lai atvieglotu tīrīšanu, ūdens jāsaņem tādā vietā, kur netīrumu vismazāk.

Vietā jāizvēlas cik iespējams tālāk nost no apdzīvotām vietām un fabrikām, vispārīgi no tādām vietām, kas varētu ūdeni iespaidot, ielaižot netīrumus. Sevišķa vērība jāveltī netīru notekūdeņu kanālu iztecei upē vai ezerā, un ūdens saņemšanas vietai vajag atrasties tālu augšpus tādas ietece. Ja pilsētas, kas atrodas pie upes augšpus apgādājamās pilsētas, ielaiž notekūdeņus upē, tad jāseko ielaistā notekūdens iespaidam uz upes ūdeni

kvantitatīvi un kvalitatīvi (ar ķīmisku un bioloģisku analīzi) un jānovēro, kādā veidā ielaists ūdens iespaido upes ūdeni, vai visā šķērsgrīzumā vienādi, vai iespaids ir lielāks labajā vai kreisajā krastā. Upē arī jānovēro viszemākais un visaugstākais ūdens līmenis, tāpat arī vismazākais un vislielākais caurteces daudzums, kā arī to ilgums un atkārtotšanās periods un t. t., t. i., jāizpētī viss tas, kas var dot skaidru ieskatu upes režīmā. Tāpat arī jānoskaidro apstākļi, vai kas nevar grozīties upes režīmā, piem., vai nav paredzēti rēgulēšanas darbi vai aizsprostu būve un t. l. Jāizpētī arī, vai ūdens tvertne nav tāda, kurā attīstās *dibena ledus*. Dibena ledus parādība ir sevišķi nevēlama, jo aizsprosto ieteces ietaises caurumus.

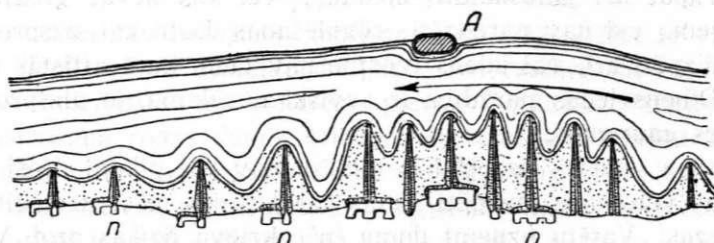
Dibena ledus izcelšanās iemesli nav vēl pilnīgi droši noskaidroti, lai gan jautājumu jau pētī kādus 1.000 gadus un ir uzstādītas dažādas hipotezes. Varētu uzņemt domu (pēc krievu fizikas prof. V. J. Altberga), ka uznākušā stiprā salā rodas pārdzisināts ūdens visā upes dziļumā un vajadzīgs rastijs tikai kādam ierosinātajam, piem., sniega pārslām, lai celtos ledus kristāli, kas, ar strāvu virzīti uz priekšu, pieķeras pie kāda kavēkļa upes dibenā un tā pamazām uzkrājas par lielāku ledus masu. Dibena ledus struktūra ir citāda kā virsūdens ledum: pēdējais ir vieglāks par ūdeni un gulstas uz ūdens virsu, kamēr dibena ledus uzkrājas upes vai ezera dibenā un nav arī tik kompakts savā masā kā virsas ledus. Ūdens virsas pārdzisināšanās var notikt tikai, kamēr ūdens virsa ir brīva, un tiklīdz tā pārklāta ar virsūdens ledu, dibena ledus attīstība arī vairs nevar notikt.

Tāpat kā dibena ledus ieņemšanas ietaisei var būt nepatīkama arī *ledus putra*. Arī tā var aizsprostot ieteces logus un redeles, un to tīra turēšana var darīt daudz grūtības. Vislabāki no ledus putras iespaids var izsargāties, ja ieņemšana nenotiek no pašas upes, bet no sevišķa nodalījuma baseina veidā.

Pie priekšdarbiem, lai izvēlētos vietu ūdens saņemšanas ietaisei, vēl pieder piekrastes laukumu uzmērīšana un izpētīšana tais vietās, kas varētu noderēt saņemšanas ietaisei, pumpētavai un tīrīšanas ietaisēm. Jānoskaidro arī gruntsipašuma iegūšanas resp. atsavināšanas noteikumi.

Stājoties pie vietas galīgas izvēles, jāievēro pirmā vietā upes taisnie, vienmērīgāk izveidotie gabali. Ja tādu nav un ieņemšanai būtu jāizvēlas liks upes virziens, tad tādā gadījumā jāizvēlas loka ārpusē, jo te dziļāks ūdens; loka iekšpusē nav noderīga, jo te viegli tiek sanesti sēkļi no nogulšņiem. Visādā ziņā jāizvēlas tāda vieta, kur ūdens ir dziļāks, ātri tek, nav dūņains un upe nav pieaugusi ar zāli. Ja pie krasta tādu vietu atrast grūti, jānoskaidro, vai ar upes rēgulēšanas darbiem nevar tādu vietu sagādāt. Piem., Maskavā (160. zīm.) izvēloties vietu ieņemšanas izbūvei no Maskavas upes, ieņemšanas krastu nostiprināja, kamēr

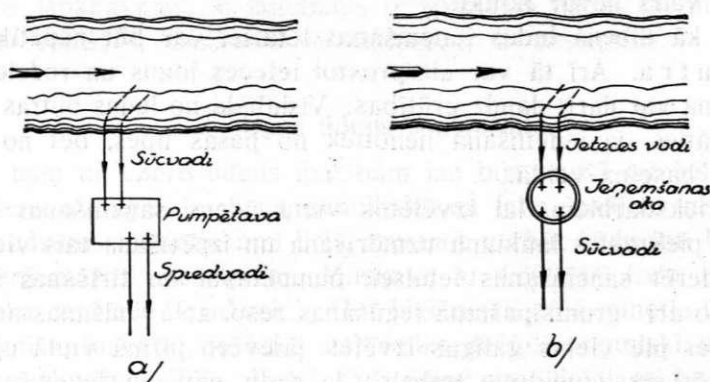
pretējo krastu izcēla vairāk uz upes vidu ar būnu palīdzību, ar to radot noteiktu upes šķērsriezumu ar iespējami lielāku ūdens tecēšanas ātrumu. Dažreiz iegūst pietiekami labu ieņemšanas vietu, iznesot ieņemšanas ietaisi vairāk uz upes vidu, strāvā ar vislielāko ātrumu. Katrā ziņā ieņemšanas vietai jābūt tādai, kas paliek pastāvīga, necieš plūdus, arī ledus iešanā, un ziemā neaizsalst, vismaz ieteces dziļumā. Ieņemšanas vieta



160. zīm. Maskavas ūdens ieņemšanas vietas rēgulēšana.

nedrīkst arī būt tuvu pie kuģu piestātnēm, un vispārīgi tai jābūt izsargātai no netīrumu pietikšanas. Novērots arī, ka upē ietikuši netīrumi, piem., notekūdeņi, sevišķi no lielākām pilsētām, velkas zināmā strāvā pa upi lielā attālumā, iekams tie galīgi sajaucas ar upes ūdeni. Ieņemšanas vieta nedrīkst būt tādas strāvas iespaidā.

Ūdens ieņemšanas ietaisi vēlams taisīt no 2 nodaļām, lai būtu vairāk garantijas nepārtrauktai ūdens piegādei. No ieņemšanas vie-

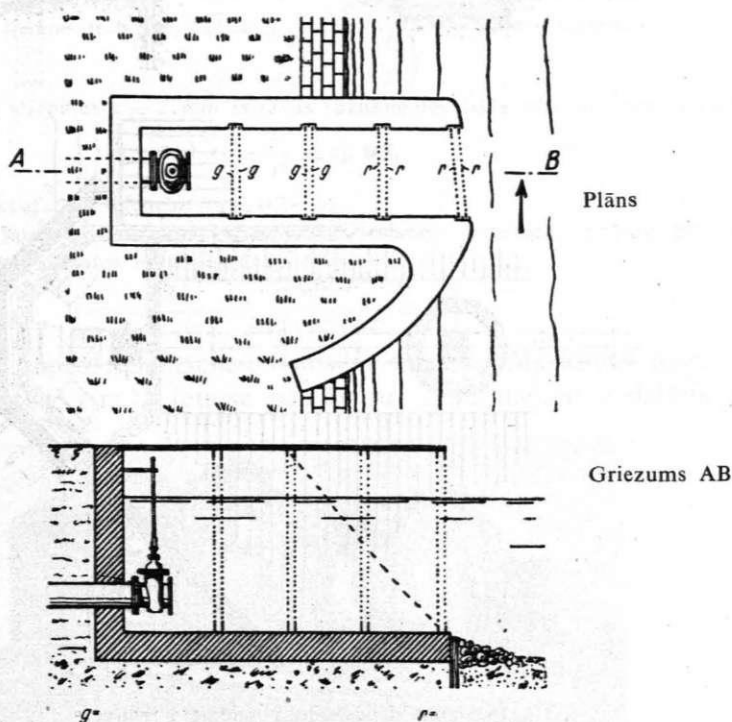


161 zīm. Ieņemšanas ietaises schēma.

tas ūdens parasti jāpumpē uz tīrīšanas ietaisi, pie kam to var vai nu tieši pumpēt no upes (161a. zīm.), vai ielaist sevišķā ieņemējākā uz krasta (161b. zīm.), no kuŗas tad pumpji ņem ūdeni ar saviem sūcējvadiem. Otrā iekārta vairāk sastopama lielākām ietaisēm, kad pumpētava atrodas tālāk nost no krasta un sūcējvads iznāk ļoti garš. Peldošu vielu atturē-

šanai ietece jāaizsarga ar redelēm vai sietiem; pirmās aiztur rupjākas vielas, kamēr sieti ar caurumiem, ne lielākiem par 3 mm, aiztur jau smalkākas vielas, to starpā mazas zivtiņas. Kā redelēm, tā sietiem jābūt ietaisītiem dubulti, lai tos varētu notīrīt izceļot, nepārtraucot kārtīgu darbību. Tāpat jāievēro arī ledus apstākļi, jo ledus nedrīkst aizsprostot ietece caurumus. Sevišķa vērība veltījama ledus iešanai, un ietaise jāierīko tā, lai ledus paitu gaŗām, lai tam nebūtu iespēja ko bojāt, vai apstāties un aizsprostot ieteci. Visām ietece daļām jābūt viegli pieejamām, lai visādas grūtības un nenormālas parādības varētu ātri novērst.

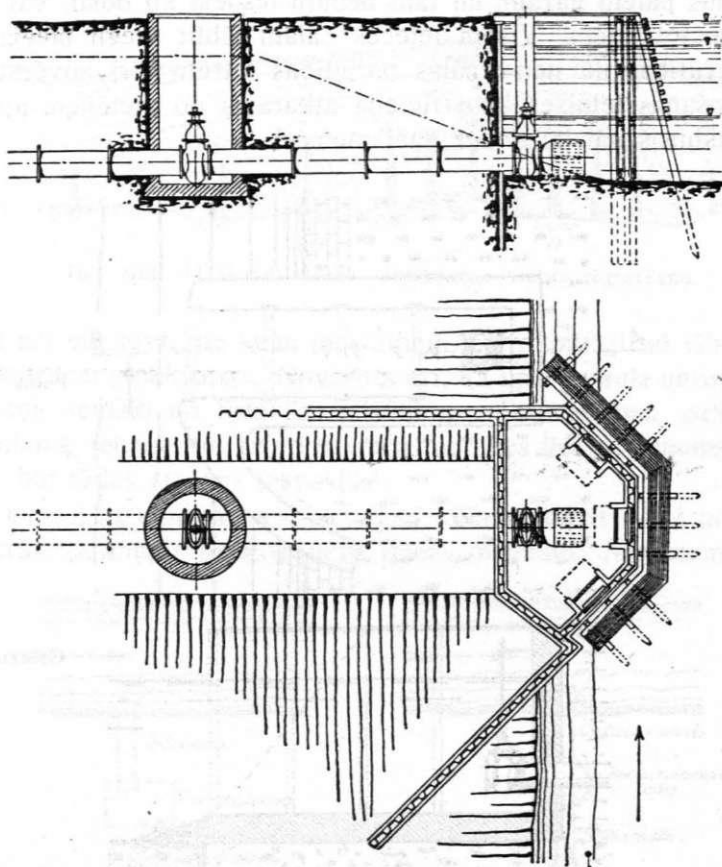
Ieņemšanas ietaise konstrukcija atkarājas no vietējiem apstākļiem, un to raksturošanai lai noder daži piemēri.



162. zīm. Maza ieņemšanas ietaise pie krasta.

Vienkārša ietaise mazākam ūdens daudzumam sastāv parasti no krastā iebūvēta neliela baseina (162. zīm.), vai nu mūrēta, vai izveidota no dzelzs rievpiļiem. No augšas ietaise noslēgta ar tiltiņu. Peldošu priekšmetu atturēšanai ieliek vairāk rindu redeļu un sietu, kas katrā vietā ir dubulti, lai atvieglotu tīrīšanu. Vēlams arī ieņemšanas vadus uz pumpi vai pumpja aku taisīt dubultus. Augšpusē (pret tecēšanas virzienu) siena taisīta slīpa, lai labāk novirzītu peldošus priekšmetus.

Līdzīgu ietaisi var izbūvēt, izvirzot to vairāk uz upes pusi (163. zīm.). Būve pastāv no rievsienām, kas paceltas pāri par ūdens līmeni un nes platformu. No rievsienām ieslēgts ūdens baseins, ar 1 sienu līdztekus strāvas virzienam un 2 sienām, kas slīpi to savieno ar krastu, gar kuŗu arī iet rievsienas. Krasta rievsienu, kas atrodas augšpus izbūves, ietaisa slīpi, lai labāk novirzītu cietus priekšmetus un ledu uz strāvas pusi. Uz



163. zīm. Upes ūdens ieņēmēja izbūve.

upes pusi izejošā sienā ietaisīti pēc iespējas lieli caurumi — logi, kuŗos ieliktas 2 vai 3 kārtīgas restes vai sieti, dažāda lieluma caurumiem, lai atturētu peldošus priekšmetus. Ja upē ir stipra strāva, tad augšpus sienā logus netaisa, jo tādi varētu ātri pieķerties ar dažādiem priekšmetiem. Labi ir, ja restes un sieti izceļami tīrīšanas nolūkā. Ja uz upes ir dzīva kuģniecība, tad upes pusē vēl iesit slīpus pāļus un pie tiem piestiprina horizontālas plankas, lai kuģu kustība nebojātu izbūves sienas. Virsū uzbūvētā platforma noder tam nolūkam, lai būtu pieeja pie redelēm un

sietiem, to tīrīšanai, tāpat arī ieņemšanas baseina dibens iztīrīšanai, ja tur uzkrātos dūņas un smiltis.

Sietu izmērus parasti izvēlas tā, lai pie aizsērēšanas par 20—50% caurteces ātrums būtu ne lielāks par 0,2—0,3 m/sek. Pie tāda ātruma liels spiediena zaudējums nav sagaidāms, tomēr sieti var tik stipri pieķerties ar peldošām vielām, ka var celties ievērojami spiediena zudumi (pieļaujami būtu 0,10—0,15 m).

Caurteces ātrumu tiklā aprēķina ar formulu

$$v = \frac{Q}{F_0} = \frac{Q}{F e_1 e_2} \quad (\text{m/sek}),$$

kur Q — ūdens caurtec m^3/sek ,

F — visa sieta platība,

e^1 — koef., kas samazina tikla platību ar drāts lielumu,

e_2 — koef., kas samazina tikla platību ar piesērējumiem.

Ja sieta brīvo acu lielums ir $b \times b$, tad: $e_1 = \frac{b^2}{\left(b + 2 \cdot \frac{C}{2}\right)^2} = \frac{b^2}{a^2}$, c = stiepules resnums.

Parasti $b = 5$ mm, stiepules $c = 2$ mm (strāvas sažņaugums tikla acīs nav ņemts vērā),

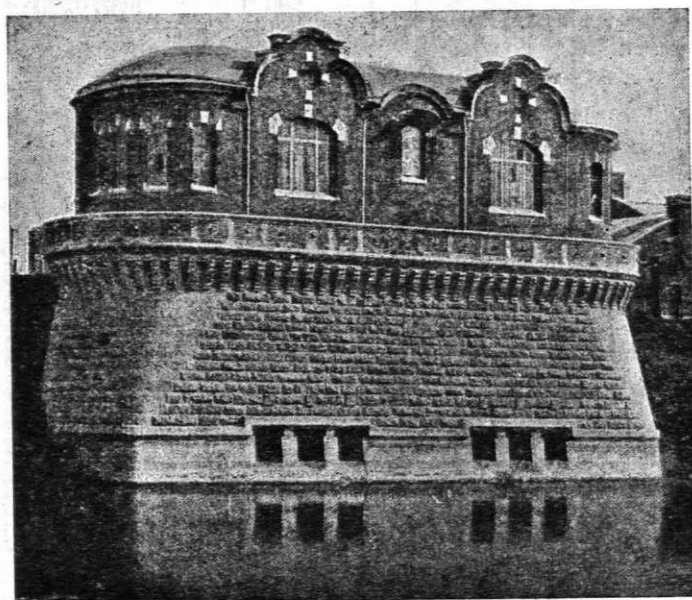
$$\text{tad } e_1 = \frac{5^2}{7^2} = \text{ap } 0,5.$$

Piesērējuma koef., var pieņemt $e_2 = 0,2—0,5$.

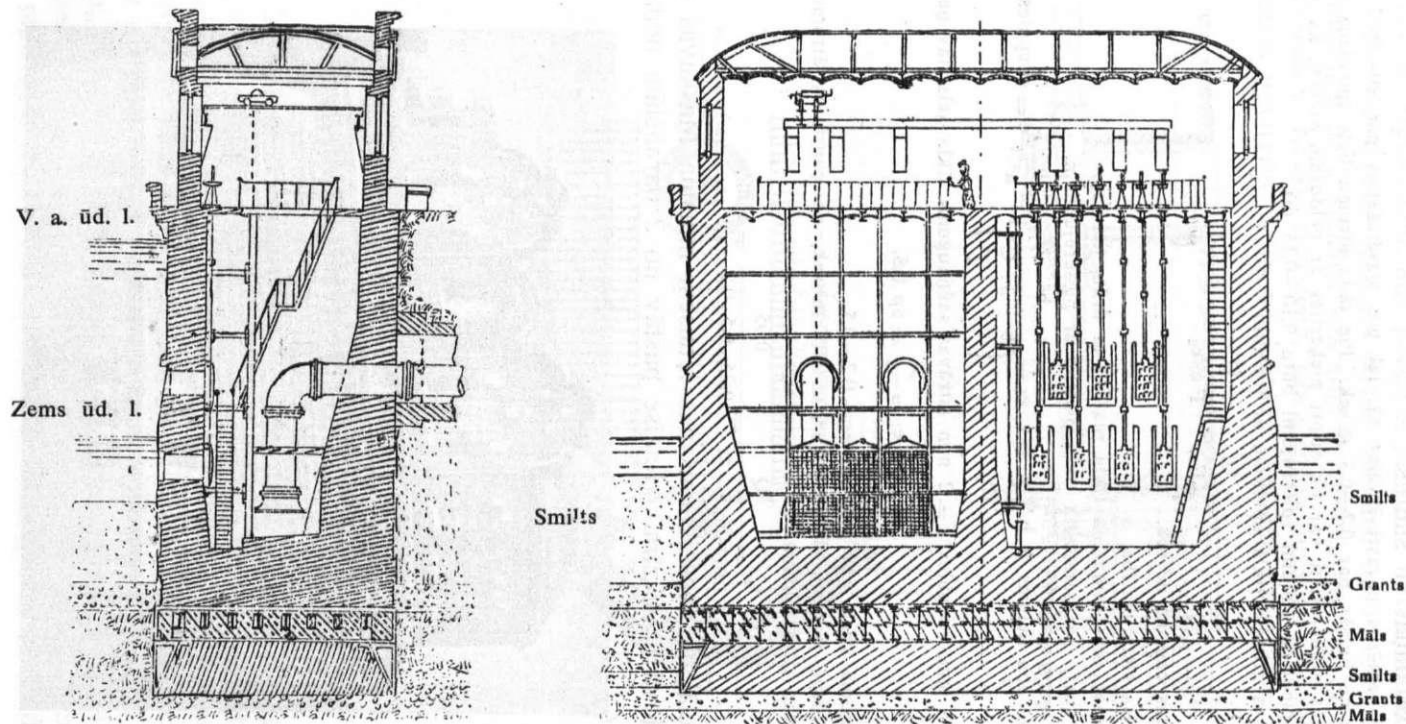
Ja, piem., ūdens jāieņem daudzumā $Q = 0,05$ m^3/sek , un caurteces ātrumu pielaistu 0,25 m/sek, tad sieta lauzums būtu vajadzīgs:

$$F = \frac{Q}{v \cdot e_1 \cdot e_2} = \frac{0,05}{0,25 \cdot 0,5 \cdot 0,2} = 2 \text{ m}^2.$$

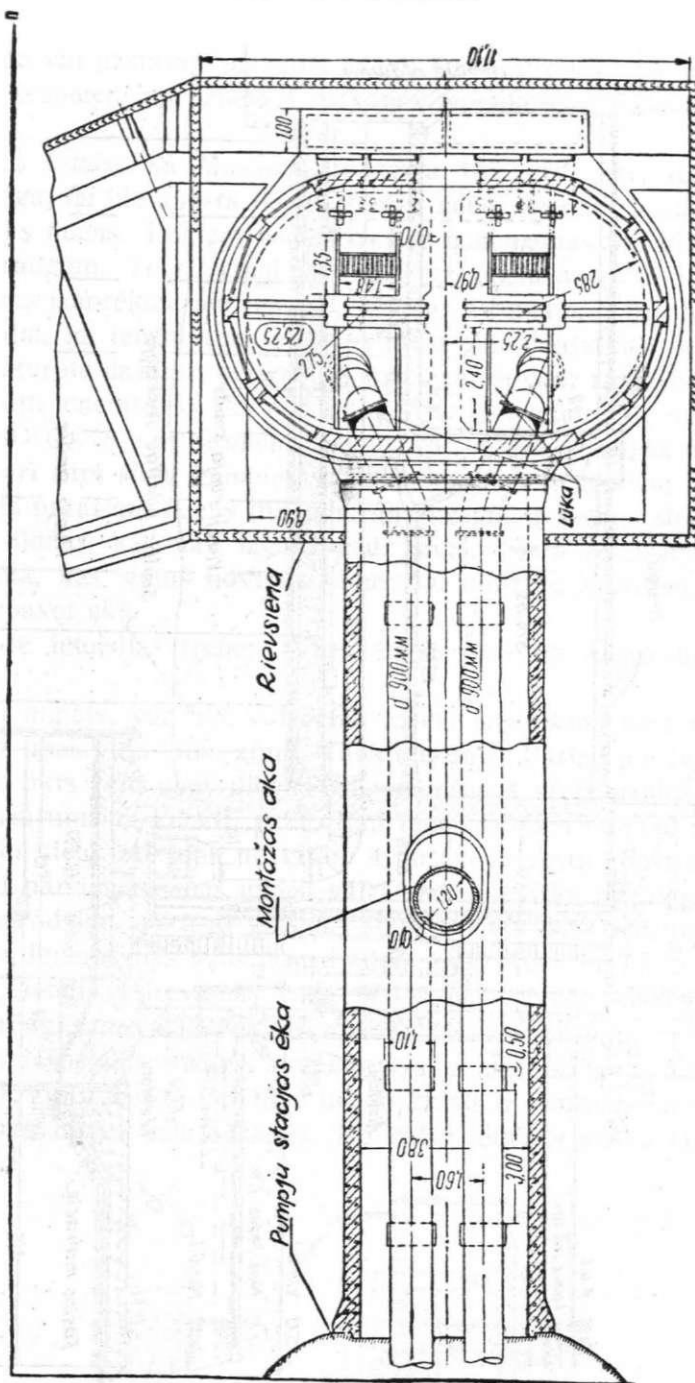
No lielākām upes ieņemšanas ietaisēm minama Maskavas upes ietaise Rūblovā (164. zīm.). Ietaise pastāv no 2 paralēlām nodaļām, no



164. zīm. Skats.

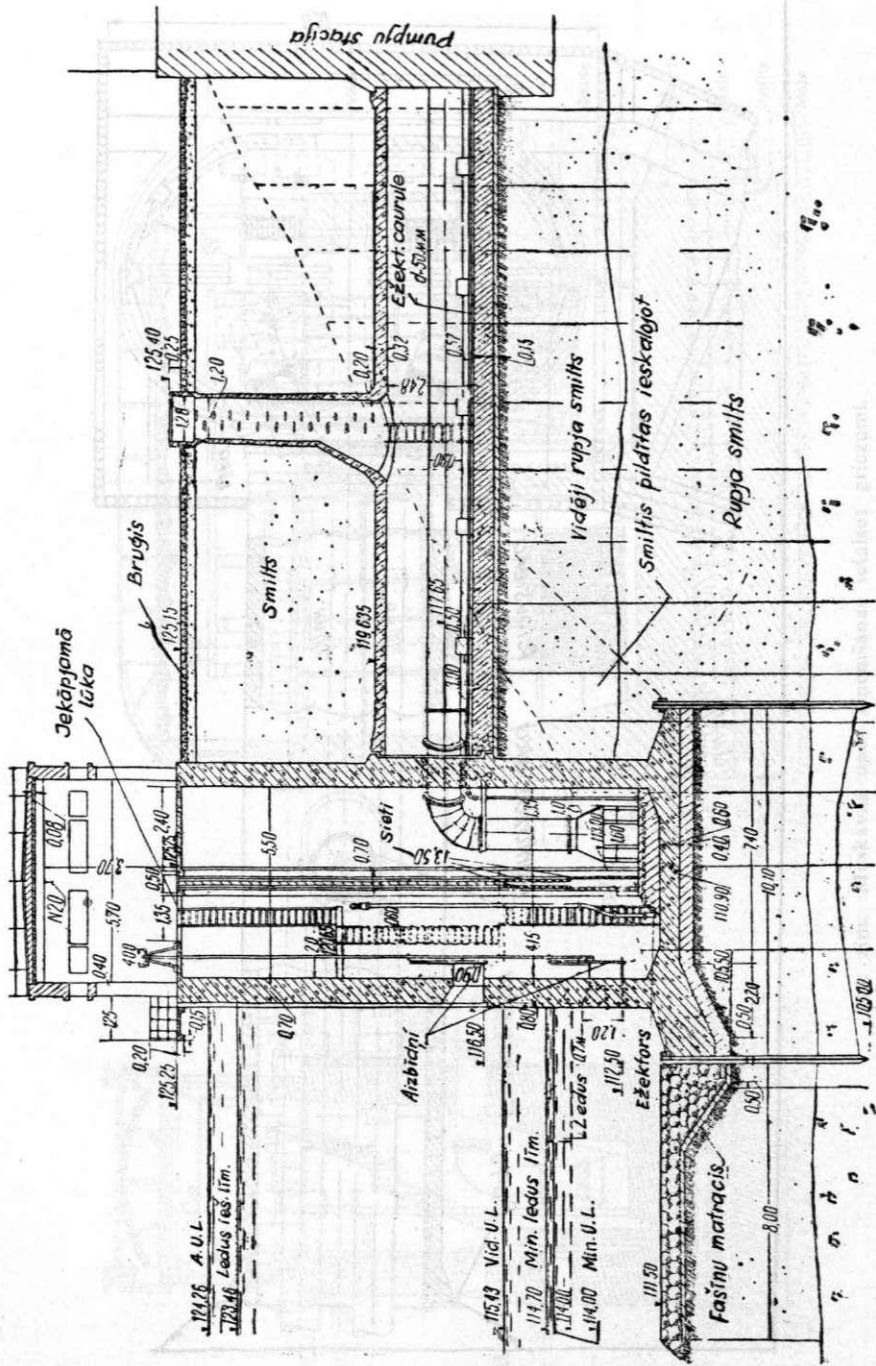


164. zīm. Maskavas upes ieņemšanas ietaises griezumā.



a. Plāns.

165. zīm. Upes ūdens ieņemšanas ietaise.



b. Garenriezums.

165. zīm. Upes ūdens ieņemšanas ietaise.

kuŗām katra var pastāvīgi piegādāt ūdeni. Būve atrodas labā upes krastā, taisīta uz kesoniem un uzņem 1. pakāpes pumpju sūcējvadu ieņemšanas galus.

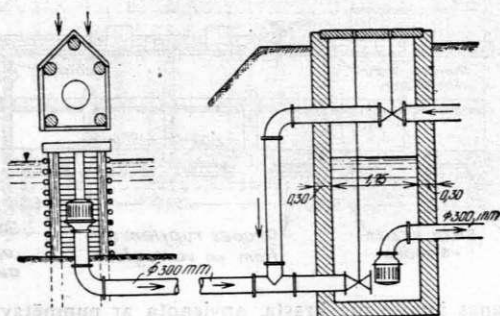
Līdzīga ietaise kā Maskavā redzama 165. zīm. Arī te redzamas 2 rindas logu, lai pie augsta ūdens varētu ūdeni ieņemt pa augšējo logu, ja tur tīrāks ūdens. Logiem no ārpusē ir noņemamas metalla restes ar 50 mm spraugām. To tīrīšanai tās paceļ uz augšu no izbūvēta balkona. Logu lielums jāaprēķina pieļaujamam ietece ātrumam. Logu ieņemšanas pusē aizbīdņi, lai ieņemšanas ietaisi varētu pilnīgi atvienot no upes.

Lai aizturētu dažādus netīrumus, kas izgājuši caur rupjajām logu restēm, uzstādīti ieņemšanas akā plakani sieti ar spraugām 5×5 mm, kas uzvilkti uz $60 \times 60 \times 8$ mm rāmjiem. Sietus var izvilkt uz augšu notīrīšanai. Uzstādīts arī otrs sietu komplekts, kas nodarbināts, ja vienu tīra. Sieti paceļas līdz parastam ūdens līmenim, un augstāk ir betona siena, lai akā neieplūstu ūdens, kas nav izgājis caur sietu. Sietu izcelšanai ietaisīta loku sistēma, kas sietus novirza sāpus, lai notīrītie atkritumi ar ūdeni nekristu atpakaļ akā.

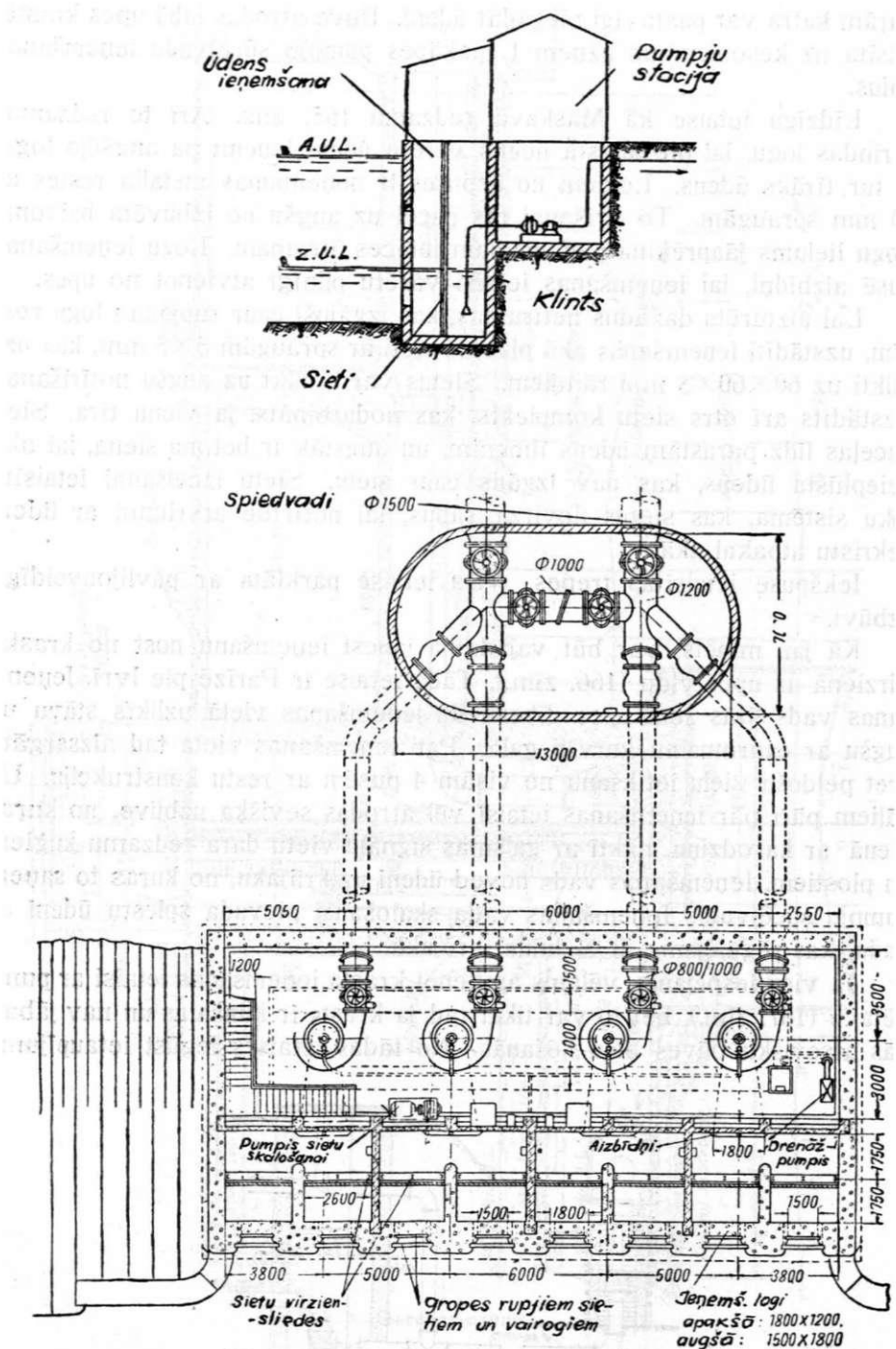
Iekšpusē ietaisītas trepes. Visa ietaise pārklāta ar paviljonveidīgu uzbūvi.

Kā jau minēts, var būt vajadzība iznest ieņemšanu nost no krasta, virzienā uz upes vidu (166. zīm.). Tāda ietaise ir Parīzē pie Ivri. Ieņemšanas vads likts zem upes dibena un ieņemšanas vietā uzlikts stāvu uz augšu ar caurumainu kurvīti galā. Pati ieņemšanas vieta tad aizsargāta pret peldošu vielu ietikšanu no visām 4 pusēm ar restu konstrukciju. Uz pāļiem pāri pār ieņemšanas ietaisi vēl atrodas sevišķa uzbūve, no kuŗas dienā ar karodziņu, naktī ar gaismas signālu vietu dara redzamu kuģiem un plostiem. Ieņemšanas vads noved ūdeni uz krājaku, no kuŗas to saņem pumpju sūcējvadi. Ieņemšanas vada skalošanai pievada spiestu ūdeni ar vadu, kas rēgulējams ar aizlaidni krājakā.

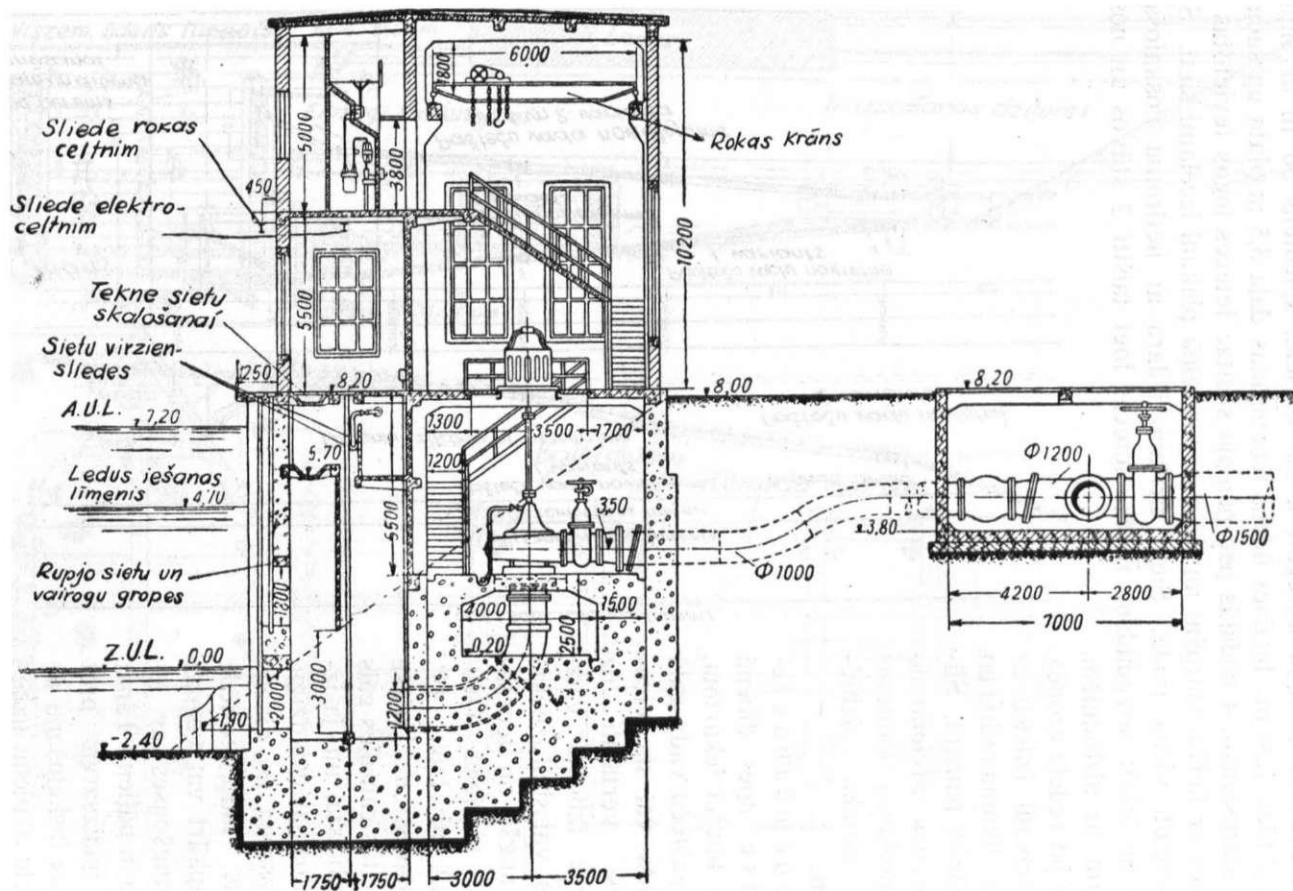
Ja vien iespējams, vēlams apvienot krasta ieņemšanas ietaisi ar pumpētavu (167. zīm.), bet to var tikai tad, ja krasts ir klinšains un nav jābaidās atsevišķu būves daļu sēšanās. No tādas ietaises iegūst ietaupījumu



166. zīm. Upes ūdens ieņemšanas ietaise.



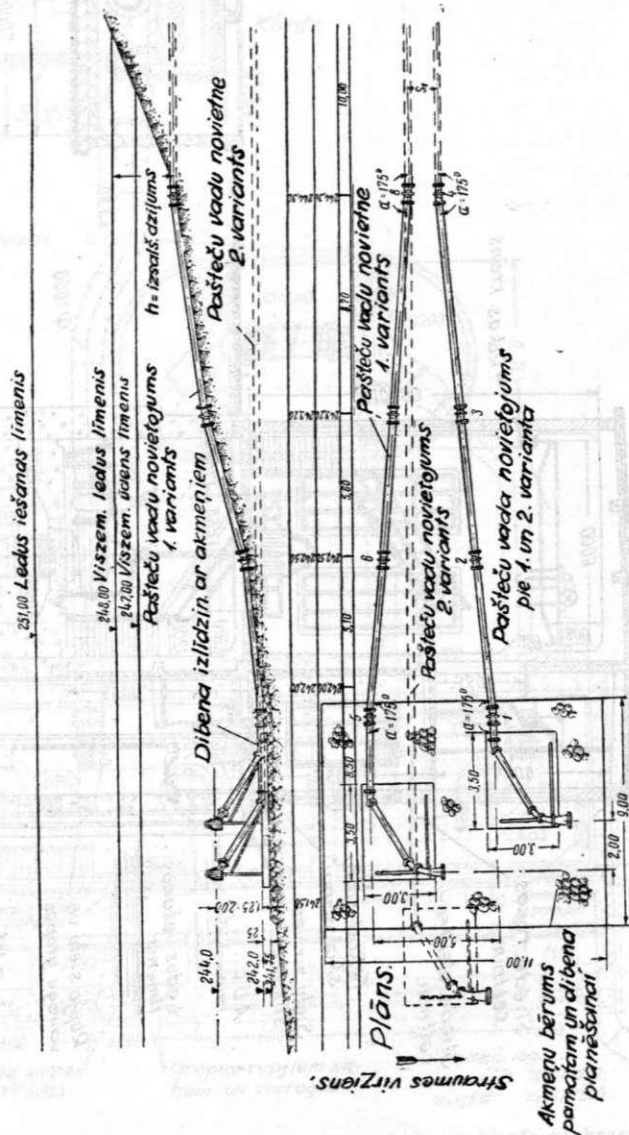
167. zīm. Ieņemšanas ietaise pie krasta, apvienota ar pumpētavu klinšainā krastā.



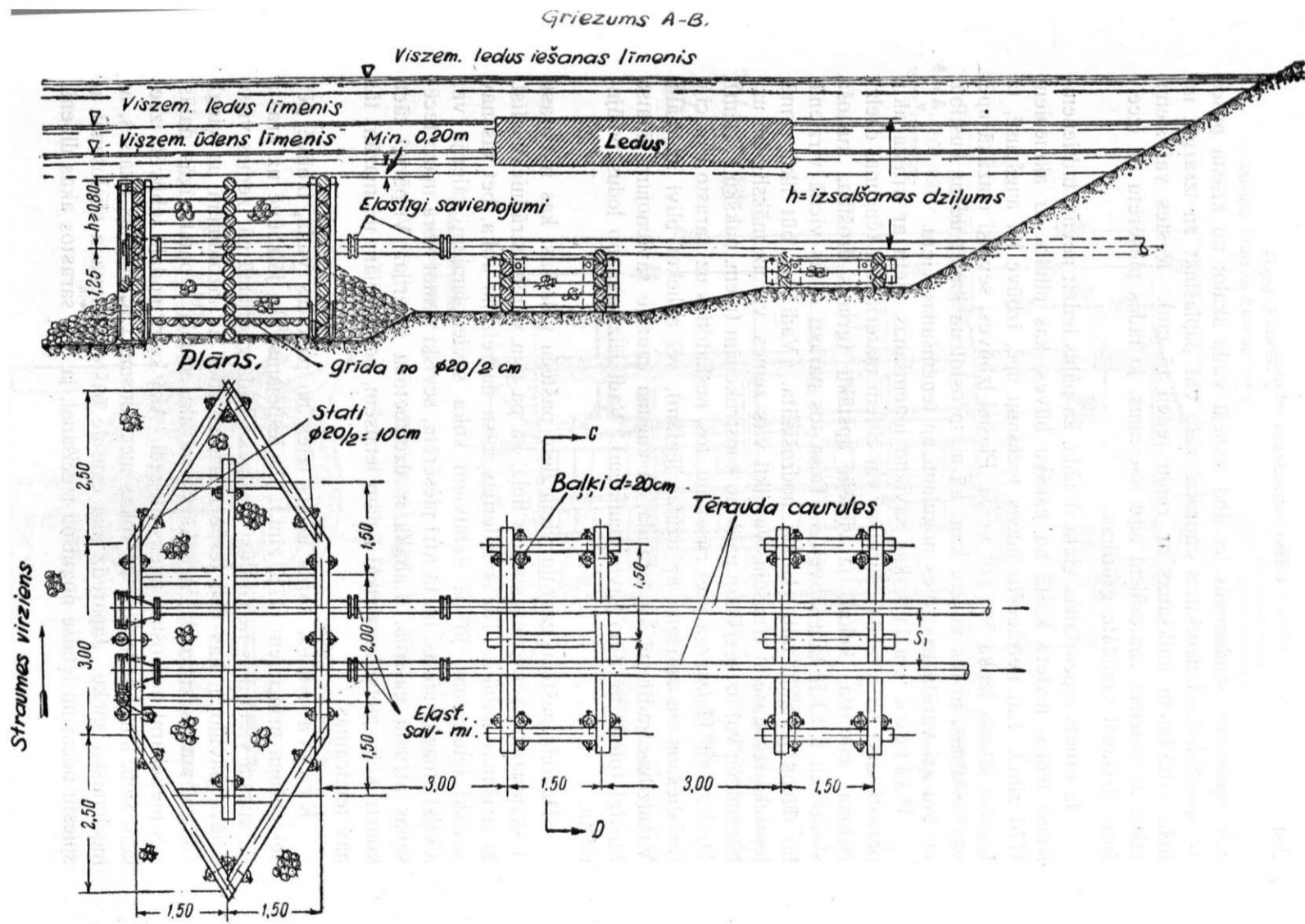
168. zīm. Tipiska ieņemšanas ietaise ar vertikāliem pumpjiem.

kā izbūvē, tā arī ekspluatācijā (uzraudzība vieglāka). 168. zīm. redzama tipiska ar pumpētavu apvienota ieņemšanas vieta. Iestādē uzstādīti 4 elektrisku pumpju agregāti à 2,5 m³/sek., spiediens 30 m ar līmeņa amplitūdu 7,20 m. Ietaises ūdens ieņemšanas daļa 3,5 m plata un sadalīta ar starpsienām 4 nodaļās pēc pumpju skaita. Ieteces logos ievietotas redeles ar lielām starpām un ieņemšanas telpā plakani izceļami sieti. Sieti novietoti vienā rindā. Sietu tīrīšanu izdara ar netīrumu noskalošanu, un tie iekrīt novadūdens renēs. Ieteces logi taisīti 2 stāvos un noslēdzami ar aizbīdņiem, kas iet redeļu gropēs. Sūcējvadi izliekti ar lielu līkuma radiju un iemūrēti pamatā. Sūcējvadus atvieno no ieņemšanas kameras ar metalla aizbīdņiem.

Ieņemšanas ietaise upes dibenā var būt tā iekārtota, ka pašteču vada galā ielikts vai nu vienkārši vertikāli uz augšu izliekts vada gals, vai slīpi izliekts uz augšu un tecēšanas virzienā (169. zīm.), ar leņķi 45°. Protams, uz augšu paceltās caurules gals ir jābalsta, un, ja izrādītos par vajadzīgu, jāaizsarga no dibens ledus, tad jāieslēdz visapkārt vai vismaz no augšpuses ar iesistiem pāļiem. Tāpat arī jāaizsarga pret vietas izskalošanu ar nelielu akmeņu uzbūrumu. Slīpi paceltais caurules gals sama-



169. zīm. Ūdens ieņemšana no upes.



170. zīm. Ieņemšanas ietaise ar pakšņu kasti.

zina spiediena zaudējumus un dod iespēju vadu skalot no krasta puses ar spiedūdeni. Ieņemšanas caurules galu var paplašināt un izsargāt no lielu priekšmetu ietīšanas ar rupju redeli (5 cm). Restes vai sietus taisīt ar maziem caurumiem nav ieteicams, jo tādas piesērētu un izcelšana tīrīšanai sagādātu grūtības.

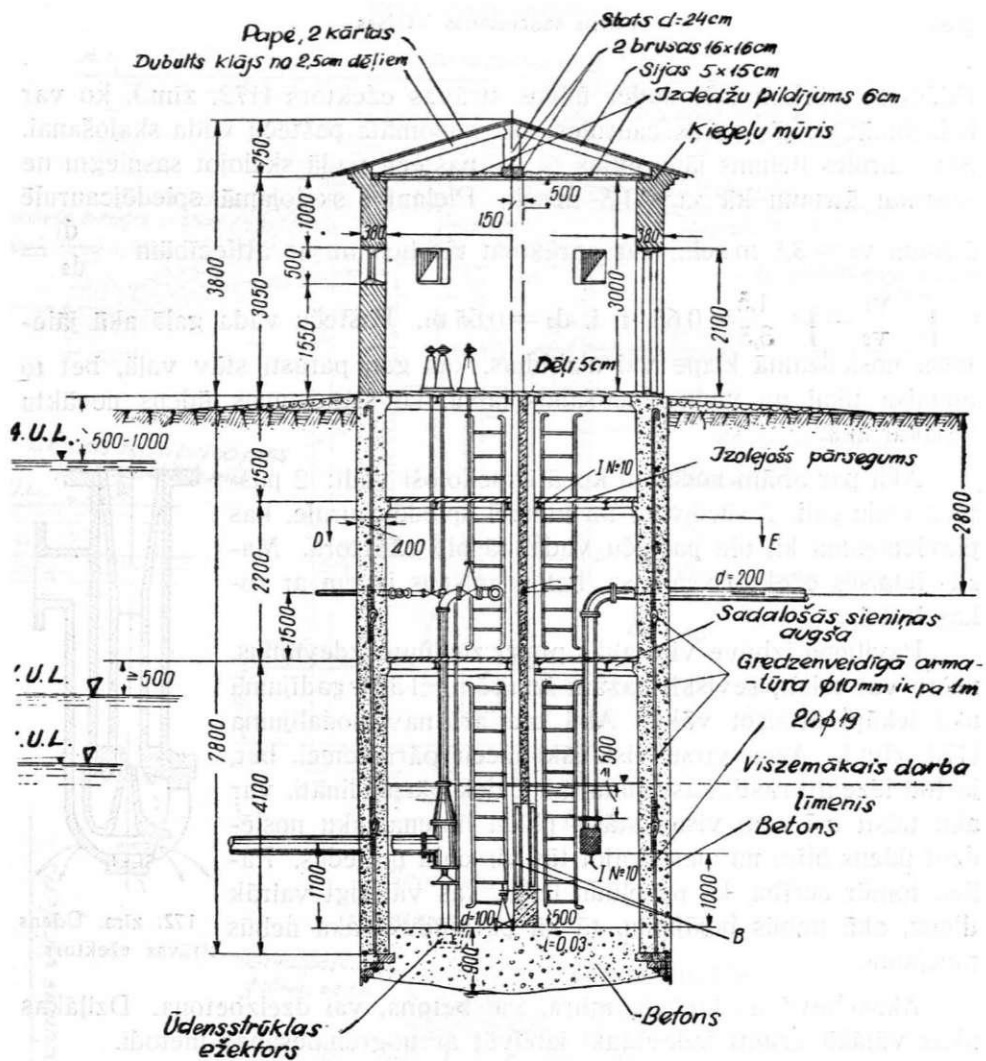
Ja grunts ieņemšanas vieta ir tāda, ka pāļus iedzīt nevar, tad ieņemšanas ietaisi ievieto kastē no pakšņu būves, kas pildīta ar akmeņiem (170 zīm.). Lai netraucētu ūdens tecēšanu upē, izbūve kā augšpusē, tā lejpusē jātaisa leņķa 50—60° veidā. Plašas izbūves, sevišķi mazākā upē, nav vēlamas, jo tas varētu kaut kā aizsprostot un kavēt ūdens kustību, un tad arī varētu uzkrāties nogulumi ap ieņemšanas vietu.

Paštecū vadus, kas savieno ieņemšanas vietu ar krasta aku, parasti taisa no tērauda caurulēm vai citiem materiāliem (čuguna, dzelzbetona, eternīta, koka), ja vietējie apstākļi (grunts drošība, kustoša slodze un t. t.) ir tam labvēlīgi. Taisa tos parasti divus vienā virzienā, lai ūdens piegāde būtu labāki nodrošināta. Vadi var būt likti zemē, iepriekš izbagarējot tranšeju, vai likti virs zemes, vai uz mākslīgiem uzņēmumiem, vai uz sevišķām paliktņu konstrukcijām (piem. pakšņu kastēm). Dzelzs vadi jāaizsarga pret rūšēšanu, tos, neskatoties uz parasto izolāciju (asfaltēšanu un aptīšanu ar džutas lentām), vēl apliekot blīvi ar mālu. Vajadzības gadījumā kā tērauda, tā čuguna cauruļu savienojumi jātaisa kustīgi (piem. ar Zibo savienojumiem). Vadi jāaizsarga no ledus bojājumiem.

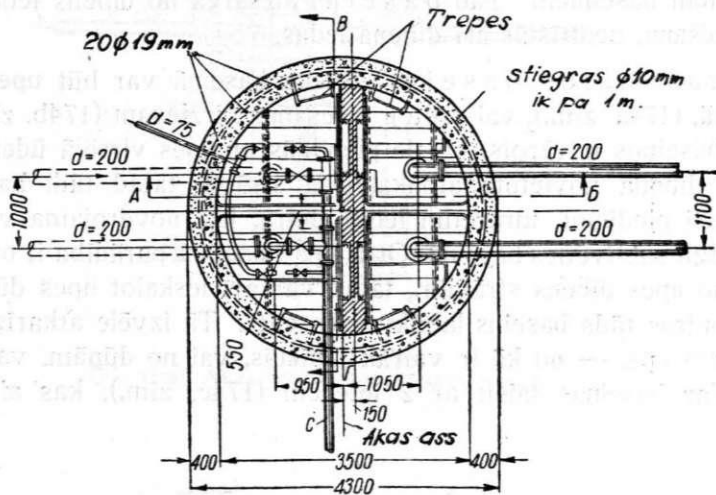
Dažreiz paštecū cauruļu vietā lieto paštecū galerijas, kas ir parasti 4 šķautnaina šķērsriezuma, tik liela, ka pa tām varētu strādnieks ielīst, to tīrīšanas nolūkā. Tādas galerijas taisa dažreiz no koka, bet tās nav sevišķi ieteicamas, jo pa neblīviem koka savienojumiem galerijā var iekrist smagas vielas, un tā ātri piesērētu, sevišķi ņemot vērā mazo tecēšanas ātrumu galerijā. Labākā ir dzelzbetona galerija. Vispārīgi tāda konstrukcija pieļaujama tikai lielām ietaisēm, bet vidējām un mazām tās nav ieteicamas.

Krasta akas, kurās ūdens iztek no paštecū vada, izbūvē pēc sekojošiem principiem (171. zīm.). Ja iespējams, aka jāizbūvē uz krasta tik augstā vietā, kas nepārplūst no upes. Tādā gadījumā pār zemes virsu izbūvē paviljonu, kas dod iespēju ērti rīkoties ar aizbīdņiem un viegli kontrolēt akas stāvokli. Ar šķērsienu aku sadala 2 patstāvīgās daļās, kas pietiekami nodrošina ūdens piegādi. Akā katrā nodaļā iebūvēti izceļami sieti, kurus iedarbina ar rokas mehānismu vai, lielākās ietaisēs, ar mehānisku spēku. Jāparedz akā caurule paštecū pievada skalošanai ar spiestu ūdeni un ietaise nogulšņu izcelšanai, ja tādi sarastos akas dibenā.

Griezums A-B,



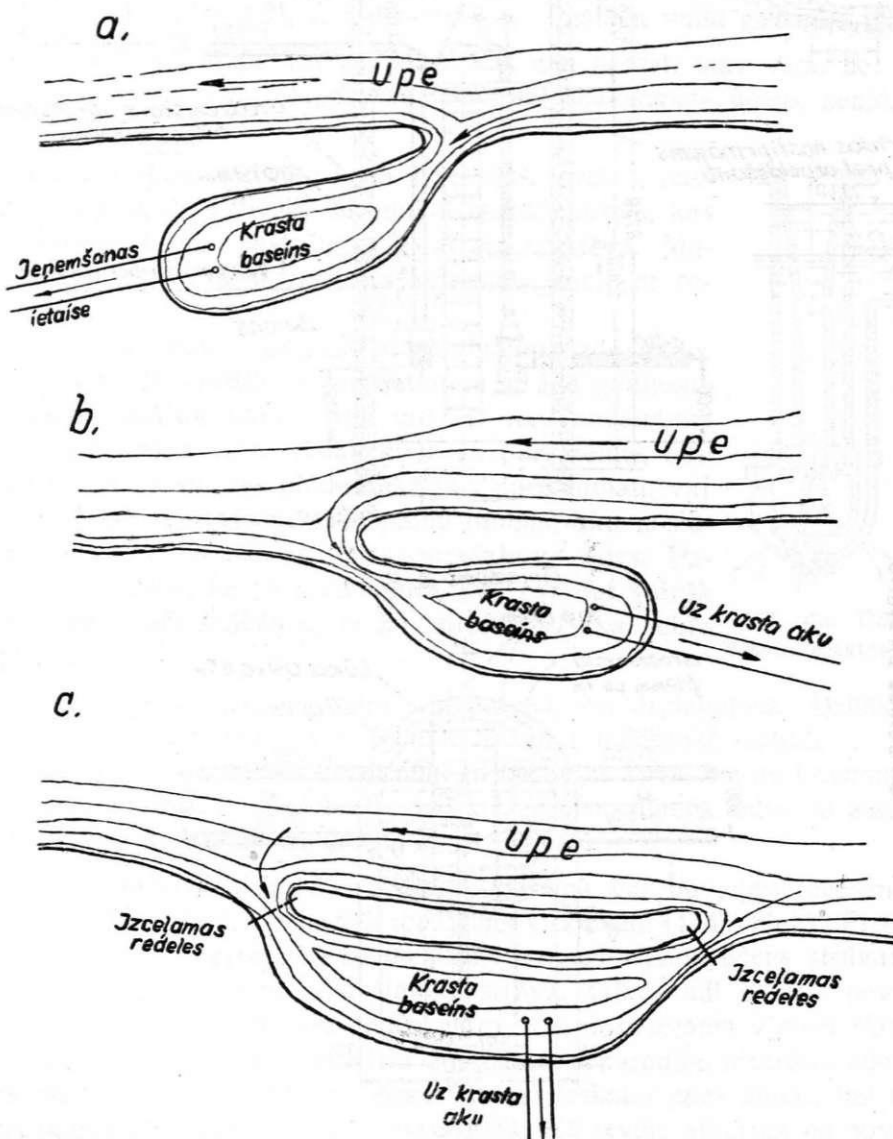
Griezums D-E



171. zīm. Krasta aka.

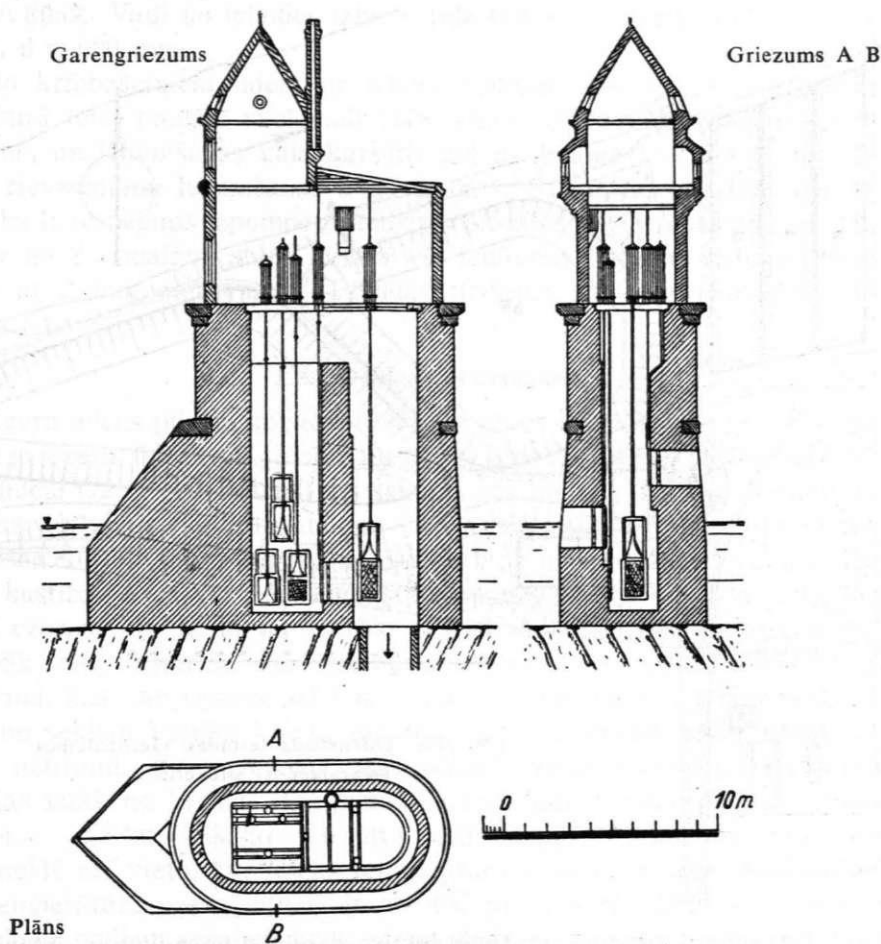
sāndoriem, kur tad var, kā vajadzīgs, attaisīt vienu vai otru ieteci: ledus putras iešanas laikā apakšējo, pārējā laikā augšējo.

Baseina tilpumu izvēlas cik iespējams lielāku, bet ne mazāku par tādu, kurā ūdens varētu uzturēties 20 min. Ieteces šķērsgrizumu pieņem tādu, lai ieteces ātrums nebūtu lielāks par 0,05—0,10 m/sek., uzskatot par ātruma lielumu to, ko dabū dalot ūdens ieņēmēja ieņemto ūdens dau-



174. zīm. a, b, c. Krastmalas baseini.

dzumu ar baseina dzīvgriezumu, $v = \frac{Q}{F}$. Krasta baseini savā ziņā ir arī pirmnostādīnāšanas baseini, ja ūdens satur daudz rupju suspendētu vielu. Baseina tīrīšanu izdara ar bagariem. Ūdens ieņemšanas ietaise no tāda baseina vislabāki iekārtojama ar krasta izbūvi. Dambjiem, kas baseinu iežogo, jāpaceļas pāri par visaugstāko ūdens līmeni upē. Visas nogāzes, uz kurām var iedarboties ūdens strāva, jānostiprina, piem., ar dubultu akmens bruģi.

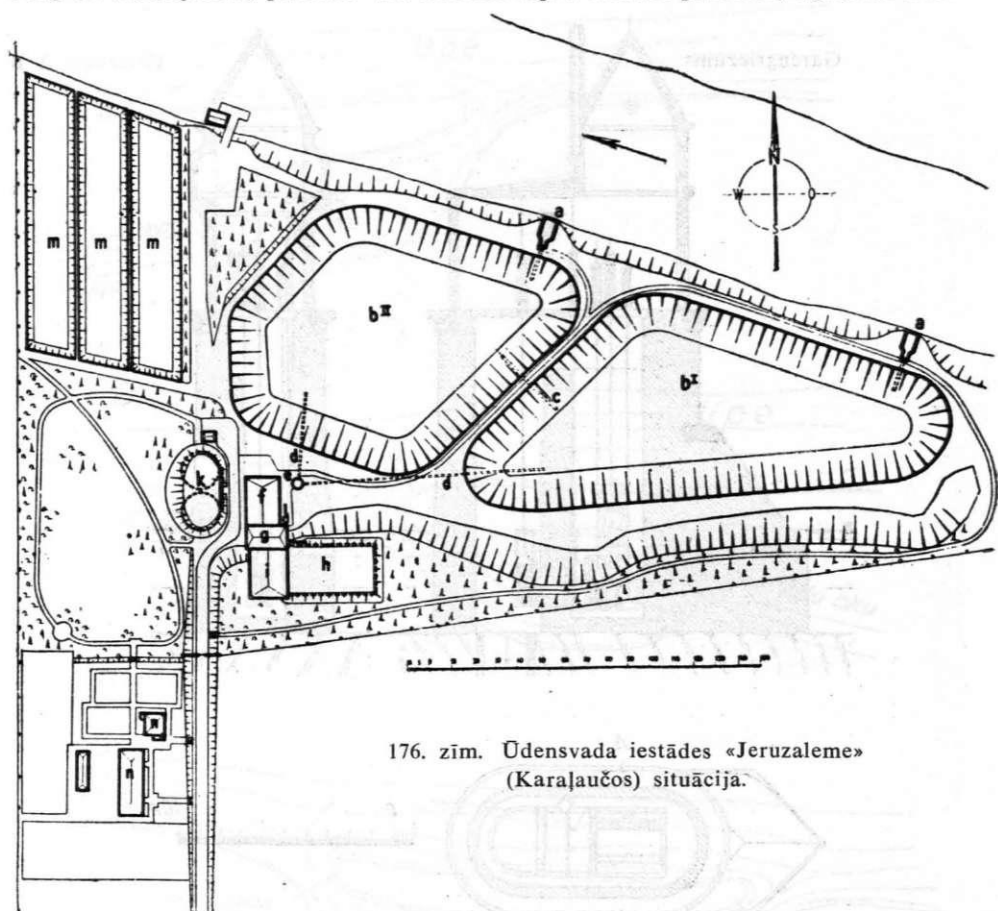


175. zīm. Ieņemšanas ietaise St. Loui pilsētā Z. A.

Lielāka būve ir St. Loui pilsētā Z. A., ūdens ieņemšanai no Misisipi upes (175. zīm.). Upē ūdens tecēšanas ātrums sasniedz 3 m/sec. Izbūve ir torņa veidīga un atrodas ap 450 m no krasta, pamatota uz klinšainā upes dibena. Nō ārpuses būve aplikta granīta blūķiem, kamēr

iekšējie mūri ir no kaļķakmens. Pirmajā kamerā ir 4 ieteces logi un otrā, no kuŗas noiet vads uz krastu, ir vēl 2 ieteces logi. Logi aiztaisāmi ar aizlaidņiem, bīdāmiem ar hidraulisku presi, kas novietota tai būves daļā, kuŗa atrodas virs visaugstākā ūdens līmeņa upē. Uz upes krasta izbūvēta ieņemšanas tvertne, un tai priekšā sevišķa kamera ar 2 redzeļu ietaisēm, kuŗām 6 mm un 12 mm platas spraugas.

Ieņemšanas ietaise no Pregeles upes izbūvēta 1926.—1928. g. Kenigsberg'as (Karaļauču) pilsētā. Tā atrodas ap 2 km no pilsētas, agrākās mui-



176. zīm. Ūdensvada iestādes «Jeruzaleme» (Karaļaučos) situācija.

žas «Jerusalem» tuvumā, un tādēļ ietaise dabūjusi nosaukumu «ūdensvada iestāde Jeruzaleme» (176. zīm.). Ja ir stipri rietumu vēji, ūdens upē tiek no jūras puses aizsprostots un upē aizturēts stipri netīrais ostas ūdens, kam piejaucas atpakaļdzīts sāļais Prūšu jomas ūdens. To ievērojot, bija jāizbūvē sevišķi krājbaseini, kas uzņemtu minēto apstākļu laikā vajadzīgo upes ūdeni, tā kā tas nebūtu tai laikā jāņem tieši no Pregeles upes. Ar šo nolūku izbūvēti 2 zemes baseini (b_1 un b_2), kas noder arī kā nostādinā-

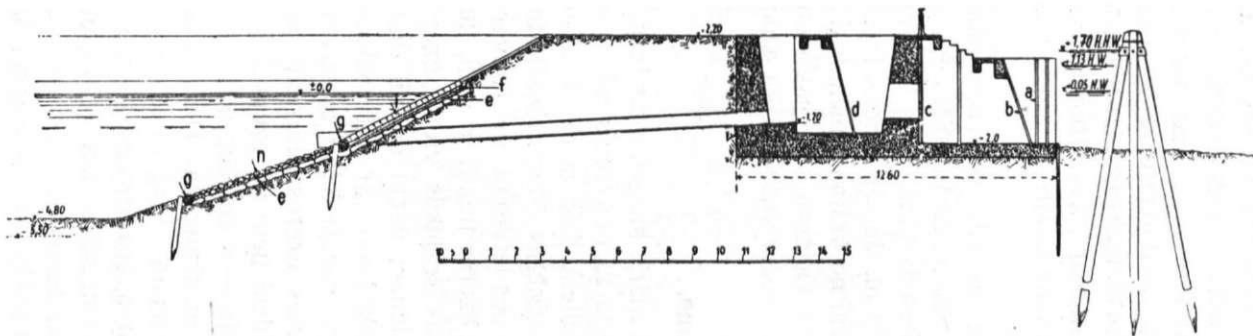
šanas baseini. To dziļums ir 4,0 līdz 5,5 m, tilpums katram 35.000 m³, un tas ir pietiekams, lai uzņemtu 7—8 d. patēriņa daudzumu (Karaļaučos ir ap 300.000 iedz.). Ielaide baseinos (177. zīm.) izbūvēta no betona, un upes pusē to var noslēgt ar šandoriem (a). Tālāk ir redzeļu ietaise (b) ar 20 mm lielām starpām, rupjāko priekšmetu aizturēšanai. Tad nāk aizbīdnis (c), kas par baseina pildīšanas laiku tā nostādāms zem ūdens līmeņa, lai aizturētu peldošas vielas, kamēr apakšā sliekšnis aiztur smalkas vielas. Tālāk vēl ir sietu redzele ar 5 mm starpām, kas aiztur mazākas zivtiņas. Vadi no ielaides izbūvē līdz baseinam taisīti no koka caurulēm, $d = 600$ mm.

No krājbaseiniem ūdeni ar sifona vadiem aizvada uz ieņemšanas aku, kurā ieiet pumpju sūcējvadi (178. zīm.). Sifonvada (a) diametrs ir 500 mm, un ieņemšanas gala kurvītis guļ uz betona kluča, kas ietaisīts starp rievsienu. Ieņemšanas akas diam. ir 5,0 m, un tās dibens ir tik dziļi, ka ir iespējams izpumpēt gandrīz visu ūdeni no krājbaseiniem. Aka sastāv no 2 nodaļām, starp kurām vēl iebūvēta Geigera sistēmas sietu ierīce ar 2 mm caurumiem. Pēdējās tīrīšanai noder mechaniska suku ietaise.

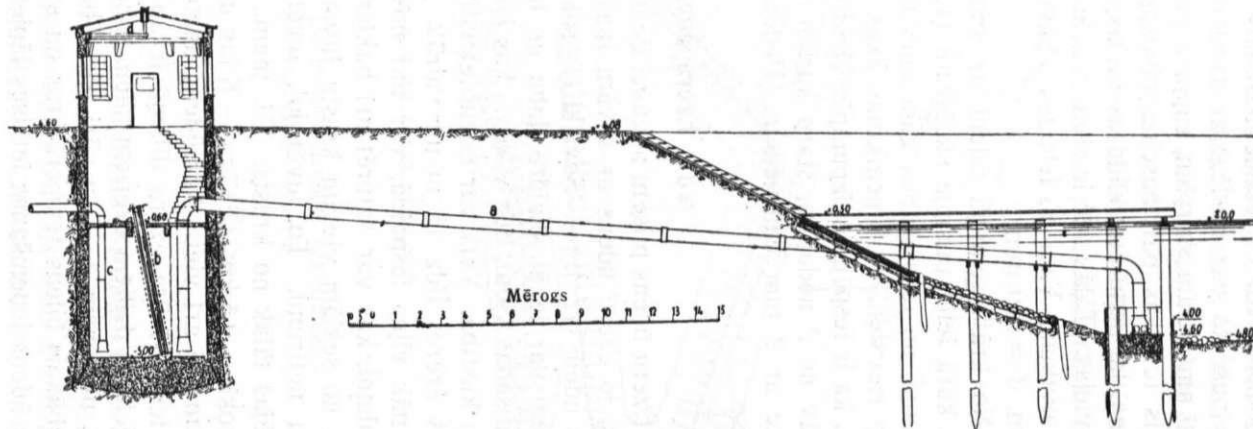
d) Ezera ūdens ieņemšana.

Ezeru ūdens pilsētu apgādei lietojams plašā mērā, kur vien tas iespējams, jo ezeru ūdens ar savām īpašībām zināmā mērā izceļas pāri par upes ūdeni (72. l. p.). Sevišķi tas sakāms par lieliem, dziļiem ezeriem, no kuriem var iegūt skaidru, labu un labas temperatūras ūdeni. Izvēloties ieņemšanas vietu, bez visa tā, kas jāievēro ar upes ietaisēm, vēl jāievēro viļņu kustība. Vējš var ūdeni iekustināt mazos ezeros līdz 5 m dziļi, lielākos ezeros līdz 15 m un vairāk. Tātad visās seklākās vietās ezerā, kas nāk viļņu iespaidā, var tikt noskaloti un ienākt ūdenī dažādi dūņu nogulumi, kas var saturēt arī baktērijas. Sevišķi ļauni var būt noskalojumi no seklām vietām krastu tuvumā, kur upē varēja ietikt apdzīvoto vietu netīrumi. To ievērojot, ieņemšanas vietas ezeros jāievieto pēc iespējas tālāk no krasta. Tā, piem., Ženēvā ūdeni ņem no ezera 2 km, Milvoki — 2,5 km, Čikāgo — 6 km un Klīvelendā — 8 km tālu no krasta. Jāuzmeklē arī vieta, kur ūdens temperatūra ir pieņemīgāka. Dziļos ezeros temperatūra ezera dibenā ir ap 4°C arī vasarā. Visu to ievērojot, no lieliem, dziļiem ezeriem ūdeni saņem tādā vietā, kas atrodas 30—40 m dziļi, un ieņem 3—5 m pāri pār dibenu, vai no tā slāņa, kur konstatēts vislabākais ūdens temperatūras un sastāva ziņā. Sekliem, nelieliem ezeriem ūdens ieņemšanas ietaises jāpieskaņo tiem pašiem norādījumiem kā upes ieņemšanas vietām.

Kas attiecas uz ūdens ieņemšanas ietaišu konstrukciju, tad tādas ietaises galvenā sastāvdaļa ir cauruļu vads, kas iet no krasta līdz ūdens

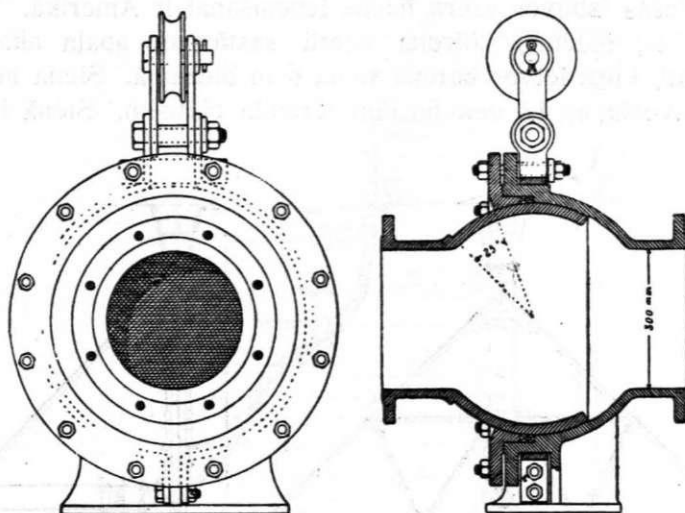


177. zīm. Ietece no upes krājbaseinā.



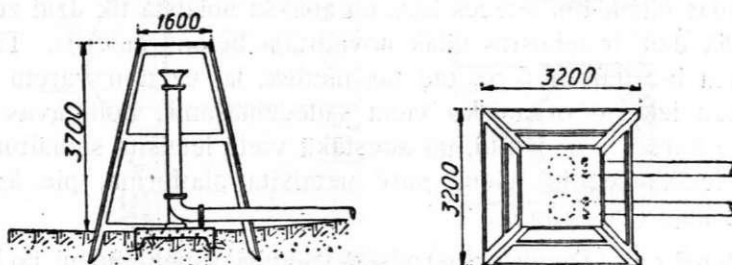
178. zīm. Pievads no krājbaseina sūcējakai.

ieņemšanas vietai, un ūdens ieņemšanas vietas izbūve. Vadu liek vai nu nogremdējot to zem ezera dibena, vai uz koka vai dzelzs konstrukcijas stēķiem. Vada materiāls ir čuguna vai dzelzs caurules. Atsevišķas caurules savieno ar kustīgiem savienojumiem (179. zīm.). Cauruļu vadu samontē gabaliem uz laivām vai ploštiem un tad nogremdē, iepriekš izba-



179. zīm. Kustīgs cauruļu savienojums.

garējot reni. Kad caurule nogremdēta, to apber ar granti. Tālāk nost no krasta vadu nogremdē vienkārši uz ezera dibena bez apbēšanas, vai liek uz stēķiem. Lai izsargātu vadu no bojājumiem, no kuģu enkurjiem, jāzliek attiecīgi signāli. Dārgāk ir, bet rīcību labāk nodrošina, ja



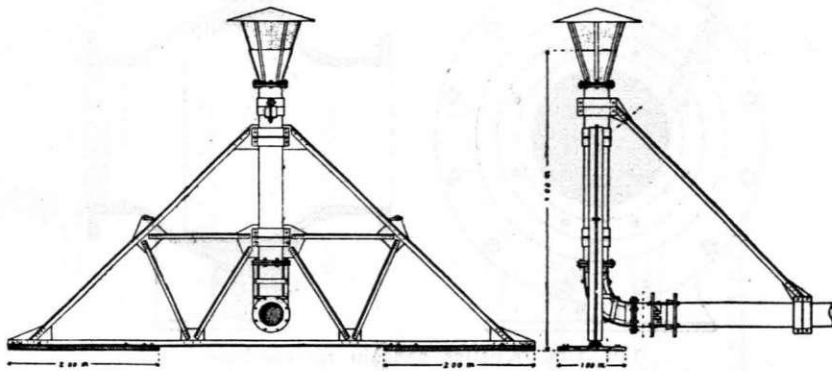
180. zīm. Ieņemšanas ietaise ezerā.

izbūvē vadu ievietošanai atsevišķas galerijas zem ezera dibena, kā tas, piem., darīts Čikāgo pilsētā.

Pati ieņemšanas vieta var būt izveidota dažādi, pieskaņojoties vietējiem apstākļiem. Visvienkāršākā ietaise sastāv no ezerā izlikta vada, kam uz augšu izliekts gals (180. un 181. zīm.), kas paplašināts piltuves

veidīgi un aplikts ar aizsargkurvīti. Visa ietaise aizsargāta ar 4 pāļiem, savienotiem ar šķēršiem, vai ar līdzīgu dzelzs konstrukciju (180. zīm.). Ieņemšanas caurules galu apbērt ar akmeņiem nav ieteicams, jo to starpā ieviešas kā stādu, tā dzīvnieku valsts organismi. Čīrihes ezera vads arī izbūvēts ezerā ap 400 m no krasta uz steķu konstrukcijas (182. zīm.).

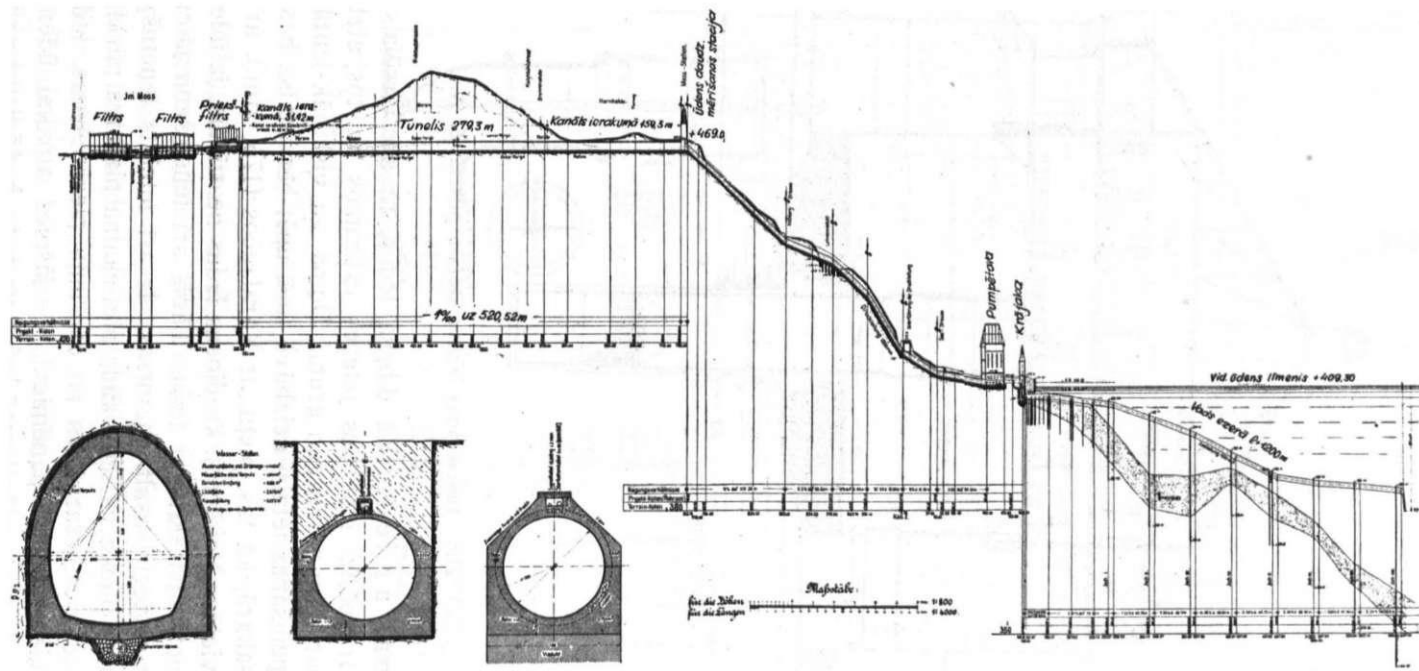
Ļoti plašas izbūves ezera ūdens ieņemšanai ir Amerikā. Tā, piem., Bufalo pilsētai ieņēmējs Jūrona ezerā sastāv no apaļa akas baseina (diam. 22 m), kuŗu ietver betona siena 6 m biezumā. Sienu no iekš- un ārpusē aptverta ar 12 mm biezām tērauda plātnēm. Sienu ietaisīti 12



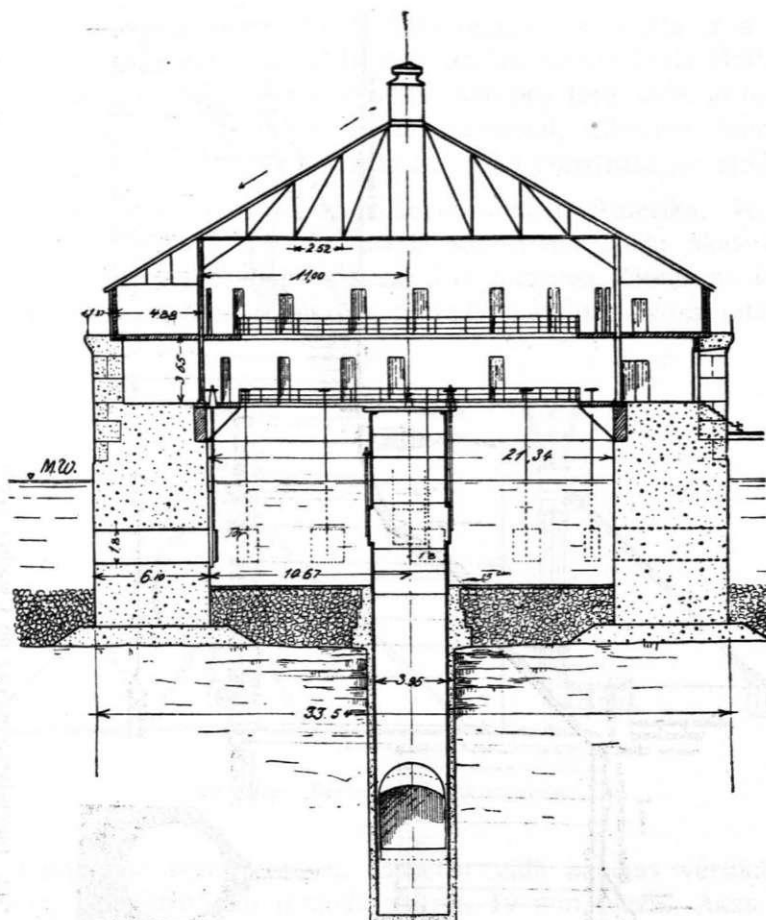
181. zīm. Ezera ieņemšanas vieta.

logi ar aizbīdņiem ūdens ietecei. Baseina vidū paceļas vertikāla aka, $d = 3,95$ m, kas taisīta no tērauda skārda 19 mm bieza. Akas virsējā daļā atrodas aizbīdāmi ietece logi, un apakša nolaista tik dziļi zem ezera dibena, cik dziļi ir ietaisīta tālāk novadītāja betona galerija. Tā kā baseina sienu biezums ir 6 m, tad tas pietiek, lai uz tām varētu novietot destruktoru izķerto organisko vielu sadedzināšanai, noliktavas un t. t. Visa būve pārsegta ar jumtu, un augstākā vietā ietaisīts signāltornis. Lai izbūvē vieglāk ietītu, vienā pusē uztaisīta platforma, pie kuŗas var piestāties kuģi (183. zīm.).

T a m p ē r e s (Tamerforsas) pilsēta (Somijā) saņem ūdeni no Nesijervi ezera (184. zīm.), 275 m no krasta, kur ūdens ap 6 m dziļš, skaidrs un labas temperatūras. Ieņemšanas vads ir no čuguna caurulēm, ar ložveidīgiem savienojumiem, ar ko vads var labāk uzgulties uz nelīdzenā ezera dibena. Vads nobeidzas mūrētā rezervuārā, ar izliekumu uz augšu, aiz kuŗa piestiprināts caurumains vaŗa sūcējvada gals. Pēdējais ir $d = 500$ mm, garš 0,9 m, un caurumi ir apaļi 10 mm, attālumā 14—16 mm cits no cita.

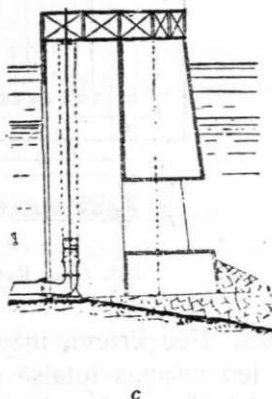
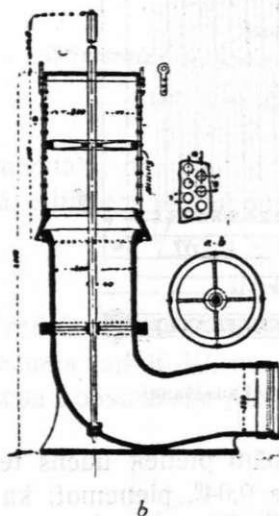
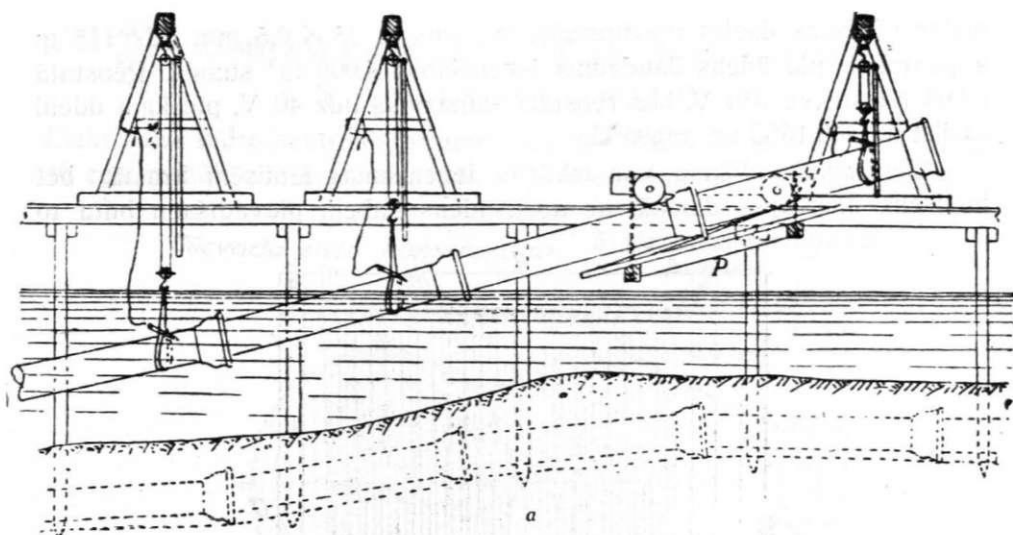


182. zīm. Ieņemšanas ietaise no Cīriches ezera.



183. zīm. Ieņemšanas izbūve Bufalo pilsētā Z. A.

Grūtības ar ledu. Kā dibena ledus, tā arī virsējais ledus un ledus putra ir spējīgi iekerties ieteces caurumos un tos aiztaisīt ciet. Cīņa ar šo parādību ir diezgan grūta. Domā, ka vislabāk jautājums atrisināms, ja ieņemšanas ietaisi neizbūvē tieši upē, bet ietaisa baseinos, kas stāv ar upi sakarā, kā tas, piem., ir Karaļaučos (175. zīm.), arī Varšavā un vēl citās vietās. Novērots, ka dibena ledus neattīstās, ja ūdens virsma ir mierīga, piem., pārklāta ar ledu. Tādēļ arī ieņemšana jāierīko rāmā ūdenī, kas var viegli sasalt no virsas. Ir arī ieteikts ieņemšanas vietā ūdeni pārklāt ar plostu vai citu kādu pietiekama plašuma pārklājumu. Ja tomēr nav izdevies izsargāties no caurumu piesērēšanas, tad caurumu iztīrīšanai jālieto dažādi paņēmieni, — jāspiež atpakaļ ūdens, jeb ar spiestu gaisu vai tvaiku jāatkausē ledus un t. t. Ja šādi līdzekļi nepalīdz,



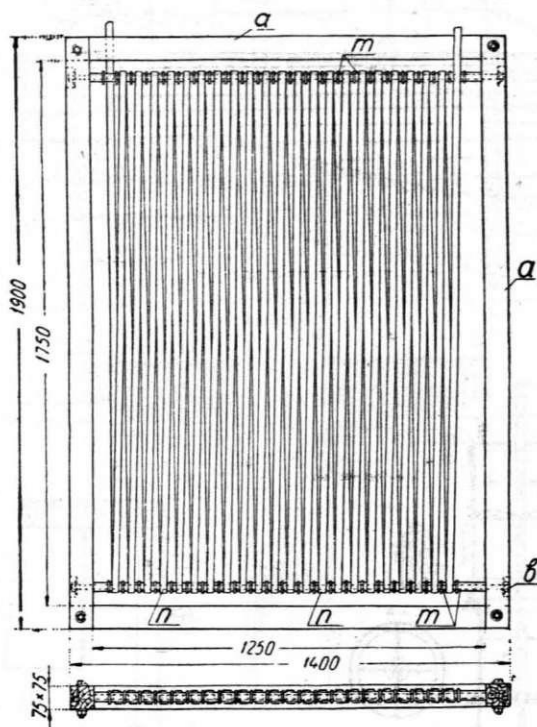
184. zīm. Ieņemšanas ietaise Tampēres pilsētā.

var rasties vajadzība ar ūdenslīdzēju palīdzību notīrīt ieņemšanas ietaises. Bet arī tas ir grūts paņēmieni un lietojams tikai izņēmuma gadījumos.

Ir izdarīti mēģinājumi atkausēt ledu ar elektrisku reostata palīdzību. Tāda ietaise ierīkota kādā lielā rakstāmpapīru fabrikā Ļeņingradā (185. zīm.). Ietaise sastāv no rāmja $1,9 \times 1,4$ m, kas taisīts no priežu koka latām 75×75 mm. Šai rāmī ievilkti augšā un apakšā pa vienai bultai, uz kuņas uzmauktas porcelāna buksītes cieši viena pie otras. Buksītes

nodar plāksnes dzelzs piestiprināšanai, izmēru $25 \times 0,5$ mm līdz 115 m kopgarumā, pie ūdens daudzuma ieņemšanas 4.000 m^3 stundā. Reostatā ielaiž līdzstrāvu 350 V, kas reostatā samazinās līdz 40 V, pie kam ūdeni sasilst no $-0,16^\circ\text{C}$ uz $+0,05^\circ\text{C}$.

Elektrisku sildīšanu var iekārtot ieņemšanas ietaisēm krastā, bet ietaisēm, kas upes dibenā, ar apakšūdens kabelu pievadišanu būtu to



185. zīm. Reostāts ledus atkausēšanai.

grūti iekārtot. Pēc krievu inženieru domām pietiek ūdens temperatūru pie ietece ieņemšanas ietaisē pacelt līdz $0,04^\circ$, pieņemot, ka vislielākā ūdens pārdzisināšanās (pie kuņas attīstās dibena ledus) var būt $-0,05^\circ$. Paceļot temperatūru uz $0,04^\circ$, var sagaidīt, ka ledus vairāk neradīsies. Siltumu, kas jāpievada restēm, var aprēķināt ar formulu:

$$q = 1000 Q t,$$

kur q — siltuma daudzums kg kal/st.,

Q — ūdens pietece $\text{m}^3/\text{sk.}$,

t — temperatūra, līdz kuņai grib ūdeni sasildīt.

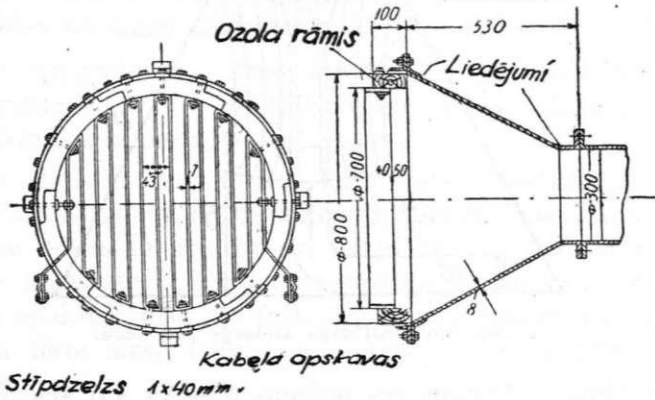
Pie $t = 0,04$ uz $1 \text{ m}^3/\text{st.}$ vajadzīgs $q = 1000 \cdot 1 \cdot 0,04 = 40 \text{ kal./st.}$, kas atbilst mehāniskai jaudai

$$N = \frac{40}{860} = 0,0465 \text{ KW vai uz katru } 1 \text{ m}^3/\text{sek. stundā vajadzīgs}$$

$$N = 0,0465 \cdot 3600 = 167,4 \text{ KW.}$$

Elektriskās hidro centrālēs pieņem tikai līdz 8 KW = uz 1 m³/sek, t. i. ap 40 reiz mazāk, pie kam nesasilda visu ūdeni, bet tikai uztur restes tem-

Sūcvada sieta konstrukcija. Sieta piestiprinājums piltuvei,

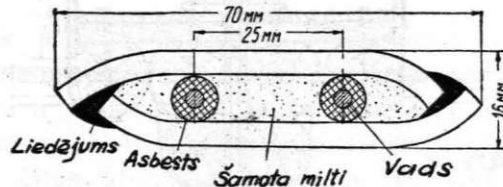


186. zīm. Elektriskā sildāmā redele.

perātūru augstāku par 0°. To ievērojot, upēs, kur dibena ledus attīstās mazā mērā, Altbergs pieļauj sasildīšanu līdz 0,015°, kas prasītu

$$\frac{167,4 \times 0,015}{0,04} = 62,8 \text{ KW.}$$

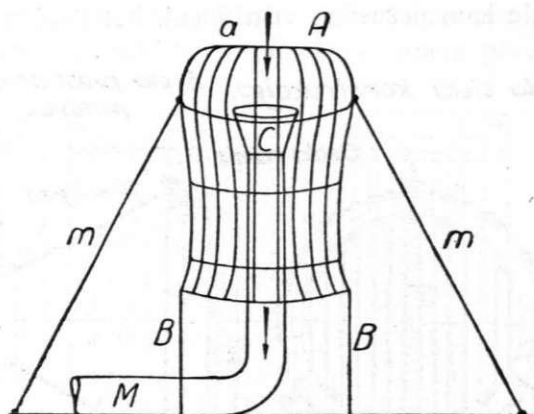
186. zīm. redele montēta ozola rāmī un ievietota ieteces galā. Strāvu zema sprieguma (ap 40 V), pievada ar bruņotu kabeli. 187. zīm. parādīta redeles stieņa konstrukcija pēc inž. Kirillina.



187. zīm. Elektriskās sildāmās redeles stienis.

Ieņemšanas ietaises aizsargāšanai pret dibens ledus Altbergs ieteic (188. zīm.) metalla sieta (A), ko uzstāda ap 1 m visapkārt ieņemšanas caurulei uz kājiņām, nesaistot ar ieņemšanas cauruli. Lai gan siets var apledot, tomēr ieņemšanas cauruli ledus neiespaidos.

Pie līdzekļiem pret ledus putru pieskaitāmi dēļu vai apaļu koku aizsargi, ar vairogu vidū vai malā uz upes vidus pusi. 189. zīm. parādīts aizsargs, kas lietots Alemeģinas hidrostaacijā un sastāda plostu no 6 balķiem $d = 18$ cm ar vairogu vidū no plankām 37 mm. Tādi aizsargi jānostiprina

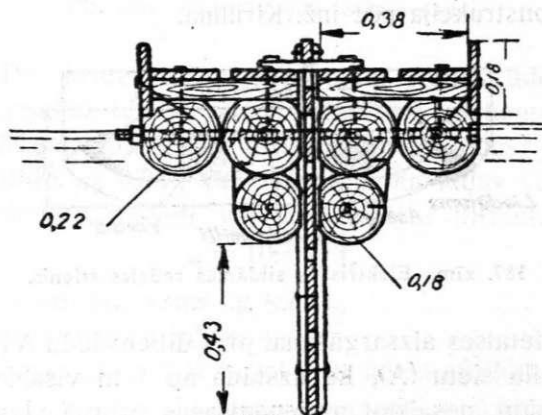


188. zīm. Altberga aizsargs pret ledu.

vajadzīgās vietās. Parasti tos novieto pusloka vai sektora veidīgi ap ieņemšanas vietu, un tad tos var pie krasta piestiprināt ar trosiem. Trosa vilkšanas piepūli var aprēķināt ar formulu:

$$T = \frac{WRd \cdot v^2}{g} (1 - \cos \alpha),$$

kur apzīmē: R — aizsargu novietnes radiju — m , α — likuma chordas leņķi ar tecēšanas novirzienu, d — vairoga iegrimšanas dziļumu — m , v — tecēšanas ātrumu $m/sec.$, $g = 9,81$ m , W — 1 m^3 ūdens svaru = 1000 kg , T — vilkšanas piepūli — kg .



189. zīm. Ledus putas aizsargs ar vairogu vidū.

E. Ieņemšanas ietaišu galveno objektu tehniskie dati.

a. Ietece ātrums. No ātruma, ar kādu ūdens tek cauri redelēm, atkarājas ieņemšanas ietaises izsargāšana no sanesumiem un ledus. Mazām ietaisēm pieņem kā normu 0,2—0,3 m sek. Lielām ietaisēm tāda norma prasītu lielus ietece logus un citas ietaises, un tādā gadījumā apmierinās ar tiem pašiem lielumiem, kādus pieņem, piem., spēku centrālēs, t. i. 0,5—0,75, pieļaujot atsevišķos gadījumos 1,0—1,2 m sek. (kad nav jābaidās no ledus sanesumiem).

b. Logu augstums. Logu apakša pāri pār upes dibenu seklā upes ūdenī jāpieņem 0,5—1,0 m, dziļākā 1,0—1,5 m. Ja sanesumu upē maz, var šos lielumus samazināt.

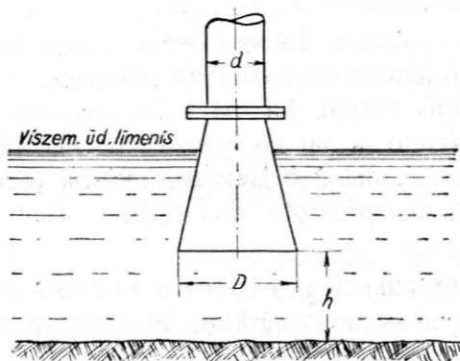
c. Logu novietne. Ietece logus vēlams ietaisīt vairākos stāvos, lai varētu ūdeni ieņemt no dažādiem līmeņiem. Jāievēro viszemākie un visaugstākie ūdens līmeņi, kā arī ledus biezums pie viszemākā līmeņa. Redeles jānovieto tā, lai tās atrastos ne mazāk kā 0,2—0,3 m zemāk par ledus apakšējo malu, jo jāatvairā iespēja redelju iesalšanai ledū, kādā gadījumā tiktu aizsprostota visa ietaise. Bez redelēm parasti ir arī logu aizbīdņi.

d. Ūdens ātrums paceļamos sietos (plakanos). Sieti ietaisīti ieņemšanas akās tam mērķim, lai atturētu rupjākās suspendētās vielas. Caurteces ātrumu ieteic 0,10—0,20 m sek., un ja nav sevišķi daudz netīrumu un ieņemšanas ūdens daudzums nav liels, pieļauj ap 0,3 m sek. Pie lieliem ūdens daudzumiem, lai nebūtu jāpaplašina ūdens ieņēmēja būve, pieļaujami arī lielāki ātrumi. Ātrumu noteikšanai jāņem vērā sieta tīrie caurumi, t. s. «netto» platība, atskaitot iespējamo stiepuļu aplīpšanu ar netīrumiem (20—50%) un pašu stiepuļu resnumu. Ar netīrumiem piekērušies sieti jānotīra, jo pretējā gadījumā samazinātos caurumos ūdens izrautu sev ceļu, pa kuŗu tecētu ar lielu ātrumu un ienestu līdz netīrumus.

e. Ātrums sūcējvadā. Neliela gaŗuma sūcējvadā ar mazu skaitu likumu pieļaujams ātrums līdz 1,5 m sek. Tas tādā gadījumā, ja katram agregātam ir savs sūcējs. Ja vairāki sūcēji apvienoti vienā kolektorā, tad ātrumam jābūt mazākam, ievērojot to, ka kāda sūcēja remonta gadījumā citos ātrums palielināsies, pie kam tad palielinātais ātrums jāparedz ne lielāks par minēto. Izņēmuma gadījumos (sevišķi īsiem vadiem) pieļaujams ātrums līdz 2 m sek. Jāievēro, ka pie lieliem ātrumiem spiediena zudums ir liels, un tādēļ tādi pieļaujami tikai īsiem vadiem. Tādā gadījumā caurulēm jābūt tērauda ar pastiprinātu sienu biežumu, jo pie liela ātruma netīrumi noberž vada sienas stiprāk kā pie maza ātruma.

f. Sūkšanas augstums. Pumpju ietaise jānovieto dažreiz tā, lai izmantotu visu iespējamo pumpju sūkšanas augstumu. Ar pēdējo sa-prot ģeometrisko augstumu (vertikālu attālumu starp viszemāko ūdens līmeni akā un pumpju asi) pieskaitot visus spiediena zaudējumus sūcēj- vadā un atsevišķās daļās: aizlaidņos, līkumos, pārejās un t. t. Beidzot vēl jāpārbauda kavitācijas parādība.

g. Sūcējvada novietne ūdens ieņemšanas akā. Lai neietiktu gaiss sūcējvadā, un nepārtrauktu vakuumu, sūcējvada gals (ne-ierēķinot ieņēmējsietu) jāliek akā 0,5—1,0 m dziļāku par viszemāko



190. zīm. Sūcējvada gals.

ūdens līmeni akā. Sūcējvada gals jānovieto par h lielumu pāri par akas dibenu ar tādu aprēķinu, lai ūdens pieteces ātrums vada galam nebūtu lielāks par ātrumu vada pilnā šķērsgriezumā. Sakarā ar to cilindriskam ietecees laukumam (πDh) vajag būt ne mazākam par ietecees caurules platību ($\frac{\pi \cdot D^2}{4}$), tas ir:

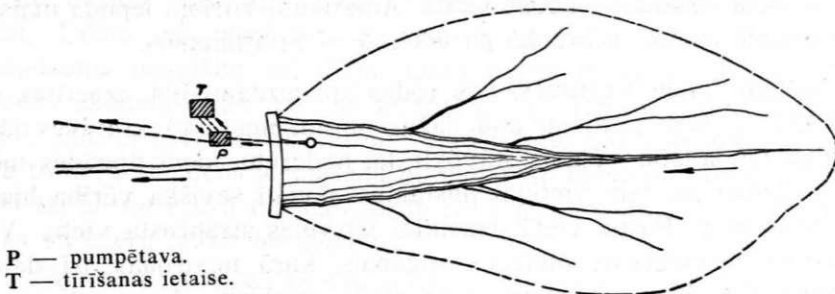
$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} \leq \pi \cdot D h, \text{ un tad } h \geq \frac{D}{4}.$$

Praktiski, lai neiesūktu nogulšņus, jāpieņem $h = 0,5 D$ un ne mazāk par 0,5—1,0 m. Mēri doti bez ieņemšanas sieta, ja tāds ir, tam jābūt vismaz 0,5 m augstāk par akas dibenu.

Starp sūcējvadu un akas sienām jābūt attālumam, pie maziem vadiem ne mazākam par 3 kārtīgu diam., lieliem var būt mazāk, bet ne mazāk par 1 diam. Katrā ziņā attālumam jābūt pietiekamam, lai cilvēks varētu brīvi pieiet remonta, montāžas vai tīrīšanas gadījumā.

19. Mākslīgas ūdens tvertnes.

Mākslīgu ūdens tvertni sagādā, ja šķērsām pār upes ieleju ietaisa aizsprostu, tādā veidā radot mākslīgu ezeru, kurā ūdens uzkrājas tai laikā, kad pietece liela, un kas tad noder ūdens apgādei tai laikā, kad pastāvīgā pietece neapmierina prasības (191. zīm.). Tāda mākslīga ezera ūdens līdzinās dabīga ezera ūdenim, un dažā ziņā tas var pat būt labāks, jo mākslīga ezera vietu var izvēlēties, un tā var nodrošināt ūdenim labas īpašības, pieskaņojot ietaisi labiem topografiskiem, hidroloģiskiem, sanitā-



191. zīm. Mākslīga ūdens krātuves schēma.

riem un citiem apstākļiem, kas garantē ūdens labumu. Amerikā šāda ūdens sagādāšana lietota plašā mērā, un pie izdevīgiem apstākļiem ūdens var būt tik labs, ka to var lietot pat bez mākslīgas tīrīšanas. Bet, lai tādu ūdeni nodrošinātu, bez vietas izvēles jāievēro arī vietas sagatavošana mākslīgam ezeram. Nākošā ezera gultne jānotīra no kokiem, jānoņem virsējā augsnes kārtā, purvainas vietas jāiznīcina. No apkārtējiem laukiem, ko mēslo ar stallā mēsliem, un no apdzīvotām vietām notekūdeņi nedrīkst notecēt uz mākslīgo ezeru. Tāpat arī upes, kas ietek galvenā upē un atrodas mākslīga ezera iespaidrajonā, nedrīkst uzņemt netīrus notekūdeņus. Tādu mākslīgu ezeru tuvumā nav pieļaujamas apdzīvotas vietas, un tādēļ tas jāiežogo ar necaurejamu žogu un ar bieziem, asiem apstādījumiem. Tā, piem., Gotas pilsētas ezers iežogots ar 3 m augstu stiepuļu žogu. Ļoti vēlams, lai ezera apkārtnē cik iespējams plašāki būtu apklāta ar mežu. Amerikā dažās vietās ūdens labuma nodrošināšanai aizsardzība pat tik plaša, ka pār ezera virsu 12 m attālumā pārvilkta stiepuļi, lai atbaidītu putnu nolaišanos ezerā. Peldēšanā ezerā noliedzama, un arī braukšana laivās nav vēlama. Zivju audzēšanu var ieteikt, ievērojot, ka tas veicina paštīrīšanās procesus ūdens tvertnē.

Dažreiz mākslīgās ūdens krātuvēs attīstās uz virsas lielā daudzumā mikroorganismi (algas), kas pārklāj virsu it kā ar ziediem. Tādam ziedošam ūdenim var celties arī slikta smaka un garša. Tāda mikroorga-

nismu attīstīšanās novērojama sevišķi lielā mērā seklos ūdeņos, kas saules apspīdēti un sasildīti. Nevēlamo parādību, t. i. minēto algu attīstību ar sliktas smakas un garžas sagādāšanu ūdenim, Amerikā iznīcina ar vara vitriolu. Piejaukts ūdenim daudzumā 1 d. uz 1.000.000 d. ūdens, tas nav kaitīgs ne cilvēkiem, ne zivīm, bet algas iznīcina uz ilgāku laiku. Dažādu organismu iznīcināšanai vajadzīgs dažāds vitriola daudzums, un tas jānoskaidro ar mikroskopisku analīzi. Jo seklāks ir ūdens, jo vairāk un biežāk jāpiejauc vitriols. Piem., vidējā dziļumā 5—7 m vajadzīgs piejaukšanu izdarīt 3—4 reizes gadā. Parasti vajadzīgo daudzumu vitriola izslaka pa ūdens virsu. Amerikāņi vitriolu iepilda maisos, piesien tos pie laivas un braukā pa ūdeni 6—7 m attālumos.

Mākslīgas ūdens krātuves, kas rodas upi aizdambējot, izpētītas sevišķi Vācijā¹⁾. Šādi pētījumi dod dažus norādījumus, kā krātuves jāierīko un kā tās jāuztur vēlamā stāvoklī, lai noderētu ūdens apgādes mērķiem. Ievērojot pie tam vietējos apstākļus, jāvēlta sevišķa vērība higiēniskām prasībām. Pirmā vietā uzmanīgi jāizvēlas aizsprosta vieta. Vislabāk noder neapdzīvots pieteces apgabals, kurā neatrodas arī daudz lauksaimniecību, kas laukus mēslo ar stajļa mēsliem. Aizsprostiem sevišķi izdevīgs upes virsējais tecēšanas rajons, jo te mēdz būt augsti krasti, kritums lielāks, bet no otras puses arī ūdens daudzums ir mazāks, tātad tāda ietaise varēs apmierināt tikai kādas mazākas pilsētas vai ciema ūdens vajadzības. Visādā ziņā aizsprostam jāizvēlas tāda vieta, kur abi upes krasti ir pilnīgi noteikti un sanāk cik iespējams tuvu kopā, lai aizsprosta garums būtu mazāks un prasītu mazākus izdevumus.

Ūdens labums tādā mākslīgā krātuvē atkarājas no pietekošā ūdens īpašībām, un katrā ziņā vajag būt pārliecībai, ka ūdens paštīrīšanās spēja krātuvē būs pietiekama, lai ūdens apgādes ieņemšanas ietaisei pienāktu tikai ķīmiskā un fizikālā, kā arī higiēniskā ziņā nevainojams ūdens, vai vismaz tāds ūdens, kura tīrīšana neprasītu sarežģītus paņēmienus un nemaksātu dārgi. Ir arī ieteicami ap krātuvi ierīkot apm. 100—200 m platu aizsargjoslu, kas pilnīgi noslēgta parastai satiksmei. Ļoti vēlams apstādīt ar kokiem nevien šo aizsargjoslu, bet cik iespējams lielāku daļu no pieteces baseina. No svara ir arī krātuves lielums, sevišķi attiecības starp uzkrāto ūdens daudzumu un pieteci un noņemšanu. Jo lielākas, skaitliskā ziņā, šīs attiecības, jo ilgāk ūdens varēs uzturēties krātuvē un jo labāk varēs izmantot paštīrīšanās procesus. Vēlams būtu kādu 2 mēnešu uzturēšanās laiks, bet tas atkarājas galvenā kārtā no ieteikšā ūdens daudzuma.

Mākslīgi uzstādīnātais ezers padara apkārtni skaistāku, un virsas

¹⁾ Mitteilungen aus d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasservers. und Abwässerbeseitigung zu Berlin, Heft 15. Berlin 1911.

pilnīga noslēgšana no cilvēku redzes būtu nevietā. Gan braucamie ceļi, kā jau minēts, ezera tuvumā nebūtu pielaižami, tomēr kājām gājējiem noslēgt pieeju būtu grūti, bet gan tie jābrīdina, ka nekādus netīrumus nedrīkst nomest ezera tuvumā. Braukšana ar laivām pa tvertni, kā arī zvejošana svešiem aizliedzama pilnīgi. Zivju ieaudzināšana ļaunumu neatnes, jo zivis pārtiek no dažādiem sīkiem organismiem, tātad veicina ūdens atbrīvošanu no tādiem organismiem, bet zivju izķeršanai un atjaunošanai jānotiek lietpratēja uzraudzībā.

Ūdens ieņemšanai no mākslīgas tvertnes, tāpat kā no dabīgas, jāizvēlas dziļāki slāņi, kur ūdens vēsāks, vismaz vienmērīgākas temperatūras. Ūdens nav jāņem aizsprosta tuvumā, jo te uzkrājas vislielākais daudzums nogulšņu vai dūņu, tātad ūdens ir visnetīrākais. Tādēļ tad ūdens jāņem tālāk nost no aizsprosta un ieņemšanas caurules ieteces gals jāpaceļ pāri pār dibenu, pie kuŗa varētu būt sakrājušās dūņas, tāpat kā to dara ar ūdens ieņemšanu no dabīgiem ezeriem. Aizsprosts jāietaisa arī tā, lai no ezera dibena varētu laiku pa laikam nolaist uzkrājušās dūņas un ezeru iztīrīt no dūņām.

Ap gādes mērķiem domātā ūdens daudzums, ko var uzkrāt mākslīgā ezerā, atkarājas no ieteces baseina un no vietas topografiskiem, ģeoloģiskiem un meteoroloģiskiem apstākļiem. Aiz aizsprosta uzkrāj lietus ūdeni, kas satek no pietekām, kā arī gruntsūdeni. Uz novērojamu pamata var nonākt pie zināmām atziņām par šāda ūdens skaitlisko daudzumu.

Apzīmēsim ar A — (km^2) ieteces baseina laukuma lielumu, h_p — (m) — nokrišņu augstumu zināmā laika posmā, h_n — (m) noteces augstuma lielumu, tad ieteces koeficients η izteicams ar attiecībām:

$$1) \eta = \frac{h_n}{h_p}.$$

Sateces koef. izsaka, cik liela daļa no nokritušā lietus ietek upē no zināma laukuma zināmā laika posmā.

Sateces daudzumu Q — par zināmu laiku — t dienām, izteiksim tilpuma vienībās, piem., m^3 :

$$2) Q = A \cdot h_n$$

tad laika vienībā — 1 sek., satekošais ūdens daudzums q būs:

$$3) q = \frac{A \cdot h_n}{t \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{A \cdot \eta \cdot h_p}{t \cdot 86400}.$$

Tā kā A izteikts km^2 un citi mēri metros, tad, lai visus mērus apzīmētu ar vienu vienību, ņemsim $A = 1000 \cdot 1000$ (m^2), un tad

$$4) q = \frac{1000 \cdot 1000 \cdot A \cdot \eta \cdot h_p}{t \cdot 86400}.$$

Ja ar t — apzīmējam gada noteces ilgumu = 365 dienas un ar h_p — gada nokrišņu augstumu, tad

$$5) \quad q_1 = \frac{1000 \cdot 1000 \cdot A \cdot \eta \cdot h_p}{365 \cdot 86400} = 0,0317 \cdot A \cdot \eta \cdot h_p$$

kur q_1 — apzīmē noteces daudzumu m^3 sek.

Piem., $\eta = 0,30$, $h_p = 0,6$ m un $A = 1000$ km²,

tad:

$$Q = 0,0317 \cdot 1000 \cdot 0,30 \cdot 0,6 = 5,7 \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Sateces koef. η pieņemts tā, it kā būtu vienmērīga satece par apskatāmo laika posmu. Tajā ietilpst nevien pa zemes virsu notecējušais ūdens, bet arī gruntsūdens. Būtu nepareizi rēķināt tikai virszemes noteci, jo sausā laikā jau ir gruntsūdens tas, kas uztur upēs un ezeros zināmu caurteces daudzumu, un arī lielūdeņu laikā upē ieplūst nevien virszemes, bet arī gruntsūdens.

Koef. η jāatrod no sistēmatiskiem upju caurteces daudzuma novērojumiem par lielāku laika posmu. Tādi novērojumi daudz vietās arī izdarīti un atrasti sekojoši lielumi:

	η
Viduseiropas upēm (pēc Murrey)	0,340
Sēnas upei (pēc Arago)	0,333
Vācijas upēm (pēc Grewe's):	
Reinai pie Koblenčas	0,385
Vēzerai pie Mindena	0,370
Elbai pie Torgavas	0,300
Vislai	0,290
Oderai	0,270
Vidēji visām Vācijas upēm	0,314
Čehoslovākijas upēm	0,250
Maskavas upē (pēc Speijera 18 gadu novēr.)	0,300

Zinot η — var aprēķināt, cik mākslīgā ezerā var ūdens satecēt. No otras puses jāaprēķina, cik ūdens no ezera izzūd ar izgarošanu un arī ar iesūkšanos zemē.

Iesūkšanās zemē ir vislielākā pie jauna ezera, kamēr ar laiku, kad gruntsūdens līmenis pacēlies un pieskaņojies ezera ūdens līmenim un arī ezera dibens un malas piedūņojušās un aizaugušās ar zāli, iestājas zināms līdzsvars, zaudējumi samazinās, un gruntsūdens sāk atkal tecēt uz ezera pusi. Cik liels zaudējums no iesūkšanās zemē jāievēro, tas jānoskaidro katrā vietā ar pētījumiem, jo zaudējumi atkarājas kā no apkārtnes grunts īpašībām, tā arī no gruntsūdens tecēšanas apstākļiem. Parasti iesūkšanās lielumu aprēķina kopā ar izgarošanu. Atsevišķi no-

teikt izgarošanas lielumu ir grūti, lai gan pētījumi arī šai ziņā ir izdarīti. Tā, piem., pēc Maskavas Petrovsko-Razumovskajas meteoroloģiskās stacijas novērojumiem par zināmu periodu vidējs gada nokrišņu daudzums bija $h = 536$ mm, kamēr izgaroja 377 mm, tātad palika uz zemes (iesūcās zemē un notecēja pa zemes virsu) ap 30%, kas saskan ar tiešiem novērojumiem uz Maskavas upes. Vasarā izgarošana ir lielāka kā ziemā, un pēc minētās stacijas novērojumiem no aprīļa līdz septembrim (līdzieskaitot) izgaroja vidēji, pēc 33 g. novērojumiem, — 332,4 mm, kamēr nokrišņu augstums tai pašā laikā bija 350 mm. Izgarošanas pētījumus izdara parasti ar novērojumiem no ūdens virsām, kas šai gadījumā arī vajadzīgs. Pēc novērojumiem dažādās zemēs atzīmējami, piemēram, šādi skaitļi izgarojumiem no ūdens virsām:

Anglijā pie $h = 950$ — izgarošana ir 762 mm.

Parīzē (1839.—1872. g.) pie $h = 550$ mm — izgarošana gadā ir 705 mm.

Tieši pie aizsprostojumiem novērots:

Lennepas upes ielejā (vidējais no 20. g.) $h = 1.170$ mm — izgarošana gadā ir 810 mm.

Remšeidā (17 g. novēr.) — izgarošana gadā ir 876 mm.

Vogēzos — izgarošana gadā ir 600 mm.

Pie Rietumeiropas apstākļiem varētu pieņemt zuduma lielumu no ūdens virsas (no iesūkšanās un izgarošanas) 800 mm gadā. Krievijā pie beišlotiem (kuģniecības ūdens rezervuāriem) rēķināja 2 m, kas gan ir ar lielu drošības koef. Tātad, zinot no vienas puses sateces daudzumu, no otras puses zudumus, kurus rada iesūkšanās un izgarošana, var aprēķināt to ūdens daudzumu, kas palika ietaises rīcībā, šai gadījumā ūdens apgādei.

Pēc Mankovska zaudējuma lielumi pie filtrācijas atkarājas no sekojošiem apstākļiem: a) caur pašu aizsprostu, ja tā materiāls caurlaidīgs (zemes aizsprostos), b) caur aizsprostu apakšu un savienojumiem ar krastiem, c) atkarībā no grunts īpašībām zem aizsprosta. Apsverot šos apstākļus, var domāt, ka zaudējumi a) ir nelieli, un būtu nozīmīgi tikai pie gaļiem aizsprostiem. Zaudējumi cēloņi b) jānovērš konstruktīvi ar rievsienu, cementa noblīvējumiem un t. t., pieskaņojoties izpētītiem ģeoloģiskiem apstākļiem, tomēr arī šie zaudējumi pie rūpīgas konstrukcijas nevar būt lieli. Zaudējumi c) uzstādīšanas gultnē pilnīgi atkarīgi no hidroģeoloģiskiem apstākļiem, kas iepriekš rūpīgi jāizpētī. Iepriekšējai kalkulācijai varētu pieņemt pie labvēlīgiem apstākļiem, kad gultne sastāv no ūdeni caurlaidīga slāņa, pie augsta gruntsūdens līmeņa ielejas malā — 1 mm diennaktī, bet pie vidējiem apstākļiem — līdz 2,5 mm diennaktī, un pie smagiem apstākļiem (caurlaidīga un bezūdenaina ieža) — 2,5—5 mm diennaktī un pat vairāk.

Zaudējumi, kas rodas izgarojot no ūdens virsas, atkarīgi no temperatūras, gaisa mitruma deficīta un vēja ātruma. Tos var noskaidrot ar tiešiem novērojumiem un, ja tādu nav, var kalkulācijai pieņemt šādu provizorisku formulu:

$$E = d(15 + 3w)$$

kur E — izgarojis no brīvas virsas ūdens baseinā — mm/mēnesī,

d — mitruma deficīts — mm,

w — mēneša vidējais vēja ātrums — m'sek.

Aizsprostu būve.

Aizsprosti pieder pie tām inženieru būvēm, kurām jāpievērš sevišķa uzmanība kā projektējot, tā izbūvējot. Aizsprosta bojājums var atnest daudz nelaimes, var iznīcināt saimniecības un prasīt arī cilvēku upurus. Tā, piem., 1916. g. sabruka Baltās Deses aizsprosts Iserkalnājā Vācijā, kas nodarīja lielu postu un kam par upuri krita 60 cilvēku dzīvības. Līdzīgs gadījums bija Itālijā ar Glēna aizsprostu, kas sabruka 1923. g. un kam par upuri krita gandrīz visi viena ciema iedzīvotāji. Protams, ka pilsētas iedzīvotāji, ja ūdens apgāde ir no tāda aizsprostojuma, palika bez ūdens. Liela daļa tādu katastrofu notiek neparedzētu dabas apstākļu dēļ, tomēr ir arī par iemeslu tas, ka nebija pietiekami izpētīti aizsprosta pamatojumi, vai būve nebija izvesta pietiekami rūpīgi. To ievērojot, nedrīkst ķerties pie aizsprosta projektēšanas, kamēr nav visi iepriekšējie izmeklējumi izdarīti un nobeigti. Lieka taupība izmeklēšanas darbiem būtu nevietā. Bet arī gatavu aizsprostu uzraudzība jāuztur ar sevišķu uzmanību, un vismazākie defekti laikā jānovērš.

Aizsprosta bojājumiem vai pilnīgam sabrukumam var būt šādi cēloņi: 1) nepietiekama grunts izmeklēšana un izpētīšana. Zem aizsprosta svara grunts var nevienādi sēsties, vai var izmirt ūdens spiediena iespaidā; līdz ar to var rasties sūce dambī un ierosināt tālākus bojājumus un sabrukumus; 2) nepietiekami labi būves materiāli; 3) nepareizi projektēts aizsprosta veids, un nepietiekami labi apsvērti projekta detaļi, kā pārgāzes izmēri un caurlaides nostiprinājumi, kā augšpus, tā leļpus aizsprosta; 4) nepietiekami labi un rūpīgi izdarīti būvdarbi; 5) nepietiekama uzraudzība gatavam aizsprostam un sūces neizlabošana, tiklīdz tā parādās.

Sevišķi augstu dambju būve uzliek lielu atbildību. To ievērojot, izteiktas domas, ka labāk taisīt vairākus zemus dambjus dažādās upes vietās, citu aiz cita, pie kam varētu arī sasniegt lielāku ūdens krātuvju koptilpumu. Tādas domas tomēr nav pietiekami pamatotas. Nemaz jau neievērojot to, ka vairāki dambji tā paša ūdens daudzuma uzkrāšanai izmaksātu vairāk kā viens, jautājums sarežģījas vēl ar to, ka

grūtāk atrast daudz noderīgu vietu nekā vienu pašu. Tomēr par nozīmīgāko te gan būtu jāuzskata tas apstāklis, ka viena dambja sabrukšanas gadījumā ciestu arī visi lejpusē atrodošies dambji, un tātad vēlmais mērķis nebūtu sasmiegt. Bet gan iespējams un pat vēlams, ja apstākļi labvēlīgi, aizsprostu izbūvēt nevis uz galvenās upes, bet gan uz pietiekām. Tas dod pietiekamu garantiju, ka viena aizsprosta bojājums nenesīs launumu arī visiem citiem.

Ievērojot sevišķi lielo dambju būvju svarīgo nozīmi, daudzu zemju inženieri par saviem piedzīvojumiem un pētījumiem apmainās pēdējā laikā nodibinātā starptautiskā «lielo dambju konferencē», tā veicinot lietas vislabāko atrisinājumu.

Aizsprostu taisa vai no zemes uzbērumiem (zemes dambjiem), vai masīvus. Zemes dambji lietojami zemiem aizsprostiem, ne augstākiem par 30 m. Augstākiem aizsprostiem jālieto masīvas būves. Pēdējās jāpamato uz klints, un tikai ļoti zemi aizsprosti, 5—10 m augstumā, ir būvēti uz cieta māla vai līdzīgiem zemes slāņiem, kamēr zemes dambjiem nav cieta klints nepieciešama. Masīvie aizsprosti gan parasti izmaksās dārgāk kā zemes uzbērums, tomēr tiem ir lielas priekšrocības pret pēdējiem, jo tos var statistiski pareizāk aprēķināt un tie ir izturīgāki par zemes dambjiem. Daudz gadījumos sastopamas arī zemes un masīvo būvju kombinācijas, taisot to daļu aizsprosta no mūra, kuņģa ietvertas speciālas būves: pārgāzes, dibens nolaišanas, zivju ceļi, plostu ceļi un t. l., kamēr pie šām būvēm piegulošos spārnus taisa no zemes uzbēruma attiecīgas konstrukcijas (Ķeguma aizsprosts).

Zemes dambji tātad taisāmi, kad nav cieta klints pamata masīviem dambjiem, vai tādi būtu sasniedzami tikai ierokoties lielā dziļumā. Izrādījies, ka arī zemes dambji var būt pietiekami izturīgi, ja tie uzbūvēti no šim mērķim noderīgiem materiāliem un tos rūpīgi uzrauga un uztur kārtībā. Temperatūra konstrukciju neiespaido, tāpat arī rajonos, ko piemeklē zemes trīces, uzskata zemes dambjus par vairāk piemērotiem nekā masīvās būves.

Zemes dambju šķērsgriezuma aprēķināšanu parasti neizdara, bet to pieņem uz praktisku piedzīvojumu pamata.

Dambja virsas platumu nosaka, ņemot vērā, vai virsai jānoder par braucamo ceļu, vai ne. Pirmā gadījumā pietiktu 7—10 m platumā, un parasti, ja to neprasa sevišķi apstākļi, arī vairāk par 10 m netaisa. Ja braucamais ceļš nav paredzēts, tad virsas platumu var pieņemt pēc Tomsona formulas, ja dambis augstāks par 3 m:

$$b = 3,00 + 0,3(h - 3,00)$$

kur b — platumš un h — dambja augstums, izteikti m.

Dambja virsa jāpācē pāri pār visaugstāko ūdens līmeni, lai izsargātos, lielos vilņos, no dambja virsas apdraudējuma, sevišķi ja vilņi gāztos pāri pār virsu. Vilņu augstuma aprēķinam Stefensons ieteic formulu:

$$H = 0,36\sqrt{D} + (0,76 - 0,27\sqrt{D})$$

pie kam H — domāts m un D — km — (uzstādījuma garums). Praktiski zemiem dambjiem un maziem ezeriem pieņem virsas augstumu 1 m pāri pār visaugstāko ūdens līmeni ezerā, kamēr lielākiem tas ir jāpieņem 1,5 līdz 2 m.

Nogāzes. Nogāzes slīpums atkarājas no berzes pretestības materiāla, t. i. no dabiskās nogāzes leņķa lieluma. Tas ir dažādiem materiāliem dažāds, un leņķis var būt 15° (ar ūdeni piesātināts māls) līdz 45° (mitrs smilšains māls). Vispārīgi berzes pretestība rupjgraudainam materiālam ir lielāka kā smalkgraudainam. Neliels mitruma daudzums parasti palielina berzes pretestību, bet liels ūdens daudzums to var samazināt stiprā mērā. Nogāzes slīpums tāpat jāizvēlas atkarīgi no uzbēruma materiāla rakstura, ievērojot tā ūdens saturu un arī aizsprosta nozīmi un lielumu. Zemiem dambjiem, līdz 10—15 m augstiem, nogāze var būt 1 : $1\frac{1}{2}$ līdz 1:3 ūdens pusē un 1: $1\frac{1}{2}$ līdz 1:2 leņķē. Augstos dambjus netaisa ar mazāku kritumu par 1 : $2\frac{1}{2}$, un apakšējā daļā pat noiet līdz 1 : 5, jo apakšējā daļā materiāls visvieglāk atmieš un noplūst. Augstiem dambjiem ar stāvām nogāzēm, piem., 1 : $1\frac{1}{2}$, jātaisa pakāpes (bermas), un arī pati nogāze jānostiprina (192. zīm.). Pakāpes jātaisa ar slīpumu 1:10 līdz 1 : 15, lai uz tām nesakrātos ūdens, kas iesūktos uzbērumā.

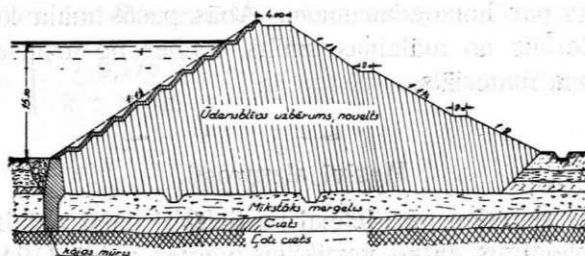
Nogāzes nostiprināšana ūdens pusē arvien vajadzīga, lai izsargātu uzbērumu no bojājumiem, no vilņu un ledus iedarbības. Apakšējo nogāzes daļu vislabāk aizsarga ar 40—50 cm stipru akmeņu uzbērumu, augšējo daļu turpretim nobruģē ar 30 cm stipriem akmeņiem, kas nolikti uz 20—25 cm biezas oļu vai šķembu kārtas. Ieteicams bruģa šuves aizliet ar cementa javu. Leņķē nogāzes ir stāvākas, un tās parasti nostiprina, lai vējš un lietus nebojātu. Ja nogāzei cauri nesūcas ūdens, to var aplikt ar velēnām, turpretim, ja jābaidās no sūces, tad velēnas neder, jo tās nošļūktu. Tādā gadījumā nogāze jānobruģē, šuves pildot ar sūnām.

Materiāli zemes dambju uzbēršanai jālieto cik iespējams vietējie, kuŗu pievešana nemaksātu dārgi. Bet ne katrs grunts materiāls var nodēt dambju uzbēršanai. Labākais materiāls ir vienmērīgs smilts, māla un grants maisījums, kur katra smilts daļiņa ir ietērpta mālā. Tāds materiāls satur ap 25—30% māla un nelaiž cauri ūdeni. Masa kļūst vēl blīvāka, ja aplej ar kaļķiem, kas iespiežas vismazākajās porās. Materiālā

nedrīkst atrasties stādu daļas un organiskas vielas, kas varētu pūt un tā padarīt uzbērumu neblīvu.

Uzbēruma pamatam vajag būt notīrītam no visām neblīvām vielām, kā saknēm, humusa un t. t. Nav jāaizmirst, ka pamata grunts nedrīkst būt no mazāk blīva materiāla, kā uzbērums. Ja pamatā tāda materiāla nebūtu, tad sliktais pamata materiāls ir jānovāc. Zemes uzbēršana notiek horizontālām kārtām, biežumā 20—30 cm, un katra kārta ir stipri jānoblietē, vislabāk ar smagiem motora kūleņiem. Ja uzbēruma materiāls ir sauss, tas jāsaslapina, lai to varētu blīvi pievelt. Slapināšanu izdara visvieglāk, ja aiz gatava uzbēruma ļauj ūdenim pakāpeniski sastāties. Sasalusi zeme uzbērumam neder.

Zemes dambju blīvums, to ūdens caurnelaidība, ir prasības, kas saistītas ar dambja labumu. Ja var visu uzbērumu panākt ar blīvuma ziņā drošu materiālu, tad mērķis vislabāk sasniegts. Tomēr ne visur iespējams sagādāt tādu blīvu materiālu, un jāiztiek pa daļai ar mazāk blīvu materiālu. Lai tomēr nodrošinātu dambja izturību, vienai dambja šķersgriezuma daļai jābūt pildītai ar ūdensblīvu materiālu, kamēr cita daļa var būt no mazāk blīva materiāla, un tā uzdevums tad ir sagādāt dambim vajadzīgo masu viņa stabilitātei. Noblīvēšanas paņēmieni ir dažādās zemēs dažādi. Francijas inženieri lieto savu paņēmieni ar nolūku neļaut nemaz ūdenim iespieties dambī, un tādēļ noblīvē ūdens puses nogāzi (192 zīm). Noblīvējumam lieto akmeņu bruģi cementa javā vai

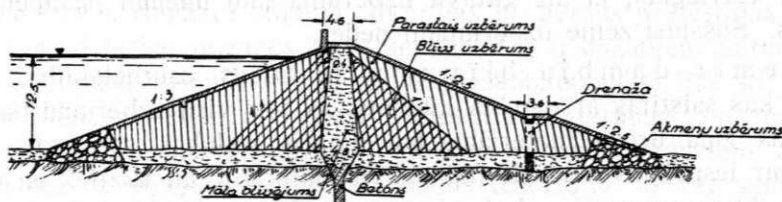


192. zīm. Aizsprosts pie «Charmes» (Francijā).

betona plātnes, vai masīvu betonu, vai ar kaļķpienu piesātinātu zemes slāni zem bruģa, vai mālu zem bruģa. Nogāze izveidota pakāpeniski, ik pa 2 m augstuma, kam uzdevums atvieglot izlabojumus. Par ļoti nozīmīgu prasību uzskata labu dambja pēdas savienojumu ar cietu pamata slāni. Lai to panāktu, pie dambja pēdas izrok grāvi līdz ūdensblīvai apakšgruntij, ietaisa stāvu betona mūri, kas balsta nogāzes bruģi, un pārējo grāvju daļu piepilda ar mālu. «Charmes» dambim (192. zīm.) ūdenspuses nogāze aplikta ar 3 m garām betona plātnēm, kas uz vietas izgatavotas. Šuves starp plātnēm atstātas 3 cm, tās apakšā pildītas ar mālu un no

virsas ar vāju javu. Tādā veidā cer panākt to, ka pie uzbēruma saplākšanas iespējamās plaisas šuvēs tomēr nevarētu iesūkt ūdeni.

Citu blīvuma sagādāšanas paņēmieni lieto angļu inženieri. Viņi ietaisa dambja vidū māla kodolu (193. zīm.), kas sniedzas no virsas līdz ūdensblīvai apakšgruntij. Kā piemēru var norādīt uz «Scout Dike» aizsprosta būvi, kas bija uzsākta 1926. g. (Šēfildas tuvumā). Ūdens puses nogāze 1:3, nobruģēta, un bruģis apakšā balstās uz akmens uzbēruma. Māla kodols ir virsū, 2,4 m un apakšā 4,8 m biezs, un guļ uz 1,5 m bieza betona pamata, kas ielaists klintī. Lejpuses nogāze ir 1:2,5, tajā ietaisīta



193. zīm. Aizsprosts «Scout Dike» (Anglijā).

viena 3,6 m plata berma. Nogāze un berma nolikta ar velēnām. Labai lejpuses nosusināšanai noder divas līmeniski liktas drenas, apakšā un augšā, kas savienotas ar statenisku drenu. Kā materiāls kodolam nodevējis tīrs ķieģeļa māls, kas labi izmīcīts ar mērenu mitruma saturu. Uz vietas materiāls nolikts plānās kārtās un stipri noblīvēts ar dzelzs blietni, tā kā pārvērsts par homogēnu masu. Abās pusēs māla kodolam novietots blīvs materiāls no mālaines smilts, kamēr no ārpuses uzbērts parastais uzbēruma materiāls.

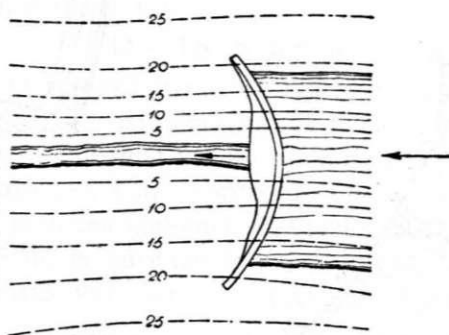
Masīvi aizsprosti.

Aizsprostus šķērsām pāri ielejai pa lielākaļ daļai netaisa taisnus, bet izveido sektorveidīgus, tātad vertikālas velves veidā (194. zīm.). Ar to sasniedz labumu, ka aizsprosts izturīgāks pret ūdens spiedienu, arī elastīgāks un nerodas tik viegli plaisas kā ūdens spiediena, tā arī temperatūras iespaidā. Aizsprosta mūra biezumu aprēķinot, izliekumu parasti neievēro, tātad tas dod zināmu rezerves drošību. Aizsprosta aprēķinā jāietver sekojošas prasības: tas nedrīkst a p g ā z t i e s, nedrīkst s l i d ē t uz sava pamata, un p i e p ū l e s atsevišķās mūra daļās nedrīkst p ā r s n i e g t p i e l a u j a m ā s. Parasti, ja mūris (ķieģeļu vai betona) atbilst pēdējām prasībām, tas būs arī pietiekami stabils attiecīgi pret abām pirmajām.

Aizsprosta mūra šķērsgriezuma pamatveids pēc Linka ir trijstūris, ar virsotni visaugstākā ūdens līmeņa augstumā (195. zīm.), ko pieņem

aprēķinam. Lai šķautņu piepūles samazinātu, tās izveido ar apakšā pieliktiem trijstūriem (AFG un BHJ); virsū vajadzīgs paplašinājums (CDE), satiksmes izveidošanai.

Uz aizsprostu iedarbojas sekojoši spēki: mūra pašsvars un ūdens spiediens. Pēdējais iedarbojas nevien uz stāvo mūra sienu, bet arī uz mūra apakšējo laukumu. Ar būvmechanikā pieņemtiem paņēmieniem tad



194. zīm. Aizsprosta virziens plānā.

aprēķina mūra izmērus. Konstruktīvi vēl noapaļo pamatveida stūrus un dabū pazīstamo aizsprosta veidu (196. zīm.). Parasti trijstūra pamats dod 70 līdz 75% no uzstādītā ūdens augstuma. Aptuvenu formulu iepriekšējām kalkulācijām dod Weyrauch's, pieņemot apzīmējumus pēc 196. zīm.:

$$m = \sqrt{\frac{0,176 t^3}{k + 0,106 \cdot t}}, \text{ ar noteikumu, ka } m \geq 0,6 t$$

un

$$n = 0,0031 \cdot \left(\frac{t}{k}\right)^4$$

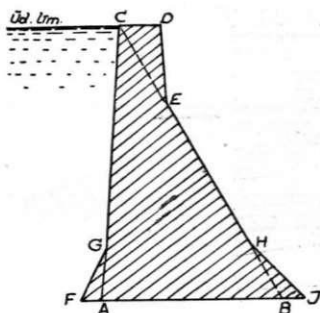
k — ir normālā spiedpiepūle — kg/cm^2 (piem., 12 kg/cm^2 , labāk pieņemt $8-9 \text{ kg/cm}^2$) un t — aprēķinam izvēlētais šuves dziļums zem ūdens virsas.

Pret slīdēšanu aizsprostu aizsarga ar pareizu uzbūvi uz klints-pamata, to labi ieguldot klintī. Drošība pret apgāšanos ir parasti pietiekama, kas ar aprēķinu tomēr jāpārbauda, vai spēku rezultante paliek vidējā mūra trešdaļā.

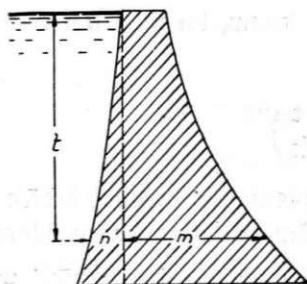
Jaunākā laikā aizsprostus taisa arī no dzelzs vai dzelzbetona. Konstruktīvā ziņā šādiem materiāliem pret vienkāršu mūri ir tā priekšrocība, ka tos var iekārtot arī stiepes piepūles uzņemšanai, kuŗu sevišķi augstos dambjos (50 m un vairāk) var radīt ūdens spiediens vai temperatūra.

Aizsprostu speciālas ietaises.

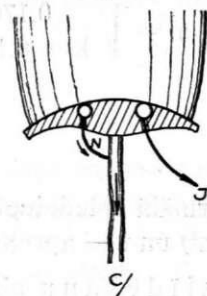
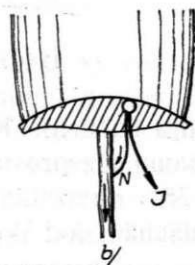
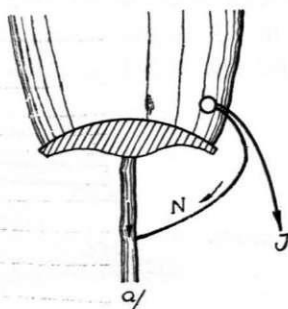
Ieņemšanas ietaise ūdens apgādei un uzstādīšanas dibens nolaišana. Katrs aizsprosts jāierīko tā, lai varētu nolaist uzstādīnāto ūdeni un nogulošās dūņas izņemt (piem., ar dūņu bagara palīdzību). Tam nolūkam ietaisa sevišķu dibens nolaidi (N—197.



195. zīm. Masīva aizsprosta pamatveids.



196. zīm. Izveidots aizsprosta šķērsriezums.



197. zīm. Ieņemšanas un noteces ietaises pie aizsprostiem.

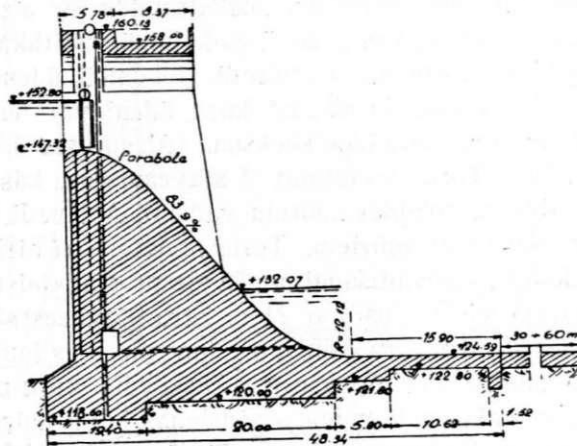
zīm.), kas tāpat kā ieņemšanas ietaise (J) var būt dažādi novietota (197. zīm.). Šādas ietaises var būt ievietotas sevišķā kanālī, kas izved caur aizsprostu abas kopā (b) vai katra atsevišķi (c), vai var būt novietotas apējot noslēguma mūri (a). Ieņemšanas un dibens nolaišanas cauruļu gali noslēdzami ar aizlaidņiem vai aizbīdņiem, un tos ievieto sevišķā

torņa veidīgā iebūvē. Ieņemšanas ietaises ieteicams arvien taisīt dubultas, lai vienas labojuma gadījumā nebūtu jāpārtrauc ūdens piegāde.

Aizsprostos jāparedz arī pārgāze, kas ļautu notecēt pārlietu lielumam pieteces daudzumam pa lielūdens laiku pavasarī vai pēc ilgāka lietus laika, t. i. tādām ūdenim, ko nevar izmantot saskaņā ar aizsprosta nozīmi. Pārgāzes var būt ietaisītas pašā aizsprostā, vai lieko ūdeni var novadīt ar atsevišķiem kanāliem gar abiem aizsprosta galiem. Pārgāzes aprēķināšanai noder formula (88. l. p.):

$$Q = 1,8 \cdot b \cdot h \sqrt{h}$$

Nolaižamais ūdens Q jānoskaidro ar vietējiem novērojumiem kā par pavasara ūdeņiem, tā arī par lielūdeņiem pēc ilgstoša, stipra lietus perioda. Kā aptuvenu pieturas daudzumu varētu uzskatīt 1 m^3 noteci no 1 km^2 laukuma, bet ir arī gadījumi, kad aizsprosta pārgāzes aprēķinātas ar 5 m^3 lielūdens no 1 km^2 pieteces laukuma. Pārgāzes pārteses augstumu h ņem lielāku par $0,5 \text{ m}$, ja pārgāze ir uz aizsprosta mūra, bet pie novadiem ārpus aizsprosta var pārteses augstumu pieņemt arī līdz 1 m .



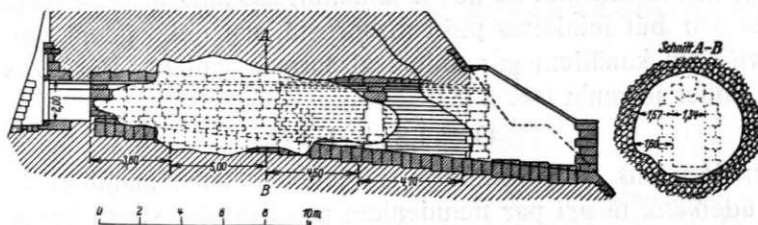
198. zīm. «Wilson» aizsprosts ar iebūvētu galeriju un ūdens nolaidi no tās.

Pārgāzes nogāzei leļpusē vajag būt taisītai no stipra akmens nobruģējuma, un pārtekošā ūdens atsišanās apakšā jāuzņem stiprai dibens konstrukcijai. Var uz nogāzes ietaisīt arī pakāpes un ļaut ūdenim krist kāskādēm, lai samazinātu tā krišanas sparū.

Konstruktīvā ziņā lielūdeņu pārgāzes izveidotas dažādi, pieskaņojoties vietējiem apstākļiem. Aizsprosta «Wilson» pie «Muscle Shoals» (Am.) ir ar tipiska veida lielūdeņu pārgāzi, pie kam apakšā zem ūdens nogāzes pret izskalošanu nostiprinājums ir 30—60 m garš (198. zīm.).

Dibena nolaidē noder gadījumam, ja uzstādītais ūdens nolaižams, bet pa daļai to var arī izmantot kā lielūdeņu caurlaides atvieglo-

jumu. Dibena nolaide ietaisa tuvu dibenam, bet ne pilnīgi pašā dibenā, lai tā neaizsērētu ar noguļšņiem. Dibena nolaide ietaisa vai nu caur pašu aizsprostu (199. zīm.), vai arī ar atsevišķu kanāli novada ārpus aizsprosta ietaises.



199. zīm. Dibena nolaide «Habras» aizsprostā.

Ūdens ieņemšanai ūdens apgādes mērķiem jānotiek no tāda dziļuma, kurā vislabākais ūdens. Ieteicams iebūvēt ūdenī sakarā ar aizsprosta mūri sevišķu vertikālu torni, kurā ūdens var ietecēt caur dažādā augstumā ietaisītiem nozarojumiem, noslēdzamiem ar aizbīdņiem. Tādā veidā var saņemt to ūdeni, kas zināmā gada laikā vistīrākais un ar labāko temperatūru. Tā piem., Komotavas pilsētā, Bohēmijā, ūdensvada krātuves aizsprostā ietaisīts betona tornis, no kura ūdeni var ieņemt 18,5, 22,5 un 26,5 m dziļumā zem pārgāzes sliekšņa. (Aizsprosta ūdens dziļums ap 29 m.) (200. zīm.) Tornī ievietotas 2 stāvcaurules, kas savienotas ar ieņemšanas un dibena nolaides cauruļu vadiem. Abi vadi ievietoti tunelī, kas vests cauri aizsprosta mūriem. Tornī ievietoti arī aizlaidņi abu vadu noslēgšanai. Lielūdens novadīšanai pie šā aizsprosta ietaisīts sevišķs apejas kanālis kreisajā ielejas pusē, ar 21 m garu pārgāzes sliekšni, kas aprēķināts lielūdens daudzumam 3 m³ no 1 km² pieteces laukuma. No pārgāzes ūdeni novada uz lejas apakšu par kaskādēm, kuru pakāpieni izveidoti no betona ar koka aplikumiem; sānsienas ir no mūra.

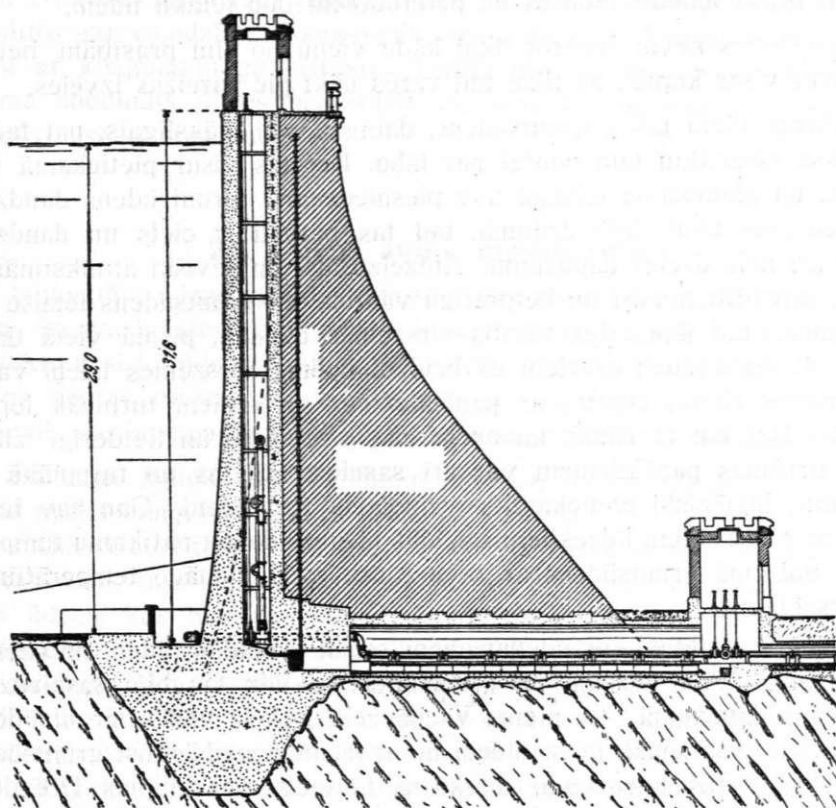
Izmaksas raksturs. Lielas mākslīgas ūdens krātuves izmaksā mazāk, rēķinot uz 1 m³ uzstādināta ūdens, nekā mazas. To ievērojot, lielas krātuves, kas uzkrāj vairāk ūdens kā vajadzīgs ūdens apgādei, ieteicamas, ja dod iespēju lieko ūdeni izlietot apūdeņošanas mērķiem vai kā spēka avotu elektrības centrālēm, vai arī kādām rūpniecības ietaisēm.

Aizsprostu būves izmaksa ļoti atkarīga no vietējiem apstākļiem. Aptuvenām kalkulācijām var noderēt formula, ieskaitot visus izdevumus (pēc Brix'a):

$$K (\text{Pf par } 1 \text{ m}^3 \text{ tilpuma}) = 10 + \frac{50}{\sqrt{J}}$$

kur apzīmēts ar J — uzstādinājuma tilpums miljonos m³.

Ūdens apgādes mērķiem paredzētā uzstādīnājuma ieteces rajons jātur pastāvīgi tīrs, jāizvairās no mēslojiem laukiem tuvumā, un vislabāk apkārtnē apstādāma ar labu mežu. Aizsprostam jāatrodas pastāvīgā uzraudzībā, un sevišķa vērība jāveltī būves blīvumam. Lielos aizsprostos iebūvētas galerijas blīvuma kontrolei (Ķeguma spēkstacijas aizsprosts). Pamanītie neblīvumi bez kavēšanās jānovērš, piem., plaisas aizlejot ar asfaltu vai iespiežot cementu.



200. zīm. «Komotau» aizsprosts.

Jāuzrauga arī ezerā ietecējušās pieteces, sevišķi to baktērioloģiskais stāvoklis. Pamanītie netīrumu avoti jāuzmeklē un jānovērš.

IV. Ūdens avotu izvēle un aizsardzība.

20. Avotu izvēle.

Iepazīnušies ar dažādiem ūdens apgādei atrodamiem ūdens avotiem un ar to īpašībām, nonākam pie jautājuma izšķiršanas, kurš ūdens avots dotā vietā ir pieņemamākš. Ja ir izvēle starp vairā-

kiem avotiem un nav jāpieņem vienīgais, ko dotā vietā iespējams izmantot, tad izvēle jāapsver no sekojošiem viedokļiem, un jāizvēlas tāds avots, kas:

- 1) dod lielāku ūdens daudzumu, tātad nodrošina arī lielāku patēriņa pieaugumu, ja nākotnē tāds izrādītos par vajadzīgu;
- 2) dod labāku ūdeni fizikālā, ķīmiskā un baktērioloģiskā ziņā;
- 3) labāk aizsargāts pret netīrumiem un kaitīgiem iespaidiem;
- 4) prasa lētākas ietaises un patērētājiem dod lētāku ūdeni.

Izvēloties nevar ievērot tikai kādu vienu no šīm prasībām, bet tās jāapsver visas kopīgi, un tikai tad varēs nākt pie pareizas izvēles.

Pirmā vietā jāliek gruntsūdens, dabīgais vai mākslīgais, pat tad, ja izmaksā neiznāktu tam pilnīgi par labu. Bet tas visur pietiekamā daudzumā un pietiekamā labumā nav piesniedzams. Gruntsūdens daudzreiz sasniedzams tikai lielā dziļumā, tad tas parasti ir ciets un daudzreiz satur arī lielu dzelzs daudzumu. Atdzelzošana un sevišķi atmīkstināšana prasa sarežģītu ietaisi un lietpratīgu vadību. Ja gruntsūdens ietaise nav iespējama, tad jāpiegriež vērība virszemes ūdenim, pirmā vietā dabiskiem un mākslīgiem ezeriem un beidzot upēm. Virszemes ūdeni vairāk vai mazāk rūpīgi jāiztīra ar paņēmieniem, ar kādiem turpmāk iepazīsimies. Bet jau te jāmin, ka ar pareizi izvēlētiem un lietderīgi izlietotiem tīrīšanas paņēmieniem var arī sasniegt, kā tas no turpmākā būs redzams, higiēniski pietiekami nevainojamu tīru ūdeni. Gan nav iespējams ar praktiskiem līdzekļiem sagādāt tādām ūdenim patīkamu temperatūru. Šai ziņā gruntsūdens ar savu cauru gadu vienādo temperatūru ir nepārspējams.

Daudzās vietās, kur ūdensvadiem senāk piegādāja ūdeni no ezeriem vai upēm, vēlāk pārgāja uz gruntsūdeni, tiklīdz tas bija sasniedzams vajadzīgā daudzumā. Tā, piem., Vācijā veltī jo lielu vērību gruntsūdenim un Berlīnē, kas senāk ņēma ūdeni no ezeriem, tagad iegūst gruntsūdeni. Pēc Diseldorfas ūdensvadu direktora Lange's diagrammas Drēzdenes higiēniskā izstādē, Vācijā 1929. g., ūdensvadi piegādāja pilsētām 2,4 miljardi m³ ūdens, no tiem bija vairāk par 70% — gruntsūdens, 14% — virszemes ūdens, 8% — avotu ūdens un vēl 8% no dažādiem avotiem. No gruntsūdens bija: 1/2 — īsta, dabiska gruntsūdens, 1/4 — no upes caur grunti caurtecējuša ūdens un 1/4 — īstā, mākslīgā gruntsūdens. No virszemes ūdeņiem bija: 1/2 — filtrēta upes ūdens, 1/3 — aizsprostu ūdens un pārējie — ezera ūdens.

No Latvijas pilsētām pirmā vietā ir Rīga, kas apgādāta ar gruntsūdeni no ūdens bagāta gruntsūdens slāņa, diluviālās smiltīs, Ropažu apkaimē. Ūdeni šobrīd piegādā 2 pumpju stacijas: Bukultu un Zaķu muižās, izmantojot ap 200 urbtas filtra akas un piegādājot pilsētai 50.000 m³

dienā. Citās pilsētās tik laimīgu apstākļu nav, un lielākai daļai būs jāapmierinās ar arteziskām akām, kas savāc ūdeni no devona dolomītu un smilšakmens slāņiem. Virsējais ūdens, kas uzkrājies nedzīļi zemē, pāri pār diluviāliem māla slāņiem, kā daudzuma, tā labuma ziņā nav noderīgs pilsētu apgādei. Jelgava iegūst ūdeni pa daļai no arteziskām akām, pa daļai ar gruntsūdeni pildītā Rujļa kalna, kuŗa ūdens daudzumu projektā paredzēts vēl papildināt ar Svētes upes ūdeni, tā apgādājot mākslīgu gruntsūdeni, ja tāds papildinājums sakarā ar iedzīvotāju pieaugumu izrādītos par vajadzīgu. Daugavpils saņem ūdeni no Daugavas, to nostādinot ar koagulantu un filtrējot. Tomēr pie tagadējā iedzīvotāju daudzuma nodomāts filtrus paplašināt vai izpētīt gruntsūdeņus vai ezeru ūdeņus pilsētas apkārtnē.

21. Ūdens avotu aizsardzība.

Izbūvētām ūdens apgādēs ietaisēm jānodrošina arī to kārtīga rīcība. Viens no svarīgākajiem jautājumiem ir nodrošināt ūdens avotam nemainītu uz slikto pusi kā ūdens devības daudzumu, tā arī ūdens labumu. Izpētījot ūdens avotus priekš izbūves, jāizpēti arī jautājums, vai no tiem arī turpmāk varēs sagaidīt pietiekama labuma, pietiekama daudzuma ūdeni.

Šai ziņā jāpieiet pie dažādiem avotiem dažādi. Istie avoti, kas izdod apakšzemes ūdeni, kuŗš satek pa iežu plaisām, ir visgrūtāk izpētījami. Ūdens ceļš te var būt ļoti tāls un grūti izsekojams. Iespējams, ka plaisas iznāk līdz zemes virsai un pa tām var ietecēt no zemes virsas tāds ūdens, kas nav pieļaujams ūdens apgādei. Tādā ceļā var ietikt apakšzemes ūdenī notekas no stalliem, atejas vietām un t. l., padarīdams apakšzemes ūdeni netīru, un turpinot savu ceļu pa klints plaisām vai slāņu starpām, var nonākt beidzot avota iztecē. Noskaidrots, ka tāds netīrs ūdens var būt cēlies no daudzu kilometru attālām vietām. Dažreiz plaisas piepildās ar sadrupšanas vai sairšanas produktiem, kas plaisas pilda it kā ar filtrmateriālu, un tad netīrais ūdens savā ziņā tiek iztīrīts, bet arvien tas tā nav. Tā kā netīrumu ietīšanas vietas grūti, dažreiz pat neiespējami atrast, tad tā ūdens labumam, kas no avota iztek, var sekot tikai ar ķīmisku un baktērioloģisku analīzi. Tā redzams, ka arī avotu ūdenim jābūt pastāvīgā ķīmiskā un baktērioloģiskā kontrolē. Līdzīgā stāvoklī atrodas arteziskās akas, kas arī ūdeni pa lielākai daļai saņem no kaļķakmens vai smilšakmens slāņu plaisām un tukšumiem. Turpretim seklākas filtraakas, kas ietaisītas virsējos aluviālos vai diluviālos vaļēju smilšu slāņos, šai ziņā ir vieglāk izpētījamas un līdz ar to arī vieglāk aizsargājamas. Vēl vieglāk var sekot virszemes ūdens gaitai un atrast viegli netīrumu cēloņus.

Aizsardzības līdzekļi pirmā kārtā jāvērs pret daudzuma samazināšanos. Daudzums var samazināties vai nu dabiskā ceļā, vai neprātīgi rīkojoties ar ūdens avotu. Dabiski iemesli ūdens daudzuma samazināšanai vai būt vai klimatiskas, vai vulkāniskas dabas. Ar klimata mainīšanos var mainīties nokrišņu daudzums, un tas arī iespaidos apakšzemes ūdens daudzumu. No zemes trīcēm gruntsslāņi var pieņemt citu daudzumu un virzienu. Tie ir apstākļi, ko novērst cilvēka griba izrādās par bezspēcīgu. Bet ūdens daudzuma samazināšanās daudzreiz atkarīga no neprātīgas un izšķērdīgas rīcības. Artezisku aku ūdenim, kas paceļas pāri zemes virsai, dažreiz ļauj bez vajadzības visu laiku iztecēt, tā samazinot tā krājumus apakšzemes tukšumos. Tādā kārtā var iespaidot nevien savas akas izteci, bet arī apkārtņē atrodošās akas. Arī gruntsūdens akas var ietekmēt apkārtnes akas. Var secināt, ka ar gruntsūdeni jāapietas saudzīgi.

Ūdens labuma aizsardzībai paredz sevišķas aizsardzības joslas, kurās jāievēro attiecīgie līdzekļi. Īstenībā jāizšķir 2 aizsardzības joslas: viena šaurāka, otra platāka, un dažreiz vēl trešā attālākā josla. Zem šaurākās joslas jāsaprot tā, kurā var notikt gruntsūdens labuma iespaidošana no ārējiem apstākļiem. Labumu bojā dažādas organiskas vielas un baktērijas, sevišķi patogēnās baktērijas, bet dažreiz arī neorganiskās vielas var iespaidot ūdens labumu, sevišķi no fabrikām, kas strādā ar veselībai kaitīgām vielām. Katrs ūdens, kurā var ietikt patogēnas baktērijas, ir jau no higiēniskā viedokļa tieši nebaudāms, iekams nav izlietoti līdzekļi, kas to padara nekaitīgu. Mēģināts noskaidrot, cik dziļi zemē var iespieties baktērijas un cik tālu ceļu viņas, ietikušas gruntsūdenī, var noiēt. Šai virzienā izdarījuši pētījumus Kabrheļ's, Gārtner's un citi higiēnisti. Uz šādu pētījumu pamata var secināt, ka, tikai no lielāka dziļuma ņemot gruntsūdeni, var cerēt iegūt tīru bezdīgļu ūdeni. Kā tādu dziļumu varētu uzskatīt 5—6 m, bet labāk, ja pieturas pie 7—8 un pat 10 m, pat pie ne visai rupjas smilts. Plaisās, protams, inficēts ūdens var ietikt arī lielākā dziļumā. Tātad ieņemt akā gruntsūdeni no seklāka slāņa nav ieteicams, sevišķi, ja vietējo apstākļu novērojumi norāda, ka zemē varēja iesūkties ūdens ar cilvēku un dzīvnieku izkārnījumu vielām. Ļoti daudz gan atkarājas no grunts rupjuma un rakstura. Vēlami tādi apstākļi, kur slāņi, no kuŗa gruntsūdeni ieņem, pārklāj māla slānis, kas aiztur no iesūkšanās nevēlamo virszemes ūdeni, kuŗš satur visādus netīrumus.

Otrs jautājums ir, cik tālu netīrumi var aiztecēt ar gruntsūdeni tā tecēšanas virzienā, t. i., cik tālu gruntsūdens ieņemšanas vieta jāattālina no tās vietas, kur zemē varēja ietikt netīrumi, starp citu patogēnas baktērijas un vispārīgi slimību dīgļi. Pētījumi norāda, ka ir gadījumi,

kad pat pie smalkas grunts akās, kas atrodas līdz 50 m lejpus netīrumu iesūkšanās (piem., stalla šķidrums), atrastas ar gruntsūdeni ienestas baktērijas. Leipcigas higiēniskais institūts uz daudzkārtīgu pētījumu pamata ieteic ņemt vērā pat 100 m. To pašu atradis arī Springfilds, un pēc viņa domām, tikai 100 m attālumā no netīrumu ieskalošanas vietas var sagaidīt baktēriju izžušanu gruntsūdenī. Tātad 50—100 m attālumā no akas nedrīkst atrasties atejas bedres, vircas bedres un t. t.

Ievērojot minētos novērojumus, šaurākās aizsargjoslas robežas nosakāmas ar ne mazāk kā 50—100 m attālumu no akas vai vairāku aku rindas, ja ieņemšanas ietaise pastāv no lielāka skaita aku, ietaisītu vienā līnijā, perpendikulāri gruntsūdens tecēšanas virzienam. Šai joslā nedrīkst ietikt nekādi netīrumi, un var ieteikt to iežogot, lai neviens cilvēks, ne lops nevarētu tajā ietikt un uzturēties. Daži pētnieki pat paplašina šo prasību tik tālu, ka vēlas, lai arī pieejai pie akām caur šo joslu būtu ietaisītas ūdensblīvas ejas. Pati josla nedrīkst būt apņemta ar tādiem stādiem un kokiem, kuŗu saknes iet dziļi zemē, jo līdz gruntsūdens tuvumam pie saknēm mēdz turēties baktērijas un citi organismi. Bet gan vēlams, lai aizsargjosla būtu pārklāta ar zāli, jo tā noblīvē virsu. Tādas ļoti stingras prasības gan var dažā ziņā mikstināt, sevišķi gadījumos, kad gruntsūdens līmenis atrodas dziļāk par 10 m, tad arī koki var atrasties aizsargjoslā. Protams, ka apdzīvotas vietas vai mēsloji laukumi nav pielaujami.

Virszemes ūdens noteces jāvirza nost no aizsargjoslas, un ja tās jāpārvada pār aizsargjoslu, tad tas jāizdara ar teknēm vai kanāļiem, kuŗiem sienas un dibens nelaiž cauri ūdeni. Arī no virszemes ūdens tvērtņēm: upēm un ezeriem, stingri ņemot, ieņemšanas līnijai jāatrodas vismaz 50—100 m attālumā, skaitot tos no pavasara ūdens vistālākās izplūšanas robežas un ievērojot vietējos ģeoloģiskos apstākļus. Ja augšpus aku līnijas atrodas notekūdens tīrīšanas ietaises, to attālumam jābūt vismaz $\frac{1}{2}$ km.

Ar šaurāku aizsargjoslu vien vēl gruntsūdens nav pilnīgi droši izsargāts no dažādiem netīrumiem, vajadzīga vēl plašāka novērošanas josla, kas dotu iespēju vēl drošāk izsargāt ūdens apgādes avotu. K a b r h e l's atrod, ka minētais aizsargjoslas platums 50 m būtu jāreķina ārpus depresijas radija. Kā zināms, nopumpējot akā ūdeni un pazeminot tajā ūdens līmeni, arī akas apkārtņē pazeminās ūdens līmenis līdz zināmam attālumam, depresijas rādijam, un griezumā dabūjam gruntsūdens līmeni zināmas līknes, depresijas līknes, veidā, kuŗas zemākā vieta ir pie akas un kuŗa zināmā attālumā paceļas praktiski līdz neaiztiktam ūdens līmenim. Depresijas rādijs atkarīgs no nopumpētā ūdens daudzuma un no grunts īpašībām, un, zināmu ūdens daudzumu

nopumpējot, var sasniegt līdz 1 km un pat vairāk. Lejpus akām depresijas radijs ir īsāks. Šinī ūdens pietecēšanas iespaida rajonā notiek grunts graudiņu pārgrupējums, jo gruntsūdens caurteces dzīvgriezums līdz ar liknes kritumu samazinās un caurteces ātrums palielinās. Tādā ziņā filtrācijas noteikumi šai joslā pasliktinās un netīrumi var tikt vieglāk skaloti uz priekšu un vieglāk nonākt akā, nekā pie nemainīta gruntsūdens līmeņa. Ievērojot higiēnas prasības, ka viss tas jānovērš, no kā varētu celties šaubas, vai nevar ūdenī ietikt kādas baktērijas, plašākai novērošanas joslai jābūt vismaz 1 km augšpus aku rindas un ap 0,5 km lejpus aku rindas. Šādā plašā aizsargjoslā nedrīkst atrasties saimniecības, kuŗās varētu uzkrāties mēsli un citi organiski netīrumi lielākā daudzumā. Vislabāk ir, ja šī josla pārklāta ar mežu. Apstrādāti lauki būtu iespējami, bet tie tad jāmēslo ar mākslīgiem, bet ne ar stajļa mēsliem.

Augšā minētie skaitļi par aizsargjoslu plašumu katrā atsevišķā gadījumā jāpārbauda, ievācot lietderīgus norādījumus no ģeologiem, hidrologiem, higiēnistiem un inženieriem. Tādā ceļā arī jāiegūst norādījumi, kādā stāvoklī jāuztur aizsargjoslas un kas tajās jādara, lai ūdens piegādes nodrošināšana kā kvantitātes, tā kvalitātes ziņā būtu pilnīga.

No dažām fabrikām var gruntsūdeni nonākt dažādas nevēlamas un pat kaitīgas neorganiskas vielas, un tādēļ tādas fabrikas, kas izlaiž skābes, sārmus vai indīgas vielas (piem., krāsotavas), jāattālina vismaz ap 2 km no ūdens ieņemšanas akām. Tātad būtu vēl trešā attālākā aizsardzības josla ar robežu vismaz 2 km augšpus aku rindas.

Atzīstams arī, ka aizsargjoslu nozīme tikai tad var pilnā mērā attaisnoties, ja tās atrodas ūdensvadu pārvaldes pārziņā. To ievērojot pilsētas, kas apgādātas ar gruntsūdeni, ir ieguvušas savā īpašumā attiecīgus gruntsgabalus. Tā, piem., Rīga, atzīstot, ka aizsargjoslai jābūt vismaz 1 km augšpus un 0,5 km lejpus aku līnijas, ieguvusi plašākus laukumus apmaiņas ceļā no valdības, lai nodrošinātu šādas aizsargjoslas. Leipciņas pilsētas Naunhofas aku līnijai (piegādā 30.000 m³ dienā) aizsargjosla ir augpusē 600 m, lejpusē 300 m, bet ievērojot to, ka ar šo joslu vēl robežo valsts mežs, aizsargjoslas visu platumu var novērtēt ar 2.300—2.600 m. Otrai aku vietai Kanicā (50.000 m³) ir aizsargjosla 714 m, tātad vairāk par 2.500 m, un aku rinda atrodas no Muldes upes 300 m attālumā. Sevišķi vēl noteikts, ka šaurākā joslā, 100 m uz katru pusi no aku rindas, drīkst lietot tikai mākslīgus mēslus.

Karlsruhe paredz aizsargjoslas saskaņošanu ar depresijas piltuves lielumu, kas savukārt atkarīgs no tā gruntsūdens daudzuma un saņemšanas lieluma, kas ir rīcībā. Pie vietējās grunts, kas sastāv no rupjas grants, kuŗa no virsas pārsegta ar 2—3 m biezu smalku smilti un pār to ar 1/2 m biezu māla slāni, un pie 43.000 m³ iegūšanas ar

14 akām, aizsargjosla noteikta ap 400 m plata. Diseldorfa atrodas rūpniecības rajonā, un noskaidrojies, ka fabriku notekūdeņu, skābju, sārmu un t. t. iesūkšanās zemē iespaido gruntsūdens ķīmisko sastāvu ar paaugstinātu cietību, dzelzs un mangāna pieaugumu un t. t. Tāds iespaids novērots šai pilsētā pat lielākā attālumā un tādēļ vēlams, lai aizsargjosla būtu 1—2 km no ieņemšanas līnijas. Ja šādā joslā nebūtu iespējams pilnīgi noliegt apbūvi, tad jāgādā par sistematisku notekūdens novadīšanu. Šaurākā aizsargjosla domāta 200 m, ja gruntsūdens atrodas dziļāk par 4 m, ja ir no virsas māla pārklājums $1\frac{1}{2}$ —2 m. Šajā joslā nav pieļaujama apbūve, nav pieļaujama arī mēslošana ar stajļa mēsliem, cauri joslai nedrīkst būt publiski ceļi, un josla jāapstāda ar meža kokiem vai ar labu pļavu. Diseldorfas aku rinda atrodas 50 m tālu no Reinas upes, un pilsētas īpašumu lielākā attālumā no akām ir plašāka aizsargjosla, kas izmantota lauksaimnieciski, kamēr tuvākā apkaimē ir zāles laukums un aku rinda uz visām pusēm iežogota 30 m attālumā no akas, un tur visa satiksme noliegta. Jāņem vērā, ka gruntsūdens te ir 7—10 m zem zemes virsas un pārklāts ar 1,50 m biezu māla kārtu, jo citādi iežogojums nevarētu būt tik tuvu. Ūdens ir labs, izņemot Reinas upes pavasara plūdu laiku, kad dīglu skaits arī no akām saņemta ūdenī pieaug. Tādā gadījumā ūdeni chlōrē ar 0,18 g. Cl/m³ ūdens, ar ko sasniedz praktiski ūdeni bez baktērijām.

Šaurākajā aizsargjoslā var būt novietotas tikai ēkas, kas vajadzīgas pašai ūdensvada iestādei: pumpētava, tīrīšanas ietaises un t. l. Dzīvokļi iestādes darbiniekiem, ja tādus nevar novietot ārpus joslas, jāizbūvē, ievērojot visas stingrākās sanitārās prasības, iekārtojot sanitārās labierīcības un novadot notekūdeņus nost no aizsargjoslas. Būves jānovieto leļpus no aku līnijas. Arī mājas iedzīvotājiem, kas uzturas šādās aizsargjoslās novietotās mājās, jāpadožas stingriem sanitāriem noteikumiem, un apmeklētājus drīkst pieņemt tikai ar iestādes pārvaldes organu ziņu.

Arī plašākā aizsargjoslā būves pieļaujamas tikai ar sanitārās uzraudzības ziņu, un tās iedzīvotājiem un to saimniecībai jāpadožas sanitārai uzraudzībai. Tāpat arī trešās visplašākās aizsargjoslas iestādēm, fabrikām un apdzīvotām vietām jāpadožas speciālās sanitārās uzraudzības prasībām.

Atklāto ūdens tvertņu, kā ūdens apgādes avotu, aizsardzība saistīta ar plašiem līdzekļiem. Plašākā rajonā notekūdenim, kurš varētu iespaidot kā daudzuma, tā labuma ziņā ūdens ieņemšanas vietu, jāatrodas pastāvīgā tehniskā un sanitārā uzraudzībā. Atsevišķās zemēs ūdens avotu aizsardzība rēgulēta ar sevišķiem likumiem.

Ūdens apgādes ietaises jāaizsarga arī pret bojājumiem no gaisa. Mūslaiku augstā aviācijas attīstība ietekmē arī līdzekļus, kas ievērojami

ūdens apgādes ietaises projektējot, izbūvējot un ekspluatējot. Tādi līdzekļi uzrādīti noteikumos un pretgaisa aizsardzības iestāžu priekšrakstos. Ievērojot to, ka daudzas prasības var izpildīt racionāli izveidojot attiecīgās būves, nebūs lieki pievērst uzmanību galvenām prasībām šai virzienā. Līdzekļiem jābūt tādiem, kas sevišķi nesadārdzinātu būvi, izņemot sevišķi svarīgus vietējos apstākļus. Līdzekļu galvenā nozīme, protams, ir nodrošināt ūdensvadu (tāpat kā kanalizāciju) pret uzbrukumiem no gaisa, pie kam jāievēro, ka uzbrukumā var tikt lietotas gan sprāgstošas, gan dedzinošas vai ķīmiskas un baktērioloģiskas bumbas. Pirmā gadījumā aizsardzība var būt virzīta pret bumbu caursīšanu (ievērojot zināmu bumbas svaru) vai pret bojājumiem no kāda blakus objekta šķēpelēm. Ūdens apgādes ietaises jāaizsargā pret šādiem iespējamiem bojājumiem: ūdens saindēšanu un inficēšanu, kā arī būvju un mašīnu bojājumiem kā pašai ūdensvadu ietaisei, tā arī tās tuvumā. Tālāk jāparedz iespēja sagādāt pilsētai daudz ūdens ugunsgrēku dzēšanai, izmantojot šim mērķim visus pieejamos dabiskos virszemes ūdens avotus, kā arī mākslīgas krātuves. Jāparedz ūdens apgādes ietaišu katastrofālu bojājumu gadījumā iespēja iedzīvotāju lietošanai saņemt kaut samazinātu patēriņa daudzumu, piem., nekanalizētās pilsētās 5—10 l, bet kanalizētās 15—25 l uz katru iedzīvotāju dienā. Masu ugunsgrēku izcelšanās gadījumiem jāparedz pašās ēkās dzēšanas iespēju noorganizēšana ar vajadzīgiem dzēšanas rīkiem un līdzekļiem: smilti un ūdeni.

Ūdens apgādes nodrošināšanai ļoti noderīgi lietot dažādus ūdens avotus, lielākā atstatumā citu no cita, bet cik iespējams tuvu patērētājiem. Šādām prasībām atbilst dziļas artēziskas akas, kuņas saindēt vai inficēt praktiski grūti. Derīgi ir galvenās būves (ūdens ieņēmēju, pumpētavas, filtrus, galvenos izvadus, rezervuārus) taisīt dubultus dažādās vietās. Jāparedz arī visur attiecīgās vietās rezerves daļas ātrai izlabošanai. Bez tam galvenās būves jānovieto tā, lai tās būtu cik iespējams maskētas ar apkārtnes ainavu.

Pumpētavas, un sevišķi mašīnu novietnes, jāiekārto tā, lai būtu aizsargātas no bumbu šķēpelēm, ēku sagruvumiem un arī tieši no bumbu trāpījumiem. Personāls jāapgādā ar pretgāzu maskām un ar patvertnēm. Ēkām jābūt iekārtotām ar pārklājumu, kas aiztur uguni. Mašīnu agregāti jānovieto tā, lai bumbas tiešais trāpījums neapturētu darbību vairāk kā 50% agregāta, sadalot svarīgākos gadījumos telpu 2 nodalās ar dzelzbetona starpsienu. Tāpat arī aizlaidņi un izejas vadi jānovieto tā, lai vismaz daļa no tiem paliktu darba spējīgi. Pumpētavas apgāde ar elektrību arī tā jānovieto, lai funkcionētu bez pārtraukuma. Elektrības piegādes pārtraukuma gadījumos jāparedz savs patstāvīgs spēka avots (dīzelis).

Tīrīšanas ietaises derīgi nodalīt patstāvīgās sekcijās. Savienošanas vadi jānovieto vismaz 30 m attālumā cits no cita. Bez būvju aizsardzības jāievēro arī tas, ka vaļēji ūdenslīmeņi var ciest no indīgām gāzēm. Jāparedz tīra ūdens rezerves krājums gadījumā, ja tīrīšanas ietaises būtu jāizslēdz. Tāda izslēgšana obligāta, ja ūdens avots būtu saindēts.

Galvenie ūdens pievadi pilsētai, skaitā ne mazāk kā 2, jānovieto cik iespējams tālāk cits no cita (30—50 m) un jāsavieno savā starpā ik par 1—3 km, pie kam savienojumi un aizlaidņi var būt samazināta diametra (var samazināt, piem., $d = 300$ mm uz 50 mm, $d = 400$ mm uz 100 mm u. t. t.), lai ietaisi veltī nesadārdzinātu.

Ūdensvada tīklu pilsētā liek normālā dziļumā, bet tas jāizveido pēc cirkulācijas sistēmas, sevišķi nozīmīgi mezgli jāaizsarga atsevišķi. Aizlaidņi tīkla daļas noslēgšanai jānovieto tā, lai vienā laikā nebūtu izslēgti vairāk kā 3 hidranti.

Ūdens avota saindēšanas gadījumā ūdens apgāde jānokārto no tvertnēm, kas ierīkotas kā galveno ietaišu rajonā, tā arī vairāk vietās apgādājamā teritorijā pie galveniem vadiem. Tādi rezervuāri jāizbūvē cik iespējams aizsargāti pret gaisa uzbrukumiem, tāpat arī pret ūdens iztecēšanu, ja satricinājums radītu kādu bojājumu vai plai-

sas. Ūdens krātuves jānovieto maskētā vietā. Iekāpšanai noder ar cietu vāku noslēgta lūka. Jāparedz arī aizsardzību pret saindēšanu, iebūvējot attiecīgu ventilāciju ar gāzu filtru. Sevišķi ar pretuguns nolūku, atsevišķām iestādēm un rūpnīcām, noder no vietējā ūdens avota pildītas tvertnes. Ūdens sadalīšanai no tādas tvertnes var noderēt vietējā pneimatiskā sistēma. Ūdenstorņu tvertnes arī cik iespējams jāizsarga pret bojāšanos, vislabāki ir dzelzbetona torņi uz kolonnām. Jāparedz apejas vadi, lai avarijas gadījumā varētu torni izslēgt, nepārtraucot ūdensvadu sistēmas darbību.

Mājas iekšpusē jāparedz rezerves ūdens uzkrāšana sevišķās tvertnēs, kas novietotas apakšējā stāvā, kā arī bēniņos, lai sagādātu vajadzīgo spiedienu ūdens lietošanai. Pēdējā gadījumā tvertnei jābūt uzticami sastiprinātai ar ēkas konstrukciju. Mājas rezervuāram apakšējā stāvā iespējams ūdeni piegādāt ar autocisternu; tādā gadījumā ērtai cisternas pievienošanai pie rezervuāra jāparedz nozarojums ārpus sienas.

Bez visa minētā jāparedz pārvietojamas ietaises kā vadu labošanai, tā arī ūdens piegādāšanai bojāto vietu vajadzībām.

V. Ūdens tīrīšana un uzlabošana.

22. Tīrīšanas un uzlabošanas mērķis un uzdevumi.

Senāk ūdeni ņēma lietošanai tādu, kāds bija dabūjams dabiskā veidā. Mūsdienu tehnika un higiēna prasa, lai ūdens sastāvs pieskaņotos vajadzībām, un ja dabā ūdens ar attiecīgām īpašībām nav dabūjams, tad tas jātīra vai jāuzlabo, kā tas katrā atsevišķā gadījumā izrādītos par vajadzīgu.

Ar ūdens tīrīšanas jēdzienu jāsaprot visi tie līdzekļi, kas ūdeni pilnīgi vai daļai atbrīvo no higiēniski apšaubāmām vielām, dažreiz tās pārvēršot citās vielās, kas ūdens labumu nepasliktina. Ar ūdens uzlabošanu vēlas citādi lietojamam ūdenim noņemt tā smaku, nokrāsu un garšu. Lai pieskaņotu attiecīgās metodes ūdens novēršamām īpašībām, inženierim jāiegūst attiecīgie norādījumi no ķīmiķa un biologa par novēršamo vielu raksturu.

Vielas, no kādām ūdens jāatbrīvo, var sagrupēt sekojoši:

1. Suspendētās vielas vai nešķīdināti mehāniski piemaisījumi, ko var sadalīt 2 daļās:

- neorganiskās: zemes daļiņas, smiltis, putekļi un t. t.
- organiskās: stādu un dzīvnieku dzīves procesu atkritumi un mikroorganismi (sīkbūtnes); kopā, tā saucamais, planktons un baktērijas.

2. Šķīdinātās vielas, kas arī var būt: a) neorganiskas un b) organiskas. No šķīdinātām vielām ūdens apgādes technikā vislielākā nozīme: kaļķim (ūdens cietība), dzelzij, mangānam, chlōram, skābēm un gāzēm.

3. Koloidālās vielas: a) neorganiskās un b) organiskās. Sevišķi šīs vielas dara ūdens uzlabošanu nepieciešamu, jo tās iespaido ūdens duļķainumu vai nokrāsu.

No metodēm, ko lieto, lai nevēlamos ūdens piemaisījumus dabūtu nost no ūdens, parasti lieto sekojošās:

Suspendētās vielas, cik iespējams, atšķir vispirms ar nostādināšanu, zināmos gadījumos ar ķīmiska reaktīva, koagulantā, piejaukšanu. Pilnīgāk tad vēl suspendētās vielas un baktērijas atšķir ar filtrāciju.

Šķīdinātās vielas, kuŗu starpā galvenā kārtā ir minerālas, atšķir no ūdens ar to, ka to ķīmisko sastāvu pārvērš par nešķīstošām vielām, kas tad no ūdens atdalās tāpat kā suspendētās. Tādā ceļā no ūdens nodala dzelzi, mangānu un kaļķi ar metodēm, kuŗas nosauksim par atdzelzošanu, atmangānošanu un atmīkstīnāšanu. Chlōridus nav izdevies tādā ceļā atšķirt. No agresīvām skābēm ūdeni atbrīvo ar atskāblošanu.

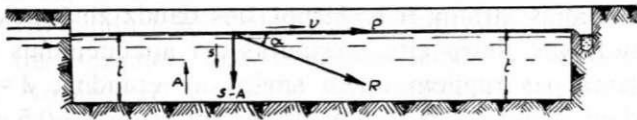
Ūdens tīrīšanas procesā, ūdens šķīdumā ienāk dažas jaunas minerālas vielas, kas tomēr ir mazāk ļaunas kā pirmatnējās. Sevišķi tas notiek ar koloidālām vielām, starp kuŗām visievērojamākās ir humusveidīgās vielas, kas ar uzlabošanas paņēmienu tiek pārvērstas citās vielās, kā tas turpmāk būs redzams (420. l. p.).

Dzīvus organismus un viņu dzīves atkritumus atšķir tai pašā ceļā kā nedzīvās suspendētās vielas. Ja šis paņēmiens vien nenoņem mērķa, tad organismus iznīcina ar tādām vielām, kas tiem kaitīgas. Tāda baktēriju iznīcināšana ir dezinfekcija vai sterilizācija. Baktērijas var iznīcināt arī ar to, ka to attīstīšanos aptur, atņemot viņām vajadzīgās uzturas vielas. Dezinfekcijas vai sterilizācijas paņēmieni ir: ūdens novārišana, chlōrēšana, ozonēšana vai ar ultravioletiem stariem.

Praktiski ūdens tīrīšanu izdara, kā turpmāk būs redzams, ar dažādu procesu kombināciju. Metodes izvēle atkarīga it sevišķi no ūdens rakstura. Ja piem., upes ūdens, ir citādi tīrs, bet tam piemaisījušās rupjas smilšu daļiņas, kā tas piem., ir kalnu upēs, tad var pietikt ar vienkāršu nostādināšanu. Ezera ūdeni, ja tas citādi skaidrs, tik tajā atrodas organismi, var uzlabot ar dezinfekcijas līdzekļiem. Ja ūdens turpretim ir duļķains, dzeltāns nokrāsas, satur daudz organisku vielu un baktēriju, tad bez nostādināšanas, ko pabalsta ar koagulantu, vajadzīga vēl priekšfiltrācija, pēc tam lēna smilšu filtrācija vai ātrfiltrācija ar sekojošu pārchlōrēšanu un atchlōrēšanu uz aktīvu ogļu filtra.

23. Nostādināšana.

Upes ūdens satur lielākā vai mazākā daudzumā ieskalotas lielākas vai mazākas, vieglākas vai smagākas suspendētās vielas. Samazinot ūdens tecēšanas ātrumu, lielākā daļa no šīm vielām nogulstas, un proti, tās, kuŗu krišanas ātrums ir lielāks par vielas uz priekšu raujošo ātrumu. Iedomāsimies, ka vielu izkrišanā ir nozīmīgi 3 spēki (201. zīm.): sma-



201. zīm. Vielu izkrišanas schēma.

guma spēks S , uz priekšu bīdītājs spēks, ūdens kustības ātruma ierosināts, $P = S \cdot \frac{v^2}{2g}$, un beidzot uz augšu spiedējs spēks A , kas atkarīgs no suspendēto vielu lieluma (tilpuma). Ūdenim tekot horizontālā virzienā, šo spēku rezultante ir:

$$R = \sqrt{(S - A)^2 + \left(\frac{S}{2g} \cdot v^2\right)^2}$$

Ar to var arī aprēķināt nostājušos daļiņu krišanas virzienu:

$$\tan \alpha = \frac{S - A}{\frac{S}{2g} \cdot v^2}$$

Vielu krišanas ātrumu s pētījis Dr. Ovens un uzstādījis formulu:

$$s = 0,9 \sqrt{d(f - 1)}$$

kur nozīmē s — krišanas ātrumu — m, d — graudiņu diam. — mm un f — graudiņu īpatnējo svaru.

Pēc *Stokesa* vielu izkrišanas ātrumu var izteikt ar formulu:

$$s = \frac{1}{18} \cdot \frac{\gamma_1 - \gamma_0}{w} \cdot d^2 = C \cdot d^2$$

Iedomājoties daļiņas lodveidīgas ar diametru d un apzīmējot ar γ_1 — vielas un γ_0 — šķidruma īpatnējo svaru un w — koef., kas atkarīgs no šķidruma valkanības. Tātad izkrišanas ātrums tieši proporcionāls daļiņu diametra kvadrātam. Ūdens valkanība atkarīga no temperatūras, un vielu izkrišana aukstā ūdenī (ziemā) notiek lēnāk kā siltā (vasarā). Ja ar t —

apzīmē ūdens temperatūru, tad vielu izkrišanas ātrums ir apmēram proporcionāls lielumam $\frac{t+23}{23}$. Pēc A s t a p o v a koef. C lielums pie $t = 10^{\circ}\text{C}$, destillētā ūdenī ir 705, izteicot s un d — milimetros.

Vispārīgi vielu krišanas ātrums atkarīgs no tā lieluma, svara un veida un arī no ūdens vākanības (viskozitātes). Apaļi graudiņi nogulstas ātrāk kā tādi ar nelīdzienām formām. Koloidālās vielas ir tik smalkas, ka tās var nogulties tikai pieķeroties pie citām vielām.

Ar vielu krišanas ātrumu ir nodarbojušies daudz zinātnieku. Minams H a z e n s (Am.), kas, starp citu, uzstādījis arī apzīmējumus smilšu šķīrām, nosaukdams par rupjiem oļiem smiltis ar graudiņu $d = 2$ mm un vairāk, smalkiem oļiem — 2—1 mm, rupju smilti — 1—0,5 mm, vidēju smilti 0,5—0,25 mm, smalku smilti 0,25—0,1 mm, ļoti smalku smilti 0,1—0,05 mm, dūņām 0,05—0,01 mm, smalkām dūņām 0,01—0,005 mm, mālu 0,005—0,001 mm, smalku mālu 0,001—0,0001 mm un koloidālu mālu, smalkāku par 0,0001 mm.

S t e u e r n a g e l's, Ķelnē, izdarījis pētījumus 1901.—1902. gadā ar notekūdens nostādināšanas apstākļiem. Vispirms tas novēroja krišanas ātrumu stāvošā ūdenī, izlietodams tam stikla kvadrātiskas kolonnas $0,4 \times 0,4$ m un ūdens dziļumu 2,5 m. Pēc trauka piepildīšanas ar izpētījamo ūdeni ņēma paraugus no 2 m dziļumā un atrada šādu atkarību starp noguluma vielu daudzumu un laiku:

Susp. vielu pētījumā ūdenī	Pazemināšanās % pēc noteikta laika										
	5 min	18 ³ / ₄ min.	25 min.	30 min.	37 ¹ / ₂ min.	50 min.	1 st.	2 st.	3 st. 7 ¹ / ₂ min	6 st.	12 st.
380 mg/l	41,8	57,4	60,5	60,9	64,1	65,2	66,5	68,2	70,1	75,0	78,6

No tabulas redzams, ka smagākās vielas izkrit ļoti ātri un jau pirmo 5 min. laikā ir izkritušas 41,8%, bet jau apmēram pēc $\frac{1}{2}$ st. vielu izkrišana iet ļoti lēnām. Šos datus, dabūtus stāvošā ūdenī, Steuernagels pārbau-dīja tekošā, uz novērojumu pamata konstruētā nostādināšanas baseinā. Izrādījās, ka pie tecēšanas ātrumiem līdz 20 mm nosēšanās rezultāti bija tie paši kā pie stāvoša ūdens, un pat pie 40 mm arī nebija lielas starpības. No tā var secināt, ka vielu krišanas ātrums lēni tekošā ūdenī — līdz $v = 50$ mm/sek. — ir praktiski tāds pats kā stāvošā ūdenī.

No apcerētā gūstam sekojošus praktiskus secinājumus. Lai nodrošinātu cik iespējams lielāku daudzumu cieto vielu izkrišanu, vajadzīgs vai 1) tām dot pietiekami garu ceļu horizontālā virzienā, vai 2) nodrošināt pietiekami mazu ātrumu, un tad horizontālā ceļa komponente var arī būt mazāka. Ar citiem vārdiem, to varētu izteikt tā, ka nosacījumiem

vajag būt tādiem, lai vēlamās vielas spētu nogulties baseina dibenā, iekams tās aizsniedz baseina izejas galu. Gala secinājumā varētu atzīt, ka galvenā loma vielu izkrišanas gaitā ir laikam, kas daļiņām pieejams nokrišanai dibenā.

Ķelnē izvestie pētījumi gan izdarīti ar notekūdeni, un samērs daļiņu lielumā, tāvad arī izkrišanas gaitā, pie upes ūdeņiem varētu būt citāds, bez tam upes ūdens sastāvs bieži mainās, un būtu jāgaida attiecīgi pētījumi šai virzienā. Sevišķi daudz suspendētu vielu upes ūdens satur pavasara plūdu laikā un arī citā laikā, kad no laukiem un no pilsētu ielām tiek ieskalots liels daudzums dažādu organisku un neorganisku vielu. Vasarā, vēl sevišķi uz rudens pusi, upēs un arī ezeros ieaug dažādi stādi, kas arī jāattur no filtriem, lai pēdējie ātri nepiesērētu. Kā redzams, ūdens nostādināšanai ir uzdevums atturēt no filtriem dažādas cietas vielas, ar ko filtri varētu piesērēt, tāvad tā ir priekštīrīšanas metode. Jāmin, ka nostādināšana nesamazina filtra lielumu, bet gan ļauj filteram ilgāk strādāt bez tīrīšanas. Tomēr ar nostādināšanu filtra rīcību atvieglo, un bez tam nostādināšanas baseinos uzkrājas zināma ūdens rezerve. No pēdējā viedokļa tos vēlams taisīt cik iespējams lielākus, un tā to jaunākā laikā arī dara. Tā, piem., Altonas pilsēta ieņem ūdeni no Elbes upes, pie ūdens patēriņa 32.000 m³/diennaktī, izbūvējusi 2 nostādināšanas bas. à 36.000 m³ tilpuma, no kuŗiem vienu piepilda ar Elbes ūdeni, kad tas vistīrāks (pie lielūdens, kad upē ielaistie Hamburgas notekūdeņi stiprāk atšķaidīti), un otru izlieto pastāvīgi filtra prasībām. Karalauču pilsēta izbūvējusi lielus baseinus 7-kārtīga dienas patēriņa tilpumā, lai par to laiku, kad Pregeles upē ļoti netīrs ūdens, būtu uzkrāts tīrāks ūdens. Londonā savā laikā bija upes ūdenim uzbūvēti nostādināšanas baseini, kuŗos ietilpst līdz 2 mēnešu patēriņa daudzums. Tādos lielos baseinos ūdens nevien iztīrās no suspendētām vielām, bet arī organiskas vielas, kas atradušās šķīdumā, ar ūdens paštīrīšanās spēju var tikt pārvērstas par nekaitīgām. No lieliem ezeriem, kā dabiskiem, tā mākslīgiem, var dažreiz zināmā dziļumā iegūt pat tik tīru ūdeni, kas vairs nav jāfiltrē.

Nostādināšanas baseinus taista tagad ar nepārtrauktu ūdens caurteci. Senāk ierīkoja baseinus, ko piepildīja ar ūdeni, tad ļāva ūdenim mierīgi zināmu laiku nostāvēt, lai vielas nogultos, un tad noskaidroto ūdeni nolaida uz filtriem. Tādai ietaisei ir savas ļaunās puses. Vispirms tā izmaksā dārgāk kā ar caurtekošiem baseiniem, jo laiks baseina piepildīšanai par jaunu un izlaišanai nostādināšanas procesam iet zudumā, tāvad vajadzīgi papildu baseini. Neuzmanīgi izlaižot var sacelt nogulušās dūņas. Arī rīcība ir sarežģītāka, jo stingri jāuzmana laiks, kad baseins jānolaiž un t. t. Visi tādi ļaunumi nav nostādināšanas baseinu ietaisei ar nemitīgu caur-

tekošu ūdeni, kam mazs ātrums. Arī uzskats, ka mierā stāvošā ūdenī vielas izkrīt ātrāk un vieglāk kā kustošā, nav attaisnojies, kā tas redzams Ķelnes mēģinājumos ar notekūdeni. Visu to ievērojot, tagad gan gandrīz bez izņēmuma varēs atrast baseinus, ierīkotos caurtekošam ūdenim ar mazu ātrumu.

Nostādināšanas baseinus, kas noder tikai kā ūdens priekštīrītāji turpmākai tīrīšanai filtros un kuņu uzdevums nav uzkrāt zināmu rezerves ūdens daudzumu, parasti lielus netaisa, jo lieli baseini maksā dārgi, un minētam mērķim tādi nebūtu vajadzīgi. To ievērojot, baseina šķērsgriezumu aprēķina ar caurteces ātrumu 2 līdz 10 mm sek., tātad katram 1 sl. caurteces daudzuma vajadzētu baseina šķērsgriezumu 0,5 līdz 0,1 m² vai otrādi, 1 m² baseina dzīvgriezuma var izlaist cauri 1 sekundē 2 līdz 10 l ūdens ar ātrumu 2 līdz 10 mm 1 sek. Baseina gaļumu aprēķina ar tādu ziņu, lai caurteces laiks būtu no 1 līdz 12 stundām. Baseina dziļumu izvēlas nelielu, 2 līdz 3, reti līdz 4 m. Liels dziļums nav vēlams, jo daļiņu izkrišanas ceļš tiktu pagarināts un to mazāk izkristu, ja netaisa baseinus sevišķi gaļus, lai daļiņām būtu gaļāks laiks izkrišanai (pēc apcerējumiem 201. zīm.).

Izvēloties attiecīgu dziļumu un caurteces ātrumu un ilgumu, var aprēķināt baseina dzīvgriezumu un gaļumu. Apzīmēsim ar:

Q — caurtekošo ūdens daudzumu — m³/sk.,

b — baseina platumu — m.,

h — ūdens dziļumu baseinā — m.,

l — baseina gaļumu — m.,

v — tecēšanas ātrumu — m.,

t — caurteces laiku — sek.

Ar hidraulisko pamatformulu $Q = F \cdot v$, dabūjam:

$$Q = b \cdot h \cdot v$$

un

$$b = \frac{Q}{h \cdot v}$$

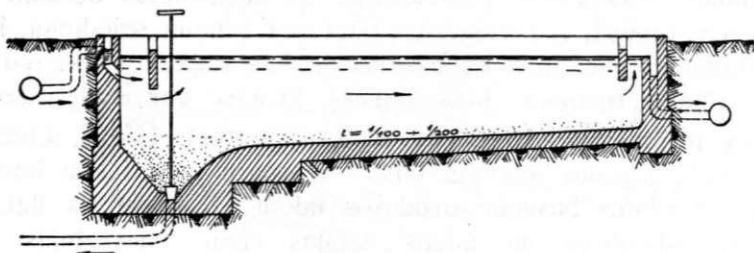
Tālāk pieņemot t — zināma laika gaļumu (1—12 st.), dabūjam:

$$l = t \times v$$

Nostādināšanas bas. nozīme un konstrukcija, kā jau minēts, sevišķi izpētīta notekūdens tīrīšanas vajadzībām, kur tiem svarīgāka nozīme kā ūdens apgādē, bet tur iegūtos novērojumus var izlietot arī baseinu konstrukcijai ūdensvadiem (202. zīm.)¹⁾ Baseina veids parasti ir iegarens, četrstūrains, ar dībena konstrukciju, kas piekļaujas vielu izkrišanas gaitai

¹⁾ M. Bīmanis — Notekūdeņu tīrīšana un novietošana. 1941., 128. lpp.

un arī labāk noder baseina iztīrīšanai. Baseina gaļumu izvēlas 4—6 reiz lielāku par platumu. Ja, piem., pieņemam ūdens dziļumu $h = 2,5$ m, ātrumu $v = 2$ mm = 0,002 m, caurteces laiku $t = 6$ st., tad dabūjam šādu baseina izmērus: $l = 0,002 \times 6 \times 60 \times 60 = 43,2$ m, un $b = \frac{Q}{v \cdot h} = \frac{Q}{0,005}$. Pieņemot attiecības $b : l = 1 : 6$ būtu $b = \frac{43,2}{6} = 7,2$ m, un tāds baseins varētu izlaist cauri: $Q = 7,2 \times 2,5 \times 0,002 = 0,036$ m³/sek. = 36 sl. un tā tilpums $V = 7,2 \times 2,5 \times 43,2 = 778$ m³.



202. zīm. Nostādināšanas baseina tips.

Lai izmantotu nostādināšanas baseinu pilnā mērā, vajadzīgs, lai ūdens vienmērīgi sadalītos pa visu baseina dzīvgriezumu. To ievērojot, jāveltī sevišķa vērība ūdens ietecei un iztecei ietaisēm. Var ietaisīt pie ietecei pārgāzes sliekšni visā baseina platumā, bet tādām sliekšņiem vajag būt pilnīgi horizontālam un līdzenam, un uz tā nedrīkst uzķerties nekādas cietas vielas, kas varētu traucēt vienmērīgu pārteci. Tā kā to grūti sasniegt, tad labāk ūdeni ielaist no pieteces kanāļa vai caurules caur vairākiem caurumiem, vēl labāk pa gaļu spraugu, bet zem ūdens līmeņa. Pretim ietecei ietaisāma gremdsieniņa, kas iegrimst ūdenī ap $\frac{1}{3}$ dziļumā un pret kuŗu ūdens atsizdamies zaudē savu ātrumu un sadalās vienmērīgāk. Iztecei galā arī ietaisāma gremdsieniņa, kas iegrimst ūdenī 25—30 cm un zem kuŗas tad ūdens dodas uz iztecei pārgāzes sliekšni. Gremdsieniņa iztecei galā vajadzīga, lai uz ūdens virsas peldoši putekļi un vieglākas suspendētās vielas neaizietu līdz uz filtru aiztekošam ūdenim. Kā ietecei, tā iztecei ietaisēm vajag veicināt vienmērīgu ūdens sadalīšanos pa visu baseinu, un nedrīkst nekur attīstīties strāvas, kas kavētu vienmērīgu sadalīšanos. Tomēr pilnīgi izbēgt no strāvu attīstīšanās baseinā nav iespējams, jo strāvas rada dažādi cēloņi. Ūdenim berzoties gar baseina sienām un dibenu, tāpat virsū ar gaisu, samazinās ātrums, kamēr baseina iekšējā daļā ātrums ir lielāks, un no tā var celties strāvas. Arī temperatūras starpība var būt par strāvu cēloni, aukstākam ūdenim grimstot dibenā un siltākam ceļoties uz augšu. Tādu strāvu celšanos un to iespaidu nostādināšanas gaitā grūti rēgulēt ar konstruktī-

viem līdzekļiem, un vienīgais ceļš paliek ūdeni ielaist tā baseinā, lai tas būtu sadalīts vienmērīgi un, ar vienmērīgu, nelielu ātrumu tecēdams pa baseinu, strāvu attīstīšanos nepabalstītu.

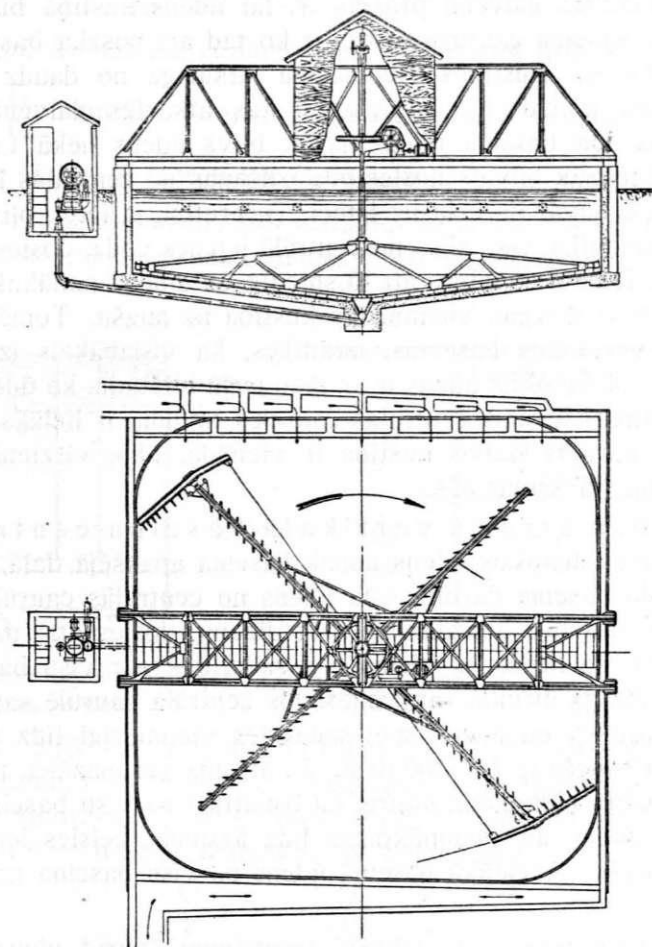
Varētu vēl pacelties jautājums, kā iespaido nostādīšanas gaitu ūdens ielaišana baseinā dažādā dziļumā. Ja ūdeni ielaiž uz ūdens virsu, tad tas sakustina ūdens virsu, sacelšas viļņi, kas cietās vielas uzķer un ātri virza uz priekšu, neļaujot tām ātri nogulties. Šo ļaunumu samazina, ielaižot ūdeni pār pārgāzes sliekšni visā baseina platumā, kas tomēr, kā jau minēts, nav viegli sasniedzams. Ja ūdens iztek baseinā zināmā dziļumā zem līmeņa, tad vajadzīgs pārvarēt zināmu spiedienu, ko rada līmeņstarpība pievedkanālī un baseinā un kas sagādā vajadzīgo ieteces ātrumu. Pēc pētījumiem tāds ieteces ātrums var svārstīties starp $v = 3,57 \sqrt{h}$ līdz $v = 4,13 \sqrt{h}$ (v un h — metros). Ūdens, ietecējis baseinā ar tādu ātrumu, sākumā dodas ar sparū uz priekšu horizontālā virzienā, spiezdams baseinā atrodošos ūdeni uz augšu tik ilgi, kamēr spars nav izbeidzies un ūdens daļiņas rāmi neievietojas baseina ūdenī. Teorētiski arī te uz ūdens virsas jā sacelšas viļņiem, bet tie nebūs lieli un ir vairāk tikai teorētiskas dabas. Jo dziļāk ūdeni ielaidīs, jo labāk tas nomierināsies pēc ieteces, bet nedrīkst to darīt tādā dziļumā, kur jau varētu iekustēties agrāk nogulušās vielas.

Lielākā daļa vielu, un proti, smagākās, ar lielāku krišanas ātrumu, izkrit ātrāk, jau tuvu pie ieteces, tādēļ ieteces galā dibens jātaisa ar padziļinājumu. Tas atvieglo arī baseina tīrīšanu, kas jādara 1—2 reiz gadā, atkarīgi no ūdens tīrības un no nogulšņu daudzuma. Kad stājas pie baseina tīrīšanas, ūdens ieteci pārtrauc un ļauj vēl pēdēji ietecējušam ūdenim dažas stundas nostāties. Pēc tam virsējo tīrāko ūdeni pārumpē uz kādu no citiem baseiniem, lai nezaudētu nostājušos ūdeni. Dibenā palikušo duļķaino ūdeni līdz ar nogulšņiem nolaiž vai pārumpē uz dūņu lauku. Pa visu dibenu nogulušos nogulšņus sašķūrē ar rokas šķūrēm uz padziļinājumu ieteces galā, kur tos tad nolaiž vai nu tieši uz dūņu lauku, vai pumpju akā. Sašķūrēšanu mazās ietaisēs gan izdara ar rokas šķūrēm, bet lielākām ietaisēm lieto mehāniskus šķūrētājus, no kuriem visvairāk ieteiktais ir *Dorra sašķūrētājs* (203. zīm.), kas sevišķi populārs Amerikā, bet atrodams arī Eiropā dažās vietās (Berlīnē). Tā kā parasti baseini jātīra reti, tad mehāniskas ierīces neatmaksāsies. Tās būtu sevišķi vietā lielās ietaisēs ar daudz baseiniem un ļoti netīru ūdeni. Turpretim notekūdens nostādīšanas baseiniem mehāniskās ierīces ir nepieciešamas.

Pa baseina tīrīšanas laiku tā darbība ir pārtraukta un tā jāuzņemas citiem baseiniem. Tātad redzams, ka baseinu skaits vajadzīgs ne mazāk kā 2, un parasti vairāk arī netaisa, lai nesadārdzinātu tīrīšanas iestādi.

Tādēļ arī redzams, ka baseina tīrīšanas ātrums jāizvēlas tāds, lai būtu nodrošināta iestādes kārtīga darbība.

Baseinus taisa vaļējus vai pārklātus. Vaļēji baseini aukstā klimatā nav ieteicami, jo ūdens, ievērojot, ka upes ūdens ziemā ir auksts, nedaudz pāri par 0° , var iesalt. Vasarā atkal vaļējos baseinos ūdens sasilst un pieput, un tādēļ arī mērenā klimatā ieteicams baseinus pārklāt.



203. zīm. Dorra sašķūrētājs.

Senāk pārklājumu izdarīja ar velvēm uz kolonnām, tagad parasti to dara ar plakaniem dzelzbetona griestiem. No virsas vēl apber ar zemi 1,2 līdz 1,5 m biezumā.

Baseina klonu un sienas taisa no ūdensblīva materiāla, ķieģeļu vai akmens mūra ar portlandcementsa javu, vai betona, vai dzelzbetona.

Nostādināšanas baseina darbību pārbauda, izpētījot, cik suspendēto vielu un baktēriju tas zināmā laikā, piem., 1 stundā, aiztur. Baseinā, kas labi strādā, paliek 60—70% un dažreiz pat vēl vairāk, atkarīgi no vielu rakstura, vai tās viegli vai grūtāk nogulstas.

Vertikālie nostādināšanas baseini, kādus bieži sastopam notekūdeņu tīrīšanas praksē¹, ūdens apgādes vajadzībām lietoti retāk. Konstruktijas galvenā prasība ir, lai ūdens kustība būtu vienmērīga pa visu baseina caurgriezumu, ar ko tad arī nosaka baseina izmantošanas lielumu. Kustības vienmērība atkarīga no daudz faktoriem. Viens faktors ir ūdens blīvums, kas atkarīgs galvenā kārtā no temperatūras. Ja baseinā ietek mazāk blīvs ūdens nekā tas, kas tajā atrodas, tad mazāk blīvais dosies pēc izlīšanas no centrālās ieteces caurules uz augšu tuvākajā ceļā uz izteci. Turpretim, ja ietek blīvāks ūdens, ar lielāku valkanību, tas, izlijis no centrālā ieteces vada, dosies uz apakšu, bet nākošais ietekošais ūdens aiz tā spiedīs jau dibenā nonākušo uz augšu, un tā var notikt diezgan vienmērīga kustība uz augšu. Tomēr novērojot pastāvošos vertikālos baseinus, izrādījies, ka vislabākais izmantošanas koef. ir tad, ja ietekošais ūdens ir ar tādu pašu blīvumu, kā ūdens baseinā, pie kam kustības ātrums centrālās caurules tuvumā ir lielāks kā ārsienas tuvumā un pārējos slāņos kustība ir vienāda, tikai virzienā uz ūdens līmeni baseinā tā samazinās.

Kustības ātrums vertikālā baseina centrālā caurulē, pa kuru ietekošais ūdens nonāk baseina apakšējā daļā, arī zināmā mērā iespaido baseina darbību. Ja ūdens no centrālās caurules iztek ar lielu ātrumu, tad tas, atsizdamies pret dibenu, dosies ātri uz augšu, uz izteces renēm un nepaspēs vienmērīgi sadalīties par visu baseina caurgriezumu. Līdz ar ātruma samazināšanos centrālā caurulē samazinās arī atsietena stiprums, un ūdens spēj sadalīties vienmērīgi līdz baseina ārsienai. Tāda robeža ir 75—100 m³/st. Ja ātrums vēl mazāks, tad iztekošā strāva nav vairs pietiekami stipra, lai izplatītos pa visu baseina horizontālo dzīvgriezumu, un, nenonākdama līdz ārsienai, celsies lēnām, strāvveidīgi uz augšu. Augstākā baseinā ūdens pa visu baseina griezumu sadalās labāk.

Azerjers ieteic līdz labākai izpētīšanai šobrīd pieņemt ātrumu centrālā caurulē 100—150 m³/st., mazāku ātrumu mazāka diametra baseiniem, lielāku — lielākā diametra baseiniem.

Centrālās caurules gala atstatums no baseina dibena jāpieņem ap 1/4 no baseina augstuma.

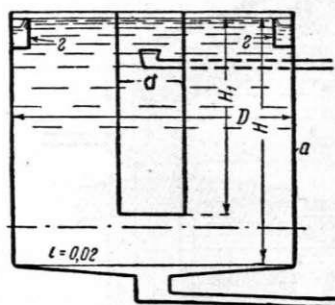
Vadā, kas ūdeni vertikālam nostādināšanas baseinam pievada, parasti ātrumam nav nozīmes, bet ja vada ūdeni no reakcijas kameras, pēc koa-

¹) M. Bīmanis, Notekūdeņu novietošana un tīrīšana. 1941., 151. lpp.

gulanta piejaukšanas, lai nebojātu pārslas, tad ātrums nav pieļaujams lielāks par 0,6 m/sk. Ūdeni ievada centrālā vadā 0,5—0,75 m zem baseina ūdens līmeņa.

Vertikāla nostādināšanas baseina schēma redzama 204. zīm. Racionālā konstrukcijā jāparedz diametra D izdevīgas attiecības pret augstumu H , pie kam $\frac{D}{H} < 1,5$. Baseina izmantošanas koef., atkarīgs no $\frac{D}{H}$ attiecībām. Ar baseina izmantošanas koeficientu (tilpuma ziņā) saprot attiecības, $\frac{T_f}{T_m}$, kur T_f — apzīmē faktisko ūdens caurteces laiku caur baseinu, bet ar T_m — teorētisko. Jo lielāks ir $\frac{D}{H}$, jo nepilnīgāki izmanto baseinu, kā redzams no tab., kas sastādīta uz izmēģinājumu pamata.

Vidējā baseina augstumu ņemot 5—6 m, ieteicamais diam. būtu 9,5—9 m.



204. zīm. Vertikāla nostādināšanas baseina schēma.

$\frac{D}{H}$	Baseina izmantošanas koef. %	
	Ūdens tecēšanas ātrums 0,25 mm/sek	Ūdens tecēšanas ātrums 0,40 mm/sek
1,5	65,4	62,2
2,0	55,7	51,6
2,5	50,7	49,0
2,75	43,8	42,0
3,50	30,0	19,9

Vertikālā baseina aprēķināšanai. Apzīmējot ar Q — ūdens daudzumu, F — baseina caurgriezumu, v_1 — vertikālo ūdens kustības ātrumu (teorētiska), v_2 — cieto vielu vai pārslas kustības ātrumu uz augšu, un η — baseina izmantošanas koeficientu tad

$$\frac{Q}{F} = v_1 \text{ un } \frac{Q}{F \cdot \eta} = \frac{v_1}{\eta}$$

Lai nogultos arī cietās vielas, jābūt:

$$v_2 \geq \frac{v_1}{\eta} \text{ vai } v_2 \geq \frac{Q}{F \cdot \eta}, \text{ tātad } F \geq \frac{Q}{v_2 \cdot \eta}.$$

Tomēr cieto vielu un pārslu nogulšanās ātrums vēl nav pietiekami izpētīts, un tādēļ pieņem teorētisko ūdens caurteces laiku uz tādas kalkulācijas pamata:

$$\frac{v_1 \cdot 3600 \cdot T_m}{1000} = H, \text{ vai } v_1 = \frac{H}{3,6 T_m} \text{ mm sek.}$$

pie kam v_1 vajag turēties robežās 0,5—0,75 mm sek. Ja Q — m^3/st un F — m^2 , tad

$$F = \frac{Q \cdot 1000}{v_1 \cdot 3600} = \frac{Q}{3,6 \times v_1} \text{ — } m^2.$$

Centrālās caurules platība

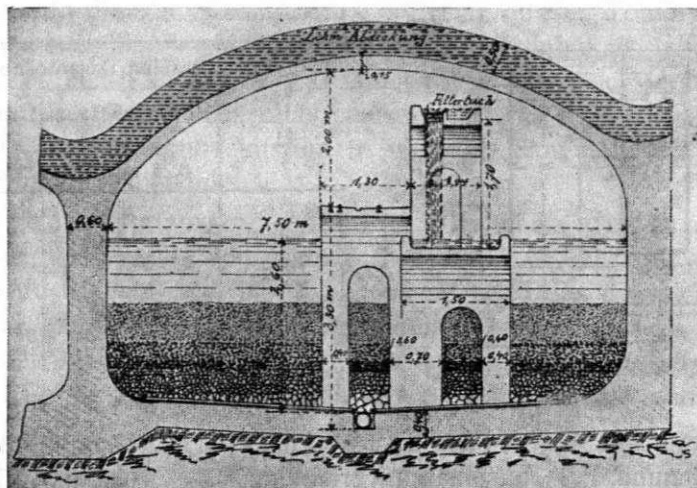
$$f = \frac{Q}{3,6 \times v_c}$$

kur v_c — ātrums centrālā caurulē — mm/sek.

Tātad visa baseina caurgriezums ir $F + f$.

Nozīmējot baseinu skaitu, var atrast D un d (centrālās caurules), pie kam attiecībām $\frac{D}{H}$ jābūt tādām, kā tas augšā bija paskaidrots.

Ja nostādīnāšanas baseinus to dārguma dēļ negribētu taisīt, būtu jāizpalīdzas ar kādām smalku sietu ietaisēm, kas tomēr nav sevišķi ietei-

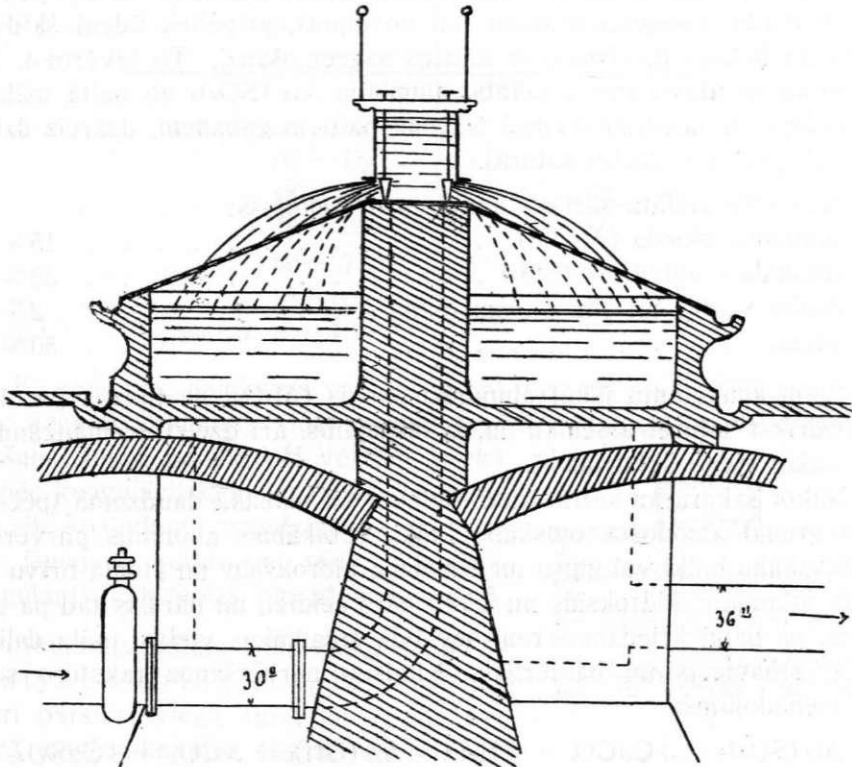


205. zīm. Filtriestāde Remšeidā.

camas. Tā, piem., Remšeidā, kur ūdeni ieņem no mākslīga ezera, tieši pāri pār filtru uz 1,5 m augstas uzbūves novietota caurumaina rene, pildīta ar valriekstu lieluma oļiem, kas pārklāti ar 65 cm platām segām, vilnas vai flaneļa (205. zīm.). Cauri šīm filtrsegām pil ūdens uz apakšu atrodošos reni, no kurā vienlīdzīgi izlīst uz filtru. Ar tādu ietaisi no filtriem attur planktonu, un tas pagarina filtra darbību, pie 2,0—2,5 m filtrātruma diennaktī, trīskārtīgi. Filtrsegas nomaina ik pēc 24—300 st., atkarīgi no ūdens planktona, un pēc izmazgāšanas tās var atkal lietot.

Līdzīga ietaise ir Pēterpilī (tagad Ļeņingradā) (206. zīm.). Te planktonus uzķer uz sietiem. Gaŗā un šaurā ēkā iet pa vidu gaŗa rene, kurā

ūdens izlīst no $d = 75$ cm spiedējvada. Renes sānos apakšā ietaisīti caurumi, ap 1 m tālu viens no otra. Caurumi aiztaisāmi ar aizbīdņiem, ar ko var regulēt izteci. Pāri pār reni ir laipa, no kuŗas apkalpo aizbīdņus. Ūdens, kas iztek no caurumiem, līst uz restēm, kas pārklātas ar smalku vara sietu un aiztur visas ūdenī peldošās vielas (starp citu arī zivtiņas). Zem sietiem atrodas betona krājiene, kuŗās ūdens ietek un zem kuŗām ir vēl rezervuārs, no kā pa $d = 90$ cm cauruli ūdeni aizvada uz filtriem. Sietu rindas galā ir vēl neliela rene, kuŗā savelk ar grābekļiem no sie-



206. zīm. Sietu ietaise Pēterpils ūdensvadā.

tiem netīrumus un no kurienes tos izņem un aizved. Šādai ietaisei, bez peldošo vielu izķeršanas, ir vēl tas labums, ka ūdens, sūkdamijs caur sietiem un krīzdams atsevišķām lāsēm, nāk sakarā ar gaisu, aerējas, ar ko veicina dažādu organisku vielu apskābļošanu.

Lai veicinātu ūdens nostādināšanu, lieto dažādus ķīmiskus preparātus, koagulātus, kuŗu iedarbībā rodas vielas, kas ūdenī izveidojas par pārslām, smagākām par ūdeni, kas tad vieglāk grimst dibenā. Pie pārslām pielīp arī smalkākās, vieglākās suspendētās vielas, un pārslas krīzdamas uz leju rauj sev līdzī tādās vielas un baktērijas. Tāpat arī

lielu daļu koloidālo vielu, kas nepadodas vienkāršai nostādināšanai, ar koagulēšanu izdabū arā no ūdens. Izkrītošos koloidos varēja, starp citu, būt arī organiskas vielas, humusvielas un dzelzsoksida hidrāti, kas ūdeni padarīja duļķainu un piedeva tam zināmu nokrāsu. Tātad ar koagulantu var uzlabot ūdens izskatu un nokrāsu, atņemot tam koloidāli piejauktās krāsvielas.

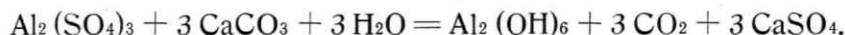
Visvairāk lietotais koagulants ir sērskābais aluminijs (aluminija sulfāts), parasti saukts par alunu, lai gan no ķīmijas viedokļa aluns sastāv no sērskābā aluminijs un sērskābā kalija; pēdējais neņem dalību koagulācijā un ir pat nevēlams, jo paliek ūdenī šķīdinātā veidā un lielākā daudzumā ir kaitīgs sagremošanai. To ievērojot, koagulēšanai sagatavo tīru sērskābo aluminijs $Al_2(SO_4)_3$ no baltā māla, to apstrādājot ar sērskābi. Tirgū tas nāk baltiem gabaliem, dažreiz dzeltānas nokrāsas (no dzelzs satura).

Aluminija sulfāta sastāvs apmēram ir sekojošs:

aluminija oksida (Al_2O_3)	15 %
sērskābes anhidrita (SO_3)	33 %
dzelzs skābļa un citu piemaisījumu	2 %
ūdens	50 %

Labā koagulantā jābūt aluminijs oksida (Al_2O_3) ne mazāk par 15%, tas nedrīkst saturēt arsēniku un, ja iespējams, arī dzelzi un mangānu, un tam vajag viegli šķīst ūdenī.

Nākot sakarā ar katrā ūdenī lielākā vai mazākā daudzumā (pēc cietības grada) atrodošos ogļskābo kalķi, sērskābais aluminijs pārvērš to par sērskābu kalķi vai ģipsu un aluminijs hidroksidu un atdala brīvu ogļskābi. Aluminijs hidroksids nu izkrit pārsļveidīgi, un pārslas tad pa daļai ietīsta, pa daļai krizdamas rauj sev līdz smalkākas vielas, māla daļiņas, gāzes, krāsvielas un baktērijas. Ķīmisko pārvēršanos raksturo sekojošs vienādojums:



Kā redzams, procesam vajadzīgs ogļskābs kalķis, kas pārvēršas par sērskābo kalķi vai ģipsu (1 svara daļa $CaCO_3$ pārvērš 1,14 svara d. $Al_2(SO_4)_3$). Mīkstum ūdenim, lai izmantotu visu pielikto aluminijs sulfātu, jāpiejauc vēl kalķis, piem., laižot ūdeni caur marmora šķembām vai piemaisot sōdu (ogļskābo natriju). Tad reakcija ir: $Al_2(SO_4)_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O = Al_2(OH)_6 + 3Na_2SO_4 + 3CO_2$. Pie cietiem ūdeņiem dažreiz vēl vajadzīgs tīrīto ūdeni atskābļot, t. i. atbrīvojot no liekās ogļskābes. Ja ūdens ir ļoti duļķains, var būt izdevīgi to iepriekš vienkārši nostādināt, tikai tad piejaukt koagulantu un pēc tam otrreiz nostādināt. Tā var samazināt vajadzīgā koagulanta daudzumu.

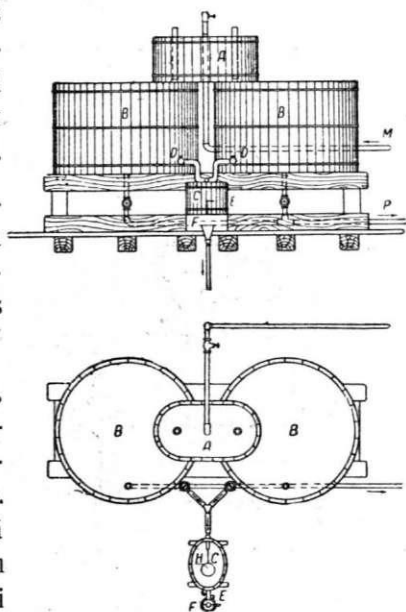
Ūdenim piejaucama sērskabā alumīnija daudzums atkarīgs no ūdens netīrības un jānosaka ar izmēģinājumu laboratorijā. Tā kā ūdens sastāvs dažreiz ļoti svārstās, tad arī jāīstrādā attiecīgā tīrīšanas iestādē metode, kā viegli pieskaņot koagulanta dozi ūdens sastāvam. Maskavas ūdens iestādē to pieņemts noteikt pēc ūdens dzidrības, pie kam dzidrību (caur-redzamību) nosaka ar to, cik liels ūdens stabs, iepildīts stikla kolonnā, ļauj vēl saskatīt stipru līniju krustiņu, kas atrodas kolonnas dibenā. Koagulanta daudzumu tad nosaka pēc sekojošas tabulas:

Dzidrība cm	Koagulanta doze mg/l
mazāk par 10	150
10— 15	120
15— 25	100
25— 50	80
50— 75	60
75—100	40
vairāk par 100	20

Kā redzams, daudzums var būt no 20 līdz 150 mg/l. Koagulantu piejauc ūdenim šķīduma veidā, parasti 2—5%. Koagulanta daudzuma noteikšanai ieteic noteikt pH vērtību priekš un pēc koagulācijas, jo no tā var izkalkulēt, cik koagulanta vajadzīgs un arī, vai nav jāpiejauc kaļķis vai sōda. Vislabāk koagulants iedarbojas pie $\text{pH} = 4$ līdz 5.

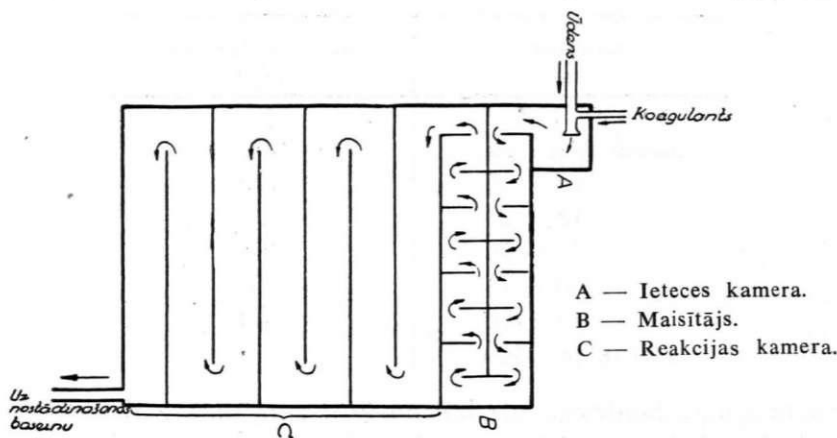
Alumīnija sulfāta vietā noder arī alumīnija chlōrīds AlCl_3 , arī tas attīsta stipri pārsļas, viegli šķīst un attīsta samērā daudz alumīnija oksīda (Al_2O_3), kas īstenībā ir pārsļu devējs.

Koagulantu, kas atrodas lielos gabalos, vispirms sadauza mazos gabaliņos ar rokas veseriem vai ar drupināmām mašīnām. Gabaliņus izšķīdina koka kublos. (A. 207. zīm.), kas novietoti ēkas otrā stāvā, pie kam koagulants izšķīst ātrāk un pilnīgāk siltā ūdenī, kadēļ ir labi ūdeni kublā sasildīt (piem., vadot kublam cauri tvaika caurules). Pēc tam biežais šķīdums



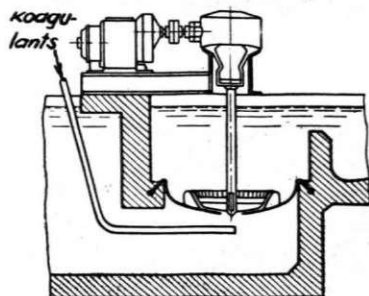
207. zīm. Koagulanta sagatavošana mazā iestādē.

nonāk citās lielākās tvertnēs (B), kur to atšķaida līdz vēlamam šķīdumam. No šejienes šķīdums iet uz dozēšanas tvertni (E), no kuņas ar cauruli to ievada tīrāmā ūdenī pilnīgi noteiktā, norēgulētā daudzumā. Koagulanta labākai samaisīšanai ar ūdeni šķīdināmās tvertnes dibenā ievada no kompresora spiestu gaisu pa caurumainām svina caurulēm, pie kam gaisa patēriņš ir vajadzīgs neliels, ap $0,02 \text{ m}^3$ uz 1 m^3 šķīduma. Var tam pašam mērķim lietot arī mehāniskus maisītājus. Pēdējā laikā, sevišķi Amerikā, sāk lietot koagulanta ievēšanu tīrāmā ūdenī sausā, pulverizētā



208. zīm. Koagulanta piejaukšanas schēma.

veidā. Gabalus sasmalcina sevišķas ar elektromotoru dzītas dzirnaviņas, un tādā ceļā sagādāto pulveri ar sevišķu aparātu — pulverizatoru — iekaisa tīrāmā ūdens pievados. Pēc koagulanta piejaukšanas tīrāmam ūdenim vajadzīgs, lai tas būtu stiprā kustībā, ar to nolūku, lai ūdens labi sajauktos ar koagulantu un tas varētu pilnīgāk iedarboties. Tam mērķim noder vai nu šauri kanāļi ar šķērsienām $1-1,75 \text{ m}$ attālumā, kas mainās kā plānā, tā arī vertikālā ziņā (dažas šķērsienas nenoiet līdz dibenam, dažas nepaceļas līdz augšai) (208. zīm. B.), vai lietot ūdenim tecēt pār pārgāzēm vai slīpām grīdām, vai lietojot cilindriskus rezervuārus ar lāpstīņu maisītājiem.



209. zīm. Turbomaisītāja schēma.

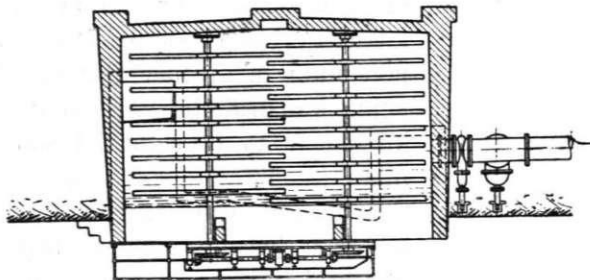
209. zīm. parādīta maisīšanas ietaise, t. s. turbomaisītājs, kas sastāv no spārnu veidīgas kanāļi ievietotas ierīces, kas pieved ūdeni reakcijas baseinam. Zem spārniem ietek koagulants, kas jau sagatavots sevišķā dozēšanas ierīcē.

Tvertņu tilpumu koagulanta sagatavošanai, pēc Azerjēra, var aprē-

kināt sekojoši. Ietaises jaudu pieņemsim q — $m^3/st.$, koagulanta dozi a — mg/l , atšķaidījuma koncentrāciju procentos, rēķinot no sausa produkta, b — %, ar c % — īsto koagulanta saturu tīrģus produktā, n — sagatavojumu skaits diennaktī. Pieņemot iebērtā koagulanta svaru $1000 \text{ kg}/m^3$, tvertnes lielums

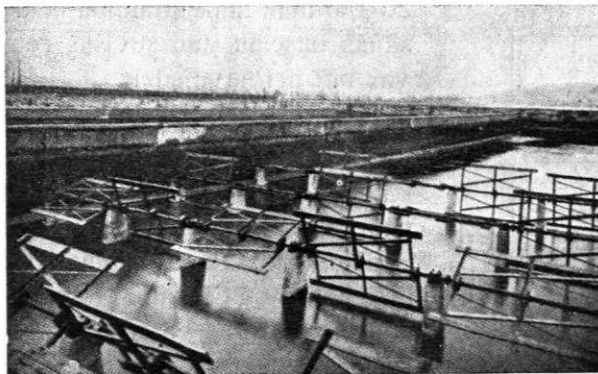
$$V = \frac{q \cdot a \cdot 24}{1000 \cdot 1000 \cdot n \cdot c} \cdot 100.$$

Sagatavojumu skaitu n — pieņem mazām ietaisēm = 1, kamēr lielākām var būt 3—6. Lielumu c pieņem 45—50% tīrītai un ap 35% netīrītai mālzeimei. Šķīduma koncentrāciju b pieņem mazām ietaisēm ap 5%. Liels b nav vēlams, jo tāds saēstu ietaises metalla daļas.



210. zīm. Baseins ar dubultu stāvošu maisītāju ietaisi (firmas Bamag-Meguinn, Berlīnē).

No samaisītāja ūdens ietek t. s. reakcijas baseinā, kurā attīstās pārslas. Lai pārslām būtu laiks attīstīties, koagulētām ūdenim jānodod 15—30 min. laika iedarboties, un tam jātek cauri reakcijas

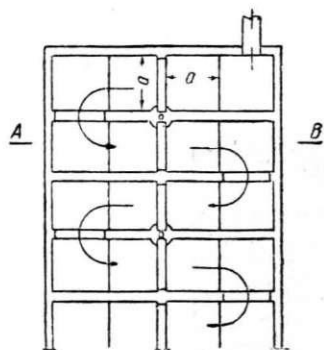


211. zīm. Reakcijas baseins ar iebūvētiem maisītājiem (flokulātoriem).

baseinam ar 0,3 līdz 0,75 m ātrumu, lai attīstījušās pārslas tajā nenogultos, bet izietu cauri uz nostādinašanas baseinu. Jo lielāks ir reakcijas laiks, jo lielāks var būt ātrums.

Ar to pašu nolūku, lai koagulants reakcijas baseinā, arī t. s. koagulācijas baseinā, nenogultos, tajā iebūvē maisītājus, kas var būt izveidoti vai nu stāvoši (210. zīm.), vai guloši (211. zīm.), pēdējie vairāk iecienīti Amerikā. Koagulācijas paātrinātāju iebūvē starp koagulanta piejaukšanas ietaisi un nostādināšanas baseinu. No vienmērīgas lēnas maisītāju kustības attīstās stipras pārslas, kas tad viegli nosēžas nostādināšanas baseinā. Ar to samazinās arī ķīmikāliju patēriņš par 25—30%.

Jāuzsver, ka kontakta laikam reakcijas baseinos vajag būt tikai tik lielam, cik vajadzīgs, lai pārslas varētu attīstīties, un tas atkarīgs no koagulētā ūdens īpašībām. Tādēļ arī vēlams, lai katrā atsevišķā gadījumā kā kontakta laiku, tā caurtes ātrumu reakcijas baseinos noteiktu ar mēģinājumu. Reakcijas baseinu konstrukcija var būt dažāda. Visvienkāršāk ir to izveidot kā šauru 2,5—3,5 m platu kanāli, ietaisot koka šķērssienas lielākā baseinā (208. C. zīm.), tā kā ūdens tad tek caur baseinu šurp un turp, lauztā līnijā, bet ja iebūvē maisītājus, tad baseina konstrukcija tiem jāpieskaņo (211. zīm.). Visi baseini var būt taisīti no dzelzbetona, bet šķērssienas var būt koka, kas dod iespēju tās viegli pārstādīt, ja tecēšanas novērošanā tas izrādītos vajadzīgs. Ja koagulantu ievada 20—30 min. lielā attālumā ceļā uz nostādināšanas baseinu, tad sevišķs reakcijas baseins var būt arī nevajadzīgs.



212. zīm. Reakcijas baseins ar vertikālu ūdens kustību.

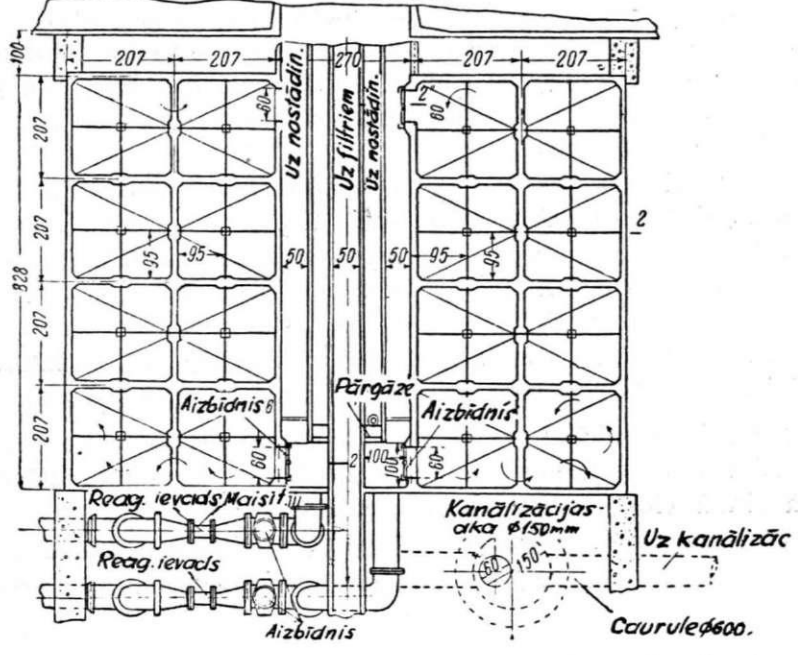
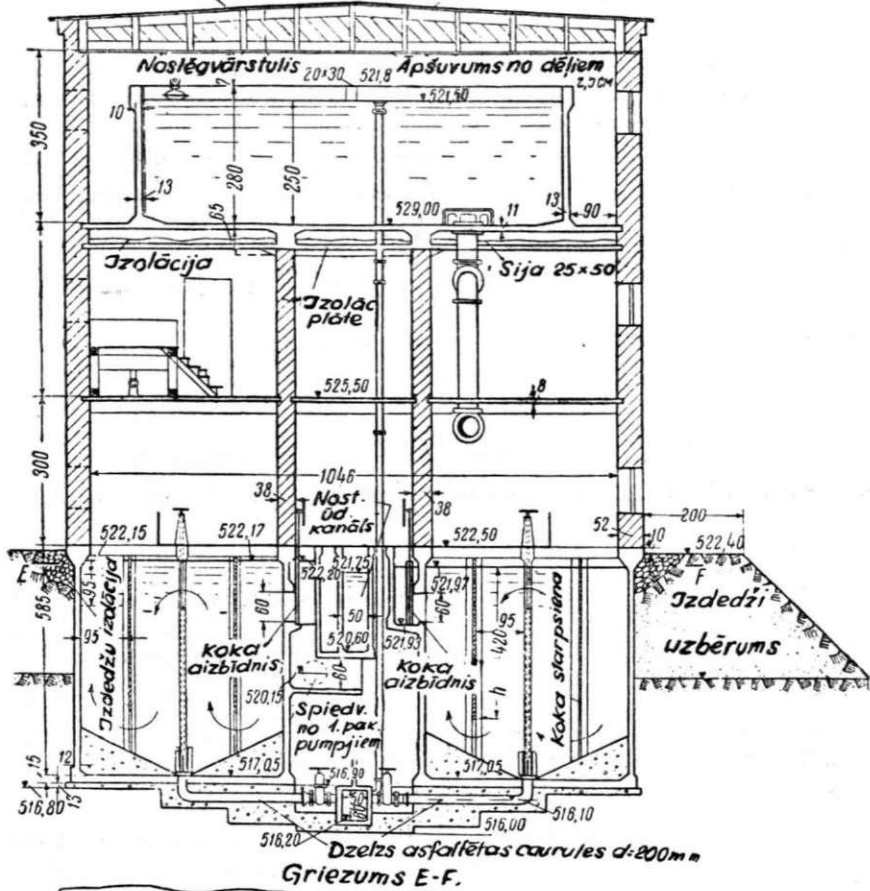
izveidot vertikālas kā horizontālās kameras, ar ko arī izskaidrojams tas, ka tās reti sastopamas.

Aprēķini. Tādu baseinu konstrukcijas aprēķināšanai, kas ir ar šķērssienām, galvenie elementi apzīmējami šādi: Q — apstrādājama ūdens daudzums $m^3/st.$, t —

Reakcijas kameras ar horizontālu caurteci lieto parasti lielākām ietaisēm. Mazākām ietaisēm (piem., $6000 m^3/diennaktī$) var noderēt arī kameras ar vertikālu caurtēci. Schēmatiski tāda redzama 212. zīm. un lielāka ietaise 213. zīm. Kameru ar vertikālu caurteci taisa 4—5 m dziļu. Caurtes ātrums tāds pats kā kamerās ar horizontālu caurteci. Konstruktīvā ziņā tomēr grūtāki

Ruberoids 2 kārtas

2,5 cm dēļu klājs



213. zīm. Lielāks reakcijas baseins ar vertikālu ūdens kustību.

caurteces laiks — st., v — tecēšanas ātrums — m/sek, h — kameras dziļums, a — attālums starp šķērssienām (koridora platums — m , un l — koridora garums.

Aprēķina gaita var būt sekojoša (pēc Azerjera):

a) Reakcijas kamerai ar horizontālu ūdens kustību. Kameras tilpums $V = Qt$ — m^3 .

Kameras šķērsgriezums $F = \frac{Qt}{h}$ — m^2 , h pieņemot atkarīgi no augstuma apstākļiem.

Ar v — m/sek, atrodam koridora platumu

$$a = \frac{Q}{3600 v \cdot h} \text{ — } m.$$

Ja n — koridoru skaits, tad visas kameras platums = $n \cdot a$, un koridoru garums

$$l = \frac{F}{n \cdot a} \text{ — } m.$$

b) Reakcijas kameras ar vertikālu ūdens kustību, tilpums $V = Qt$ — m^3 , tad $F = \frac{Qt}{h}$ — m^2 . Sadalot F atsevišķās nodaļās ar šķērsgriezumu f — m^2 , nosakāms nodaļu skaits $n = \frac{F}{f}$.

Tādai kamerai ar vertikāliem koridoriem jāunums tas, ka ir daudz pagriezienu, tātad arī kustības pretestību. Tās varētu izteikt ar $h_1 = h_2 + h_3$, kur h_2 — pretestības lielums taisnos gabalos un h_3 — pagriezienos. Zinot n — pagriezienu skaitu, h_3 var izteikt ar formulu $h_3 = n \cdot \xi \cdot \frac{v^2}{2g}$ kur ξ — pēc Turčinoviča, ieteic ņemt — 2,6. Pie liela pagrieziena skaita spiediena zaudējumi var būt ievērojami. Tā, piem., $v = 0,4$ m/sek un $n = 23$, zaudējumi ir ap 1,15 m. Arī tā ir viena no vertikālo kameru negatīvām pusēm.

No reakcijas baseina ūdens tek tālāk uz nostādīšanas baseinu, caur kuru tas kustas ar ātrumu ap 10 mm/sek. Svarīgāks nekā ātrums nostādīšanas darbībā ir caurteces laiks, kam jābūt 2 līdz 6 stundām, atkarīgi no nogulstošo vielu daudzuma. Ja ūdens turpmākai tīrīšanai paredzēti ātrfiltrī, tad caurteces laiks nedrīkst būt visai garš, jo vēlams, lai paliktu vēl ūdenī smalkākās pārslas, kas veicina ātru filtrādiņas attīstību filtrmaterīālā.

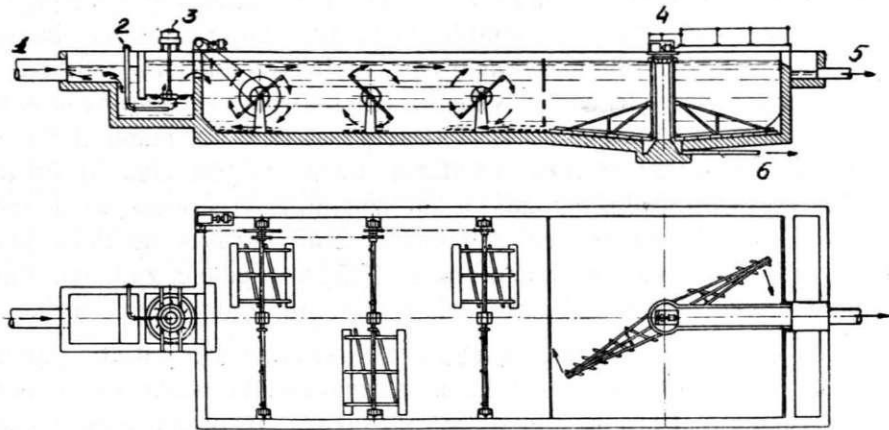
Jaunākā laikā dažās vietās ir tādas iekārtas, kur reakcijas un nostādīšanas baseini apvienoti vienā izbūvē, tādā izveidojumā kā baseina pirmā pusē, kur notiek pārslu attīstīšanās, iebūvēti maisītāji, kas lēnām griežas, kamēr baseina otrā pusē izbūvēts nostādīnātājs. 214. zīm. parādīta tāda apvienota koagulācijas ietaise, kas sastāv no ķīmikāliju pievada, Dorra sist. turbomaisītāja, reakcijas baseina ar maisītājiem (flokulātoriem) un nostādīšanas baseina (pēc Dorra sabiezīnātāju konstrukcijas).

Alumīnijsulfāts ir parastākais koagulants, bet var būt gadījumi, kad tas nav piesniedzams, tad izpalīdzas ar citiem koagulantiem. Kā pirmā vietā te būtu minami dažādas dzelzs sāļi.

Dzelzs sulfāts ($FeSO_4$) kopā ar kaļķi lietojams sevišķi duļķainiem alkaliskiem ūdeņiem. Caur dažādiem ķīmiskiem pārvēršanas

procesiem rodas dzelzs hidroksids $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$, kas tāpat kā alumīnija hidroksids attīsta pārslas. Kā dzelzs sulfāts, tā kaļķa daudzums jānosaka ar mēģinājumiem, noskaidrojot, pie kāda pH lieluma sasniedzama vislielākā pārslu attīstība ar vismazāko reaktīvu daudzumu. Tā kā vienā laikā jālieto 2 ķīmiski preparāti, tad ietaises un to vadība ir komplicētāka kā pie alumīnija sulfāta.

Jaunākā laikā labi panākumi sasniegti koagulējot ar dzelzs sulfat chlō rīdu, kuŗu izgatavo no dzelzs sulfāta, piejaucot chlōru. Vis-



214. zīm. Apvienota koagulācijas ietaise.

vienkāršāk to izdara tādā ceļā, ka dzelzs sulfāta šķīdumu samaisa ar chlōrūdeni, pēdējo sagatavojot no chlōrgāzes attiecīgā aparātūrā. Vajadzīga ir 1 d. chlōra uz 7,8 d. dzelzs sulfāta. Pēc amerikāņu piedzīvojumiem ar šo koagulantu varot padarīt krāsainu un duļķainu ūdeni vieglāk dzidru kā ar alumīnija sulfātu. Arī pH vērtība neesot nozīmīga un pat pie $\text{pH} = 8$ dabūjot pietiekami labus rezultātus.

Salīdzinot ar alumīnija sulfātu patēriņu, dzelzschlōrīdu vajadzīgs apmēram 50% mazāk, un ietaises iekārta arī neprasa lielus izdevumus.

Krievijā izdarīti mēģinājumi ar dzelzs sulfātu kombināciju ar chlōru un izstrādāti noteikumi metodes izlietošanai. Lietošanas teknikai ņemami vērā šādi noteikumi: koagulanta sagatavošanai noder līdzīgi toveri kā pie alumīnija sulfāta. Koagulantu šķīdināšanu izdara šādā kārtā: baseinā ieliek vajadzīgo daudzumu dzelzs sulfāta, piepilda to ar ūdeni, ļauj stāvēt 1—1,5 st., tad lēnām maisa līdz pilnīgai izkušanai. Pēc tam šķīdumu pārlej darba bākā. Maisīšana šķīdināšanas toveri izdarāma vai nu ar mehāniskiem koka maisītājiem, vai ar spiestu gaisu. Pieļaujamas

dažas svārstības, bet ne vairāk kā 5%. Darba bāku vajadzīgs katrā iestādē ne mazāk par 2.

Chlōratora ierīce jāskatīja ar aprēķināto chlōra daudzumu. Ieteic lietot lielākus chlōratorus, bet skaitā mazāk, ievērojot to, ka chlōra daudzums ir vajadzīgs ievērojami liels. Vadi jāierīko ar vismazāko garumu, bet ar vajadzīgo kritumu, bez liekiem izliekumiem un pagriezieniem.

Ūdens uzturēšanās ilgums nostādīnāšanas baseinā ieteicams ne mazāks par 2 st., pēc kam ūdens nāk uz filtru (priekšfiltru).

Filtrkārtas biezums ne mazāks par 0,6 m, un filtrmateriāls jāņem ar efekt. lielumu 0,35—0,45 m, vienlīdz. koef. 1,6—2,0. Skalošanas intensitāte 12—14 sl/1 m². Filtri jāiekārto ar spiediena zaudējuma rādītāju, un novērojumi jāreģistrē ik pa 2 st. Ja filtrācijas ātruma rēgulatora nav, tad ātrums jākontrolē uz lates ik 2 st. Filtrācijas ātrumu var pieņemt 5 m/st., bet jācenšas sasniegt standartrezultātus ūdens tīrības ziņā ar ātrumu 6,5—7 m/st. Filtra skalošanu izdara, kad izmantots viss pieļaujama spiediena zudums. Ja ūdens pēc duļķainuma vai nokrāsas neatbilst standartam, tad filtri jāskalo neatkarīgi no uzrādāmā spiediena zuduma. Filtrātrumu iepriekš skalošanas uzsākšanas var samazināt līdz 1 m/st.

Cietā ūdenī arī vienkārši kaļķa piemaisījumi var attīstīt pārsļas. Tāpat arī skābeklis, ozona vai kalija permangānāta veidā var noderēt par koagulantu. Permangānāts, nākot sakarā ar organiskām vielām, attīsta nešķīstošu mangāna dioksīda hidrātu, kas izkrīt pārsļveidīgi. Tomēr šādus līdzekļus koagulācijai lieto mazā mērogā, jo tā iznāktu dārga.

Kaļķi kā koagulantu var lietot ļoti sekmīgi, ja ūdenī ir dzeltānas vai dzeltāni brūnas duļķes, kas gadas, kad upē ūdens ceļas pēc ilgākiem lieti, vai pavasarī, sniega kušanas laikā. Kaļķi tādā gadījumā ieteic piejaukt tādā daudzumā, lai būtu pārpalikums, bet paliekamā alkaliskā reakcija iespaido garžu, un tad pārpalikušais kaļķis ir jādabū nost, piem. ar ogļskābi, kas prasa sarežģītu procesu. Koagulācijai vajadzīgais kaļķa daudzums jānosaka ar laboratorijas eksperimentu. Ir gadījumi pad CaO piejaukts 75—100 mg/l, un arī vairāk, atkarīgi no ūdens duļķainuma.

Kaļķi lieto dedzinātu, to dzēšot pašā iestādē ar attiecīgu ūdens daudzumu, ar ko tas sakrīt pulvera veidā. Mazākās iestādēs, kur kaļķa patēriņš nepārsniedz piem., 200 kg/diennakti, var iegūt arī jau gatavu dzēstu kaļķi. Lai kaļķis labāk iedarbotos, tas labi jāsaļauc ar ūdeni.

Ar kaļķa piejaukšanu sasniedz šādus labumus: 1) visas māla duļķes izkrīt pārsļveidīgi un 2) ar kaļķi panāk arī ūdens sterilizāciju, kamēr alumīnija sulfāts baktērijas neiespaido.

Amerikā Smith's¹⁾ pētījis dažādu iespaidu nozīmi koagulācijas gaitā un uzstādījis šādas tezes procesa norisei:

- 1) Katram ūdenim pārslu attīstīšanai vajadzīgs vismazākais koagulantu daudzums, kas atbilst raksturam. Ja šī vismazākā robeža nav sasniegta, tad pārslas neattīstīsies pat visintensīvākā mehāniskā iedarbībā, piem., ar mehāniskiem maisītājiem.
- 2) Katram ūdenim vajadzīgs noteikts daudzums koagulanta, lai sasniegtu pārslu attīstīšanos. Lielāks vai mazāks daudzums samazina efektu.
- 3) Pārslu attīstības optimālais spriegums norobežots pie zemas temperatūras nekā pie augstas. Kā liekas, visnoteiktāks ierobežojums ir pie ūdens vislielākā blīvuma.
- 4) Koagulanta iedarbību var pacelt, ja priekš koagulanta piejaukšanas attiecīgi groza pH, piejaucot skābes vai bāzes.
- 5) Ja koagulants nav labi sajaukts ar ūdeni, tā zaudējumi var būt lieli.
- 6) Procesā mēchanizācijā jāievēro sekojošais:
 - a) tūlītēja un pamatīga ūdens sajaukšana ar koagulantu;
 - b) Pārslas jāuztur ūdenī pietiekami ilgi suspendētā stāvoklī, lai tās nāktu saskarē ar iespējami lielāku ūdens daudzumu;
 - c) no nogulšamies dūņām zināma daļa jāvirza atpakaļ uz reakcijas baseinu.

Koagulanta lietošana stipri pavairo nogulšņu daudzumu, un līdz ar to rodas vajadzība nostādināšanas baseinu tīrīt biežāk, kā tas ir bez koagulanta. Tā, piem., ja bez koagulanta tīrīšana vajadzīga 1—2 reiz gadā, tad ar koagulantu 3—4 reiz gadā. Arī baseini tad jāiekārto ērtākai tīrīšanai, piem., dibens jāizveido piltuvju veidīgi, vai jālieto Dorra tīrītāji u. t. l. paņēmieni, kas pazīstami notekūdens nostādināšanas baseinu praksē.

24. Filtrēšana.

a) Vispārējie ieskati.

Ar nostādināšanu ūdeni atbrīvo no rupjākām un smagākām suspendētām vielām, kamēr smalkākās vielas un baktērijas iziet cauri. Ūdens galīgai iztīrīšanai vajadzīga vēl filtrēšana. Parasti tātad ūdens iepriekš jānostādina, iekams to apstrādā tālāk ar filtrēšanu. Tomēr ir atsevišķi gadījumi, kad filtrācija iespējama bez iepriekšējas nostādināšanas. Tādi gadījumi ir, ja ūdeni ieņem no ezeriem, dabīgiem vai mākslīgiem, kas savā ziņā aizstāj nostādināšanas baseinus. Tāpat iztiek bez iepriekšējas nostādināšanas, ja filtrācijas process ir saistīts ar koagulācijas procesu, kas notiek pašā filtrā.

Ar ūdens filtrēšanu vai nokāršanu praktiskā nozīmē saņemot ūdens caurlaišanu caur smilšu slāni, kas aiztur nevien ūdenī atrodošos mehāniskos netīrumus, bet arī baktērijas. Filtrēšanas rezultāts, t. i., cik suspendēto vielu un baktēriju filtrs aizturēs, atkarīgas no filtrmateriāla mehāniskā sastāva (graudiņu rupjuma), no filtrātruma un dažiem citiem apstākļiem, kā tas no turpmākā redzams. Teorētiski varētu ar filtrēšanu sagādāt no mehāniskiem piemaisījumiem pilnīgi tīru ūdeni, bez kādām baktērijām, bet tas izmaksātu dārgi. Tādēļ

¹⁾ Journal Amer. Water Works Assoc. 1933, 25, 254.

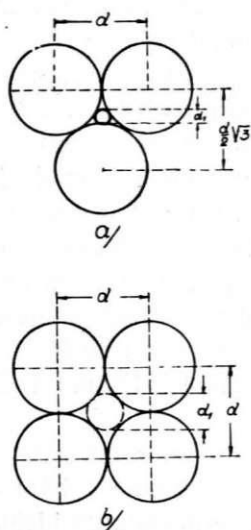
praktiski apmierinās ar to, ka izpilda higiēniskās prasības, t. i., lai ūdenī nepaliktu nekādas ļaunuma nesējas vielas un baktērijas nebūtu ūdenī vairāk par 100/1 cm³.

Filtra darbība ir pa daļai mehāniskas, pa daļai bioloģiskas dabas. Jaunā, tīrā filtrā no sākuma tīrīšanas panākumi ir nelieli, un filtram vajag iestrādāties, nogatavoties savam uzdevumam. Jauns filtrs ar smilšu graudiņu lielumu, piem., $\frac{1}{2}$ mm, nevar vēl aizturēt baktērijas, kuņu garums ir, ap $\frac{1}{1000}$ mm un vēl mazāk, māla daļiņas un koloidus $\frac{1}{10000}$ mm un vēl mazākus. Filtra iestrādāšanās domājama šādi. Vispirms filtra virsējā kārtā aizķeras visas tās vielas kas rupjākas par starpām smilšu graudiņu uzbūrumā. Šīs starpas, pat iedomājoties smilšu graudiņus lodīšu veidīgus, ir ļoti dažāda lieluma, atkarīgi no tā, kā graudiņi sagulstas (215. zīm.), vai blīvāk (a), vai mazāk blīvi (b). Pirmā gadījumā starpas lielums d_1 ir ap 0,2 d, bet otrā gadījumā starpa ir vēl lielāka: $d_1 = 0,5 d$. Tātad uz starpas paliktu gulot lodītes diametra 0,2 līdz 0,5 no graudiņu diametra. Suspendētās vielas arī nogulstas uz graudiņu virsām un te pieķeras uz fizikālā adsorbcijas likuma pamata. Līdz ar to starpas kļūst arvien mazākas un beidzot, kad starpas ir vairs tikai tik lielas, ka pa tām nevar caursprausties vissmalkākās suspendētās vielas un baktērijas, filtrs ir iestrādājis. Tādā ceļā filtrmateriāla graudiņi apvelkas ar receklainu, gļotainu pārklāju, kas sastāv no nogulšamies baktērijām un koloidālām vielām. Tā ir tā sauktā filtrādiņa, kas pie smalkiem smilšu filtriem tomēr dziļi filtrā neiesniedzas, bet pie rupjgraudainiem filtriem materiāla graudiņu pārklājas ar filtrādiņu arī līdz lielākam dziļumam. Filtrādiņā, ja tā pastāv ilgāku laiku, var attīstīties arī organiska dzīvība no algām un baktērijām, kas mitinās filtrādiņā, pievelkot un uzsūcot (adsorbējot un absorbējot) vissmalkākās duļķes un organismus. Ka filtrā notiek bioloģiski procesi, redzams no apskābļošanas procesiem, jo brīvais amonjaks pārvēršas nitrātos. Bioloģiski procesi atkarīgi no temperatūras un ir ziemā mazāk iedarbīgi kā siltā laikā. Bioloģiskiem procesiem vajadzīgs skābeklis, kas gan pa daļai jau atrodas tīrāmā ūdenī, bet jā rūpējas arī, lai tas no gaisa brīvi ietīktu filtrā.

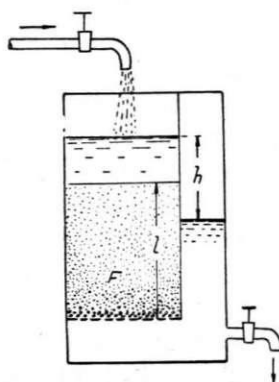
Vielu pārmaiņa filtrā var notikt pa daļai arī elektrolītiskā ceļā, pēc iōnu teorijas. Ja 2 iōni ar dažādu elektrības lādiņu (+ vai —) nāk kontaktā, tad vai nu elektriskais lādiņš tiek neitrālizēts, vai arī var iedarboties dažādu ķīmisku vielu pārveidošanā. Vienas, kas atrodas ūdenī, kā suspendētās, tā šķīdinātās, var būt iōnizētas. Tāpat var domāt, ka arī smilšu graudiņi var būt iōnizēti un satur elektrisku lādiņu. Smilšu graudiņu elektrisks lādiņš un iōnizētas vielas ūdenī iedarbojas ūdens ķīmisko sastāvdaļu pārveidošanai. Šāda filtra darbība ar laiku izbeidzas, bet pēc filtra tīrīšanas atkal atjaunojas.

Filtrētā ūdenī, filtrātā, gan vēl atrod, lai gan nelielā daudzumā, baktērijas. Kā šīs baktērijas ir cēlušās, vai tās ir izgājušas cauri filtram, atrazdamās netīrītā ūdenī, vai ir izaugušas pašā filtrā, uz šo jautājumu pilnīgi drošu atbildi dot ir grūti, un pētījumus šai ziņā vēl nevar uzskatīt par noslēgtiem.

Filtram vajadzīgais iestrādāšanās laiks atkarīgs no notekūdens sastāva un temperatūras un arī no filtra rakstura. Pie lēniem



215. zīm. Filtrmateriāla graudiņu starpas.



216. zīm. Filtru princips.

smalksmilšu filriem iestrādāšanās ilgst 2—3 dienas, bet jo netīrāks ir ūdens, jo ātrāk attīstās filtrādiņa. Pie ātrfiltriem filtrādiņas attīstību parasti veicina koagulants, kas tātad dod filtram iespēju ātri iestrādāties.

Kad jaunu filtru laiž darbā, to piepilda ar tīru ūdeni no apakšas un tikai tad, kad filtrmateriāla starpas pilnas ar ūdeni, sāk laist ūdeni no virsas. Ja tīru filtru pildītu no virsas ar ūdeni, tad ūdens, spiezdamijs ātri iekšā, ieskalotu netīrumu vielas dziļi filtra ķermenī, kas nāktu filtra darbībai par ļaunu. Kad filtrs, arī pāri par materiālu, piepildīts ar ūdeni līdz vēlamam līmeņa augstumam, sākas pilna darbība, bet no sākuma, tik ilgi, kamēr filtrs nav iestrādājies, jālaiž ūdens cauri ar mazāku ātrumu, arī aiz tā paša iemesla, lai netīrumu vielas netiktu ieskalotas dziļi filtrķermenī. Tikai pēc tam, kad filtrs iestrādājies, nogatavojies, var iesākt darbību ar normālu filtrātrumu. Ar filtrātrumu saprot, līdzīgi kā ar gruntsūdens tecēšanas ātrumu, caurtekošā ūdens daudzuma un filtrlaukuma kvocientu. Ja caurtekošo ūdens daudzumu apzīmējam ar Q un filtrlaukumu ar F (216. zīm.), tad filtrātrums v ir:

$$v = \frac{Q}{F}.$$

Tāds ātrums ir idejiskais ātrums, un tas ir ievērojami mazāks par patieso ātrumu, ar kādu ūdens tek pa filtrmateriāla starpām. Ātrumu mēdz apzīmēt ar mm/st. vai m/24 st. Parasti pie smilšu lēnfiltriem $v = 100$ līdz 125 mm/st., vai $2,4$ līdz 3 m/24 st., kamēr pie ātrfiltriem ātrums ir līdz 5 m/st. vai 120 m/24 st., tātad ap 50 reiz lielāks kā lēnfiltriem. Pieļaujamais normālais ātrums katrā filtrstacijā ir jānosaka ar vietējiem izmēģinājumiem un novērojumiem.

Lai ūdens zināmā daudzumā, ar zināmu ātrumu tecētu cauri filtram, vajadzīgs zināms spiediens, t. i. augstuma starpība h (216. zīm.) starp ūdens līmeni uz filtra un pēc filtra. Šo lielumu h sauc par filtra darba spiedienu vai spiediena augstuma zaudējumu, ko vienkāršības dēļ turpmāk sauksim par filtrspiedienu. Tas vajadzīgs, lai pārvarētu kustības pretestības, kādas ceļas ūdenim kustoties pa filtrmateriāla starpām. Jo netīrāks filtrs, jo grūtāk ūdenim kustoties pa starpām, jo lielāks spiediens vajadzīgs, lai ūdens varētu izspiesties pa starpām. Spiediena lielumu pielaiž parasti ne vairāk par $0,75$ — 1 m, jo ar lielāku spiedienu netīrumu vielas iespiestos lielākā dziļumā. Tīrā filtrā spiediens ir tikai dažus cm liels.

Tātad filtrātrums un filtrspiediens ir viens no otra atkarīgi, jo lielāku filtrātrumu, arī lielāku filtrāta daudzumu, var sasniegt tikai ar lielāku spiedienu. Bet filtrspiediens vajadzīgs arī pie nemainīga ideāla filtrātruma resp. konstanta filtrāta daudzuma, lai sagādātu vajadzīgo patieso ātrumu, ar kuŗu ūdenim jātek pa graudiņu starpām. Jo vairāk pēdējais piesērē, jo lielāks filtrspiediens vajadzīgs, lai izspiestu to pašu ūdens daudzumu caur samazinājušos starpu tilpumu ar lielāku ātrumu. Bet tādā patiesam ātrumam ir arī savas robežas, jo tas nedrīkst kļūt tik liels ka varētu pārraut filtrādiņu, kam sekas būtu tās, ka ūdens tecētu no filtra nepietiekami tīrs. Tādēļ tad, tiklīdz filtrspiediens ir sasniedzis savu pieļaujamo maksimumu ($0,75$ — 1 m), filtrs ir jātīra.

Filtrus izbūves un arī rīcības ziņā var sadalīt 2 galvenās grupās: 1) lēnie smilšfiltri (angļu filtri) un 2) ātrfiltri vai mehāniskie filtri (amerikāņu filtri). Dažreiz vēl lieto priekšfiltrus (prefiltrus), kas noder ūdens iztīrīšanai no rupjākām vielām, ja ūdens ir ļoti netīrs, un tā ūdeni sagatavo galīgai iztīrīšanai lēnajos smilšfiltrus.

b) Lēnie smilšfiltri.

Mākslīgi sagatavotus smalkas smilts filtrus ūdens tīrīšanai sāka lietot Anglijā (1829. g. Londonā), un tādēļ tie arī dabūjuši nosaukumu angļu filtri. Smilšu filtrus iebūvē valējos vai pārklātos baseinos. Rīcība ar valējiem filtriem ir ērtāka, un tie arī lētāki, bet tie pieput, vasarā

attīstās algas, ziemā aizsalst, kas sevišķi viegli notiek stiprākā salā, jo upes ūdens ir auksts, nedaudz pāri par 0° . To ievērojot, mūsu klimatā valēji filtri pilnīgi nebūtu vietā.

Filtru pārklājumu var taisīt dažādi. Varētu vienkārši uzbūvēt koka jumtu, bet tad vajadzīgas izolācijas pret aukstuma iespaidu, un ar to būve tiktu sadārdzināta. Parastie pārklājumu veidi senāk bija velves uz kolonnām, tagad mēdz taisīt līdzenu segu no dzelzbetona konstrukcijas. Pārklājums jāpaveļ ap 2 m pāri pār filtru, lai cilvēks varētu stāvēt, kad viņam filtrā jāieiet tīrīšanas nolūkā. No virsas pārklājumu apber ar 1,5 līdz 2 m biezu zemes kārtu (biezums atkarīgs no klimata). Jārūpējas arī par gaismu, ietaisot gaismas šachtas, un par vēdināšanu ar vēdināšanas šachtām vai kanāļiem.

Arī pārklātos filtros dažreiz ziemā var virsū attīstīties ledus, kad upes ūdens ir tikai nedaudz pāri 0° , tādēļ var būt vajadzīgs filtra telpu apsildīt, piem., ar kondensācijas ūdeni, ja tīrīšanas stacijā ir tvaika mašīnas.

Filtru koplaukumu aprēķina, zinot tīrāmā ūdens daudzumu un filtrātrumu. Ūdens patēriņš, kā jau minēts, ir svārstīgs, nevien pa stundām dienā, bet arī pa dienām nedēļā, pa mēnešiem un gadiem. Lai cik liels arī būtu ūdens patēriņš, tomēr tas jāapmierina ar filtrētu ūdeni, un nav labi, ja piejauc nefiltrētu, kā to dažās vietās praktizē. Diennakts svārstības var rēgulēt ar pietiekami lielu krājrezervuāra tilpumu, pie kam tad filtri var visas 24 stundas darboties vienmērīgi. Svārstības pa nedēļas dienām jānokārto ar filtrātrumu maiņu, kas gan visai liela nebūs. Ja kādā nedēļas dienā vajadzīgs izcili liels patēriņš, tad tādām gadījumam jāparedz rezerves filtri, kas jau iestrādājušies. Rezerves filtri vajadzīgi arī filtru tīrīšanas un remonta gadījumiem. Attiecīgi uz rezerves filtru skaitu var pieņemt 1 līdz 3 strādājošiem filtriem 1 rezerves filtru, 4—7 strādājošiem — 2 rezervē un pie 8 un vairāk — ne mazāk par 3 rezervē.

Rezerves filtrus var aprēķināt ar formulu:

$$x = \frac{n(t_d + t_r)}{t_d}$$

kurā apzīmēts ar:

- t_d — viena filtra darba dienu skaits,
- t_r — remonta un tīrīšanas dienu skaits,
- n — darbā atrodošos filtru skaits un
- x — filtru kopskaits.

Piem., $n = 10$, $t_d = 30$, $t_r = 3$, tad $x = \frac{10 \cdot 33}{30} = 11$, rezervei pie-

tiktu ar 1, bet neparedzētiem gadījumiem un neparedzēti lieliem ūdens patēriņiem jāparedz vēl 2, tad, ja darbotos 10 filtri, 3 būtu rezervē.

Attiecīgi uz filtra vienību lielumu, kas nosaka filtra skaitu, jāievēro, ka lieli filtri, uz ūdens vienību rēķinot, izmaksā lētāk kā mazi, jo apkārtējo sienu gaņums uz laukuma vienību iznāk mazāks. No otras puses, lieli filtri nav vēlami aiz tā iemesla, ka, izņemot vienu tādu filtru no darba, tīrīšanas vai remonta gadījumā, uzreiz stipri samazinās darba laukums, un tātad vajadzīgi arī lieli rezerves filtri. Visu to apsverot, var ņemt vērā sekojošus vienību lielumus: mazām ietaisēm līdz 1.000 m², vidējām 1.000 līdz 2.500 m² un lielām — 2.500 līdz 5.000 m².

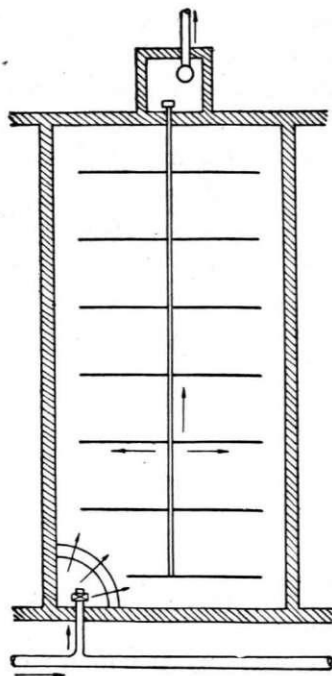
Piemērs. Pilsētai ar 10.000 iedz. ūdens patēriņš būtu, pieņemot 150 l/1 iedz. dienā, $\frac{10000 \times 150}{1000} = 1.500$ m³. Pieņemot filtrātrumu 100 mm/st., vajadzīgais filtr-

laukums būtu $F = \frac{1500}{0,100 \times 24} = 625$ m². Varētu ņemt 1 filtra 625 m² laukumu, bet tad būtu vajadzīgs arī rezerves filtrs tikpat liels, un kopā iebūvējamais filtrlaukums būtu $2 \times 625 = 1.250$ m². Lietderīgāk tomēr būtu pieņemt 2 darba filtrus à 320 m² un 1 rezervē 320 m². Tad kopīgs filtrlaukums būtu $2 \times 320 + 320 = 960$ m², un ietaise būtu ne sliktāk nodrošināta kā pirmā gadījumā.

Filtru baseini jāizbūvē ūdensblīvi, lai nebūtu ūdens zaudējumu. Klonu un sienas taisa vai no ķieģeļu mūra, vai betona, vai dzelzbetona. Klonu taisa ar kritumu, kā šķērsām, tā gaņām, ar $i = 0,01$ līdz 0,005 ūdens satecēšanas virzienā, lai ūdenim būtu vieglāk nonākt uz izteces vietu. Kā klonu, tā sienas iekšpusē taisa gludas, ar gludu apmetumu. Arī no ārpusēs vēlams baseina sienas apmest, lai no ārpusēs, piem., lietus ūdens, nevarētu iesūkties baseinā. Sienu un pārklājumu konstrukcija jāaprēķina ar būvmechanikā pazīstamiem paņēmieniem.

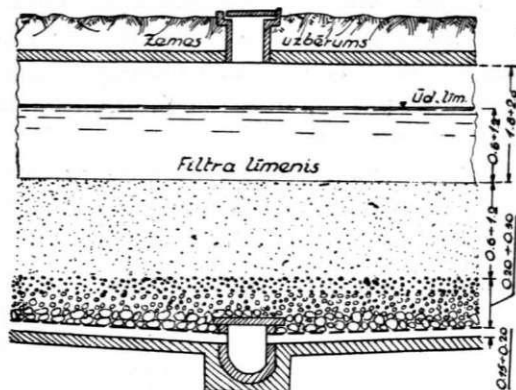
Drenāža.

Filtrāta savākšanai baseina dibenā, uz klona, ietaisīta drenāža. Visvienkāršākā drenāžu sastāv no gareniski filtrā ielikta kollektora (217. zīm.) vai no vairākiem kollektoriem, kas tad apvienoti kopīgā iztecē no filtra. Pie kollektora no abām pusēm pievienotas drenas (217. un 218. zīm.). Drenāža var būt taisīta vai nu no atsevišķām drenām, vai otra caurumaina, pacelta klona (218., 219. un 2210. zīm.) Atsevišķās drenas var būt liktas vai no drenāžas caurulēm, vai caurumainām puscaurulēm, vai ķieģeļiem, viena ķieģeļa

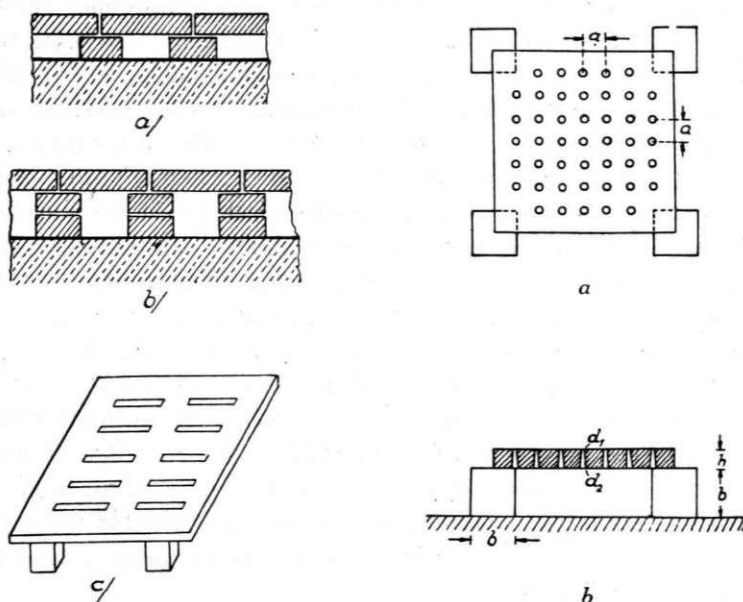


217. zīm. Filtru plāns.

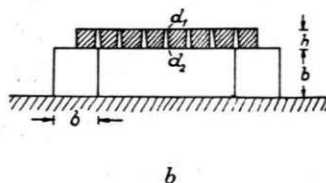
augstumā (219a. zīm.), arī divu ķieģeļu augstumā (219b. zīm.). Vislabāk tomēr ir, ja noliek visu klonu ar caurumainām plātnēm, kurās iegareni (219c. zīm.) vai apaļi (220. zīm.) caurumi. Plātnes taisa ar ieliktu dzelzs stiebrojumu, lai būtu izturīgākas pret lieces spē-



218. zīm. Kollektors un drenāža.



219. zīm. Filtru drenāža.



220. zīm. Drenāžas plātnes.

kiem, ko izsauc filtrmateriāla svars. Tādas plātnes ir piem., Maskavas filtrs, šādos izmēros: plātnes biezums 40 mm, platums un gaņums 332 mm, attālums starp caurumu rindām (a) = 30 mm un caurumu lie-lums virsū $d_1 = 4$ mm un apakšā $d_2 = 8$ mm, ar plātnē ieliktu stiebro-

jumu no $\frac{1}{8}$ " dzelzs. Plātnes noliek uz kubiskiem klucīšiem, kas 110 mm plati, un zem plātnēm paliek brīva telpa, kurā ūdens no caurumiem satek un notek uz kolektoru, ar ko to izvada no filtra. Tādam caurumainam klonam ir tas labums, ka ūdens var vienmērīgāk iziet cauri filtram un piepildīšanai no apakšas var arī vienmērīgāk ūdeni ievadīt filtrā. Kolektoru iedziļina apakšējā klonā un no virsas pārklāj ar dzelzsbetona plātnēm, atstājot vaļējas šuves starp plātnēm. Kā jau minēts, klons jāizveido tā, lai būtu attiecīgs kritums kolektoram un tāpat arī kritums uz kolektora pusi ($i = 0,01 - 0,03$).

Ja netaisa otru caurumainu klonu, bet taisa atsevišķas drenas, tad to lielums jāaprēķina vajadzīgā ūdens daudzuma novadīšanai, ņemot vērā attiecīgos kritumus. Pēc Schoklitsch'a var noderēt

viena drena platumā	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30 m
filtrlaukumam	30	70	150	250	400 m ²

Pabalstslāņi.

Pabalstslāņi, uz kuriem gulstas īstais smalkais filtrmateriāls, vajadzīgi, lai pēdējais nevarētu iziet cauri drenāžas caurumiem. Pabalstslāņi tiešu dalību filtra darbībā neņem, un tādēļ to biezums jāizvēlas tik mazs, cik iespējams (218. zīm.). Graudiņu rupjums pabalstslāņiem izvēlams tā, lai apakšējā slāņa graudiņi būtu tāda rupjuma, ka caur starpām nevarētu izspiesties virsējā slāņa graudiņi. Kā jau minēts (299. l. p.), rupjākiem graudiņiem jābūt 2 līdz 5 reiz lielākiem par smalkākajiem. Tātad, ja filtrmateriāls būtu ar $d = 0,3 - 1,0$ mm, tad pirmam atbalstslānim vajadzētu būt no 1—5 mm rupjas smilts, zem tā oļiem no 5—10 mm un vēl dziļāk 10—30 mm, ja caurumi drenāžā nav lielāki par 10 mm. Balsta slāņu biezums ir 7—15 cm katram slānim, pie kam apakšējais, kas nāk uz slīpa klona, jānolīdzina ar horizontālu virsu, lai augšējie slāņi varētu būt vienāda biezuma un ar horizontālām virsām. Piemēram par noderēt Maskavas filtru slāņu biezumi. Svaigi uzbērtā filtrā istā filtrmateriāla slāņa biezums ir 1.200 m, pie kam smilšu graudiņu lielums ir 0,3—1 mm. Zem tā nāk pirmais rupjās smilts slānis ar 1—4 mm graudiņiem un 7 cm biezumā. Tālāk oļi 4—8 mm, biezumā 10 cm, un beidzot rupji oļi 8—15 mm, arī 10 cm biezumā. Visam materiālam jābūt priekš uzbēršanas filtrā labi nomazgātam un nosijātam.

Filtrsmilts.

Filtrsmilts sastāv no tīras, mazgātas smilts ar cik iespējams vienāda lieluma graudiņiem. Pēdējai prasībai ir tā nozīme, ka pie dažādu graudiņu lieluma smalkākie iespiestos, ūdens ieskaloti, rupjāko starpā

un filtrs ātrāk piesērētu. Tāpat arī smiltij jābūt cik iespējams vienmērīgi iebērtai visā filtrā. Ja tas nebūtu, tad vietas ar rupjāku materiālu laistu ūdeni vieglāk cauri kā vietas ar smalkāku materiālu, tātad filtrācija notiktu ar nevienādu ātrumu, un tā kā rupjākā materiālā attīstās lielāks ātrums, tad tas pildītos lielākā mērā ar netīrumiem kā smalkākais. Tādā kārtā tad filtrs netiktu vienmērīgi izmantots un arī filtrrezultāts būtu nevienmērīgs. Lai sasniegtu pēc iespējas vienmērīgāku filtra uzbūvi, smiltis uzber horizontāliem slāņiem, ap 0,20—0,30 m biezumā. Graudiņu rupjumu izvēlas ap 0,5 mm, bet parasti tas svārstās robežās no 0,3 līdz 1 mm, un vairāk kā 1 mm un mazāk par 0,3 mm drīkstētu būt tikai neliels procents.

Amerikānis Hazens pētījis dažādus smilšu paraugus, to filtrācijas spēju salīdzināšanas nolūkā. Ar efektīvo vai darbīgo graudiņu lielumu saprot zināmā smilts paraugā to graudiņu lielumu, kuŗam, ja tas būtu vienīgais, būtu tā pati caurlaides spēja kā patiesībā esošam materiālam ar dažādu graudiņu lielumu. Efektīvais lielums atbilst tam sieta acu lielumam, caur kuŗu izkrīt 10% un uz kuŗa paliek 90% materiāla, pēc svara. Bet ar efektīvā lieluma zināšanu vēl nav noskaidrots, kādas ir attiecības starp lielākiem un mazākiem graudiņiem, to rupjuma un daudzuma ziņā. Ar vidējo graudiņu lielumu apzīmē tādu sieta acu lielumu, uz kuŗa paliek 40% un izbirst cauri 60% no materiāla, pēc svara. Dalot vidējo lielumu ar efektīvo lielumu, dabūjam vienādības reizuli. Jo vienādāka rupjuma ir materiāls, jo mazāks ir vienādības reizulis.

Amerikā uzskata par filtriem noderīgu materiālu tādu, kam efektīvais lielums ir ap $d_{10} = 0,30—0,35$ mm un vienādības reizulis $d_{60} : d_{10} = 1,75$. Tā, piem., ir atrasts:

	ef. lielums mm	vienādības koef.
Filadelfijā (Pa)	0,30	1,60
Pitsburgā (Pa)	0,30	1,84
Vašingtonā (D. C.)	0,34	2,06
Toronto (Can.)	0,22	1,60
Indianopolisā	0,42	1,80

Arī Eiropā līdzīgā veidā tagad raksturo filtrsmilti:

	ef. lielums mm	vienādības koef.
Berlīnē	0,33 līdz 0,35	1,5 līdz 2,0
Magdeburgā	0,39 „ 0,40	2,0
Hamburgā	0,28 „ 0,34	2,0 līdz 2,5
Cīrichē	0,23 „ 0,30	3,1 „ 3,2

Smilti iegūst vai no upju gultnēm, vai raktuvēm. Attiecīgo lielumu sagādā ar sijāšanu, un tīrību ar mazgāšanu.

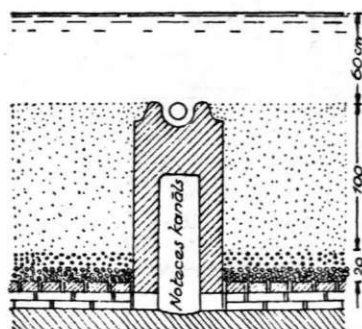
Filtrsmilti uzber a u g s t u m ā ne mazāk par 0,6 m un līdz 1,20 m. Katrā tīrīšanā noņem netīro, virsējo kārtu 2 līdz 5 cm biezumā, kamēr paliek vēl pāri vismaz 0,4 līdz 0,5 m. Tad noraktais filtrmateriāls jāatjauno līdz pirmatnējam augstumam.

Ū d e n s l ī m e ņ a a u g s t u m s p ā r i p ā r f i l t r u (218. zīm.) jāietur pastāvīgi viens un tas pats, un lielākam ietecees gadījumam jāparedz visaugstākā līmeņa pārtece uz kanalizāciju. Ūdens slānim pāri pār filtru ir tā nozīmē, lai ietekošā ūdens strāva nomierinātos un viņpi neaiztiktu smilšu virsu. Līmenis jāietur pastāvīgs (konstants), jo citādi, ja ūdens līmenis būtu svārstīgs, mainītos arī ūdens spiediens smiltis slānī, un kaut kur filtrā varētu rasties mazāks spiediens par atmosfairisko, tad tur sarastos gāzes pūšļi, kas no ūdens atdalītos un traucētu vienmērīgu filtrāciju. Ūdens līmeņa augstumu pāri pār sākuma filtra virsu pieņem 0,9 līdz 1,0 m, ja normāls smilšu augstums, reti mazāku par 0,6 m vai lielāku par 1,2 m, un ūdens līmenis nemainās pēc smilšu norakšanas tīrīšanas nolūkā, tātad mainās tikai ūdens slāņa biezums. Spiediena augstumu rēgulē ar ūdens līmeni izteces kamerā un nekādā ziņā ne ar līmeni pārī filtram.

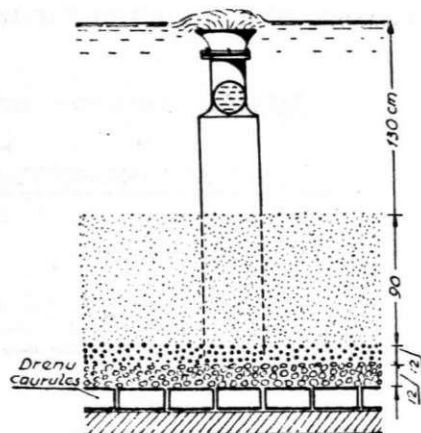
Ū d e n s i e t e c e f i l t r ā .

Ūdens ietece filtrā jāiekārto tā, lai ietekošā ūdens strāva nevarētu izskalot smilti pie ietecees. Kad filtrs ir pilns ar ūdeni un ūdens atrodas arī jau pāri pār filtru, tad smiltis izskalošana nevarēs notikt, bet gan tā var notikt, kad vēl ūdens slānis pāri filtram nav pietiekami biezs, tāpat arī tad, kad pildīšana no apakšas nevar notikt, ja nav vajadzīgā spiediena iepildāmam ūdenim. Tādā gadījumā pildīšanai jānotiek tā, lai ūdens neiztecētu uz filtru ar lielu sparū un neizskalotu smilti. Ietaises ir ļoti dažādas. Var filtra vidū iebūvēt reni (piem., pāri pār drenāžas kolektoru), kurās vienā galā ūdens ietek no pievada (221. zīm.) un pārlīst pār renes malām. Ja izrādītos par vajadzīgu ūdeni vēl priekš ietecees filtrā aerēt, tad izlaidi paceļ pāri pār ūdens līmeni (222. zīm.) un ietaisa vēl izšļācējus. Ūdens ietece jāiekārto tā, lai ietecētu tikpat daudz ūdens, cik iztek no filtra, tātad, lai ūdens līmenis pāri pār filtru paliktu konstants. Tādā gadījumā ietaise varētu būt arī sekojoša. Ūdens no pievada, kas noslēdzams ar aizlaidni, ietek filtra priekškambarī, un uz ietecees caurules gala ievietots dubultvārstulis, kas piestiprināts pie pludiņa (223. zīm.). Pie visaugstākā ūdens līmeņa vārstulis aiztaisās un noslēdz pieteci. No priekškambara ūdeni ielaiž filtrā ar cauruli, kas saliekta uz augšu, pie kam vertikālā daļa var sastāvēt no atsevišķiem gredzeniem (223. zīm.). Gre-

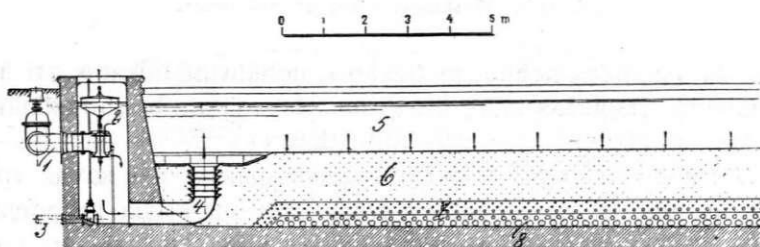
dzenus uzliek tādā augstumā, lai izteces mala būtu nedaudz zemāka par katrreizējo filtrsmilšu līmeni. Ar tādu ietaisi arī iespējams pāri pār filtru atrodos ūdeni, ja tas vajadzīgs, nolaist atpakaļ caur ieteces cauruli, un izlaidi no priekškambara.



221. zīm. Ūdens ietece filtrā no renes.



222. zīm. Ietece ar aerāciju.



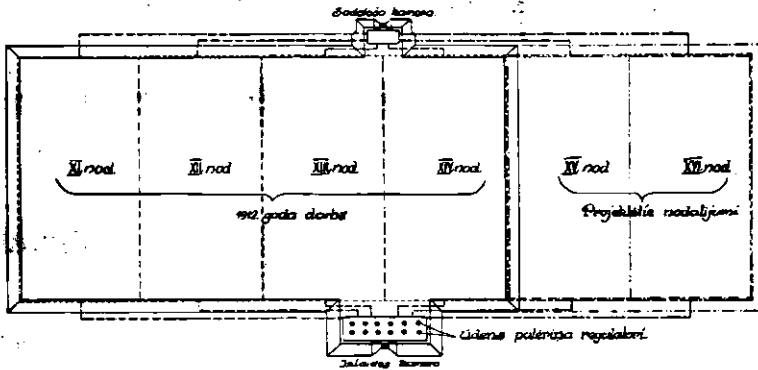
223. zīm. Ieteces automatiskais rēgulātors.

Izteces rēgulātors.

No drenāžas filtrētais ūdens iztek sevišķā nelielā telpā, kurā novietoti: aizlaidnis uz kolektora izteces gala un filtrātruma un filtrspiediena rēgulātors. Šinī nodaļumā jāievieto arī pārgāze liekā ūdens novadīšanai, kad ūdens paceltos augstāk par pieļauto līmeni, ja tāda ietaise jau nav paredzēta ieteces galā. Jāparedz arī dibens nolaide šai telpā. Vēlams blakām šai slapjajai telpai iebūvēt sausu nodaļojumu, kurā varētu novietot dažādus aizlaidņus: uz dibens nolaižu no slapjās telpas, uz vada, kas iekārtots filtra pildīšanai no apakšas ar filtrētu ūdeni, un tāpat arī tīrūdens nolaižu vadam uz tīrūdens rezervuāru. Rēgulātoru, kā arī aizlaidņus

kameras, var ierīkot kopīgi vairākiem filtriem (Maskavā) (224. zīm.). Filtrātruma un filtrspiediena rēgulēšana vajadzīga tādēļ, ka no filtra prasa, lai tas dotu noteiktu ūdens daudzumu un tas, kā jau zināms, ir proporcionāls filtrātrumam. Abām šīm prasībām jābūt saskaņotām. Filtrātrums atkarīgs no filtrspiediena, un tas pieaug līdz ar filtra piesērēšanu, tātad vajadzīgs, lai katrreizējam filtrātrumam kaut kuŗā laikā piemērotos filtr-

Izslaides kameras novietne Maskavas filtros.



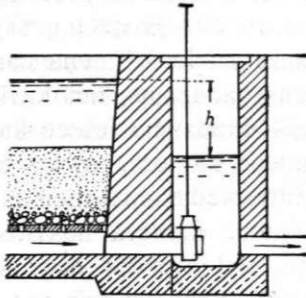
224. zīm. Maskavas filtru grupas plāns.

spiediens. Ja spiediens nebūtu pietiekams, nebūtu pietiekams arī ātrums, ar kuŗu ūdenim jāspiežas caur filtru, un saskaņā ar to samazinātos arī filtrētā ūdens daudzums, jo pastāv attiecības $Q = F \times v$, kur F — filtra laukums — nevar grozīties. Bet filtrspiedienam ir arī savas robežas. Faktiskais ātrums, ar kuŗu ūdens spiežas caur materiāla graudiņu starpām, ir jo lielāks, jo mazākas piesērējoties kļūst starpas, un viņš nedrīkst tapt tik liels, ka varētu pārraut filtrādiņu, jo tad drenāžā ietecētu nefiltrēts ūdens. Tādēļ tad arī katram filtram, atkarīgi no tā rakstura (materiāla īpašībām), nozīmēts vislielākais filtrspiediens, kas nepārsniedz 0,75 līdz 1,00 m.

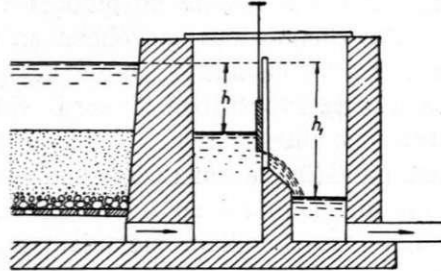
Visvienkāršāk filtrspiediena rēgulēšana izdarāma ar roku, ar aizlaidņu palīdzību (225. zīm.). Šai gadījumā filtrspiediens h ir sastādīts no patiesā filtrspiediena un no berzes zaudējuma aizlaidnī, tātad nav saskatāms īstais spiediens un līdz ar to arī īstais ātrums. Rēgulēšana izdarāma saskaņā ar iztekošo ūdens daudzumu, kas tad mērijams ar pārgāzes ietaisi vai Voltmaņa vai citas kādas sistēmas ūdens mēritāju.

Uzlabotā ietaise ir regulātors ar pārgāzi (226. zīm.), kur rēgulēšanu neizdara ar aizlaidni, bet ar pārgāzes ietaisi, pie kam pārgāzes iztecesaugstums kārtojams ar aizbidni.

Rēgulēšana no rokas ir subjektīva un var notikt tikai periodiski, turpretim filtrspiediens pieaug nemitīgi. To ievērojot, jālieto automātiski rēgulātori. Tādu ir ļoti daudz un dažādas konstrukcijas. Par ļoti vienkāršu un labu izrādījies Lindleja sist. rēgulātors, kas lietots

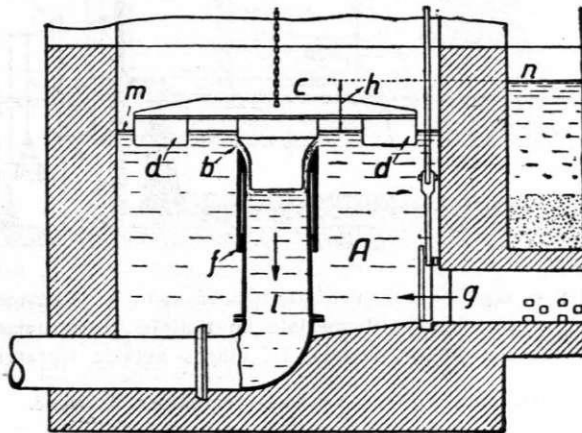


225. zīm. Aizlaidnis kā rēgulātors.



226. zīm. Rēgulātors ar pārgāzi.

daudz vietās, starp citu Varšavā, pārlobotā veidā Maskavā un modificētā veidā Brēmenē. Lindleja rēgulātors principā (227. zīm.) pastāv no teleskopiskas caurules (piem., $d = 58,4\text{cm}$). Iekšējā caurule savienota nekustami ar filtrāta novadcauruli (l). Ārējā, augšējā caurule, kustas uz

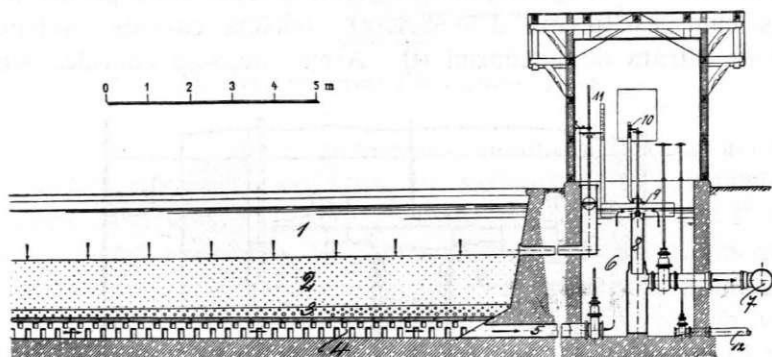


227. zīm. Lindleja sistēmas rēgulātors.

apakšējās ar blīvslēga palīdzību. Augšējā daļā caurule piestiprināta pie pludiņiem. Caurules virsējā daļā ietaisīti caurumi vai lodziņi, kuru lielumu var rēgulēt ar attiecīgu aizlaidņu konstrukciju, vai samazinot augstumu vai platumu, un tā uzstādot noteiktu, nemainīgu filtrātrumu un līdz ar to nemainīgu ūdens daudzumu. Aparātu var tā norēgulēt, lai zināma

lieluma lodziņi atrastos arvien vienā un tai pašā dziļumā zem ūdens līmeņa, tātad spiediena augstums ietecei lodziņā būtu konstants. Caurtekošā ūdens daudzums, tātad arī filtrātrums, atkarājas tad no lodziņu lieluma, ko var rēgulēt, pataisot to šaurāku vai zemāku, ar virsējās daļas paskrūvējumu. Var rēgulēt arī augstumu ietecei lodziņā ar pretsvāriem, ko var uzlikt vai noņemt no pludiņa virsas, vai ar virsējā gala uzskrūvējumu. Pie zināma lodziņa lieluma un dziļuma zem ūdens līmeņa caur lodziņu iztecēs konstanti viens un tas pats ūdens daudzums, neatkarīgi no ūdens līmeņa svārstībām kamerā. Šāda ūdens daudzuma ietece kamerā atkarājas no filtrspiediena, tātad no ūdens līmeņa kamerā, un tas tad ar pludiņa palīdzību automatiski rēgulējas. Kad filtrspiediens sasniedzis savu noteikto maksimumu un ūdens līmenis rēgulātorā kamerā nokritis līdz attiecīgam viszemākam pieļaujamam līmenim, tad augšējā caurule uzgulstas uz nekustīgo apakšējo, ūdens iztece samazinās un var pat pavisam apstāties. Tad filtrs ir jātīra.

Pēc tā pašā Lindleja principa dir. Götze Brēmenē konstruējis rēgulātoru (228. zīm.). Te ūdens ietek tēleskopiskas caurules virsējā galā, un

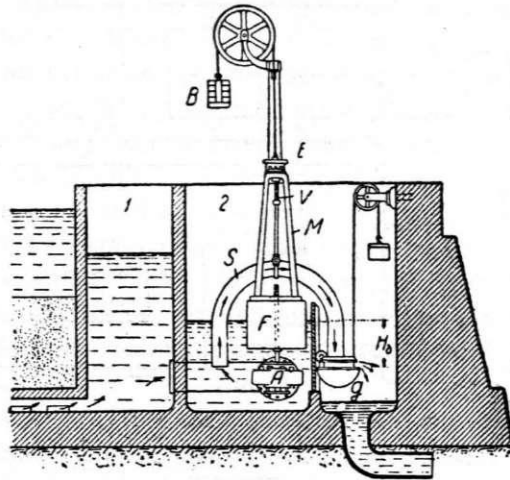


5. filtrāta ietece, 6. rēgulātorā kamera, 7. tīrūdensvads, 8. rēgulātorā teleskopiskā caurule, 9. rēgulātorā pludiņš, 10. mērlata un rādītājs filtrātrumam, 11. mērlata un rādītājs filtrspiedienam, 12. dibens nolaide filtrātam.

228. zīm. Götze's sistēmas rēgulātors Brēmenē.

tā dziļums zem ūdens līmeņa kamerā norēgulējams ar stangu, ko galā piestiprināts ātruma rādītājs (10). Uz pludiņa virsas atrodas divas mērlatas, viena no tām filtrātruma (10), otra filtrspiedienā (11) norādīšanai. No pēdējās var tieši nolasīt līmeņa starpību starp ūdens līmeņiem pāri pār filtru un rēgulātorā kamerā, t. i. filtrspiediena lielumu. Konstruktīvā ziņā vēl būtu jāmin, ka visām kustīgām daļām jābūt iekārtotām tā, lai berzes iespāids būtu cik iespējams mazs.

No rēgulātoru tipiēm vēl jāmin Didelona sist. rēgulātors (229. zīm.), kas lietots Tiflisā, Cīrichē un c. Izteces kamera sadalīta 2 nodalījumos. Pirmais nodalījums (1) dod iespēju atzīmēt filtrspiedienu. Otrā nodalījumā (2) rēgulātorā ievietots aparāts, kas sastāv no rāmja (M) uz pludiņa (F) ar rēgulējošu vārstuli (A). Pie rāmja ar skrūvējamās (V) stangas palīdzību piekārtais sifons (S) ar izteces galu ievietots pāri pār šķērssienu. Sifona caurules izteces gals nobeidzas tases veidīgā traukā, pār kuŗa malu pārlejas no sifona tekošais ūdens. Sifons ar pludiņu pieskaņojas ūdens līmenim kamerā, un tāvad līmeņu starpība kamerā un sifona iztecē (H_0) paliek konstanta, un līdz ar to konstants arī iztekošā ūdens daudzums. Ja maina ūdens daudzumu resp. filtrātrumu, tad šī



229. zīm. Didelona sistēmas rēgulātors.

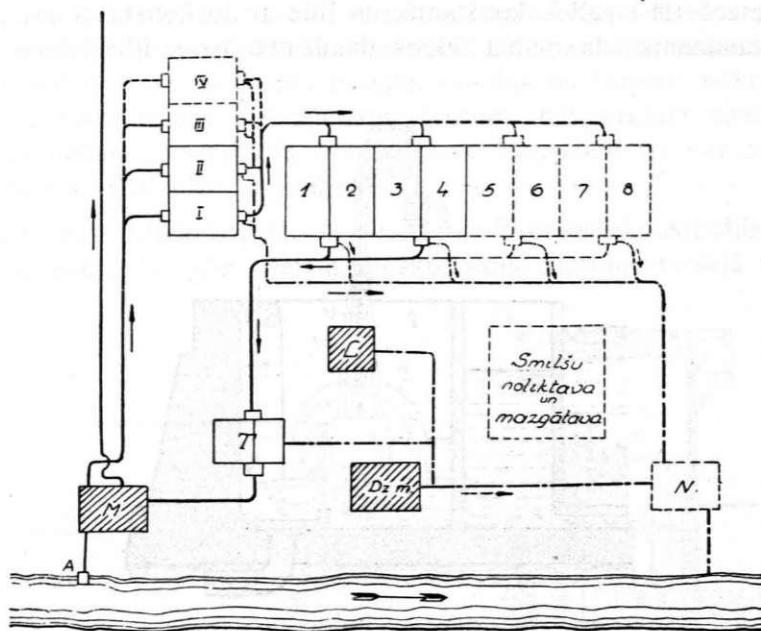
līmeņa starpība (H_0) attiecīgi jāmaina. Šim aparātam pret Lindleja principu ir tas ļaunums, ka ir daudz kustīgu daļu, kas palielina arī berzes pretestības. Lai samazinātu berzi, tasei pietaisīti ritentiņi, kas to ved gar šķērssienu, un rāmim pielikts pretsvars (B).

Filtru piederumi.

Bez vadiem, kas vajadzīgi ūdens piegādāšanai filtriem no nostādīšanās baseina un ūdens novadīšanai no filtra uz tīr-ūdens rezervuāru, vajadzīgi vēl vadi: a) filtra nosusināšanai, kas dod iespēju virsējo, nefiltrēto ūdeni novadīt uz kanalizācijas sistēmu, b) pārteces vadi dažādu filtra nodaļu pārpildīšanas novēršanai un c) ūdens pievads filtra pildīšanai no apakšas ar filtrētu

ūdeni, pēc filtra tīrīšanas, pie kam ūdeni var pievadīt no tīrūdens rezervuāra, no spiedējvada un no citiem filtriem. Jāparedz visur, kur vajadzīgs, attiecīgi aizlaidņi.

Vietas izvēle filtrstacijai grūtības nedara, jo ieņemot no upes vai ezera ūdens tā kā tā jāpumpē. Tomēr vieta jāizvēlas cik iespējams tuvu ieņemšanas vietai, lai vadi būtu īsāki. Dažādās būves jānovieto tā, lai tīrīšanas stacijā uz atsevišķām nodaļām ūdens varētu notecēt ar paštecību vadiem (230. zīm.). Visaugstākā vietā tātad jānovieto nostādīnā-



A — ūdens ieņemšanas ietaise. M — pumpētava. T — tīrūdens rezervuārs.
L — laboratorija. Dz. m. — dzīvojamā māja. N — notekūdens tīrīšanas ietaise.
I, II — nostādīnāšanas baseins, III, IV — paplašināšanai, 1—4 izbūvēti
filtri, 5—8 — turpmākai izbūvei.
———— ūdens vadi. ———— Kanalizācijas vadi.

230. zīm. Filtrstacijas novietnes plāns.

šanas baseini, tālāk filtri un zemāk tīrūdens rezervuārs, no kura tad ūdens pietiek otras pakāpes pumpjiem. Pirmās pakāpes pumpji pacel ūdeni no upes uz nostādīnāšanas baseiniem. Tāpat arī jāparedz notekūdens novadīšanas (kanalizācijas) sistēma, kas uzņem kā ūdeni no filtriem, kamēr tie nav iestrādājušies, tā arī ūdeni nodaļu iztukšošanai, un beidzot arī ūdeni no laboratorijas un dzīvojamām mājām. Ļoti vēlams, lai personāls dzīvotu pašā stacijā. Tālāk jāparedz vieta stacijas laukumā,

netālu no filtriem, smilšu noliktavai un mazgāšanai. Notekūdeņi jāsavada vienā vietā, un te tie attiecīgi jāiztīra, iekams tos izlaiž upē, kas, protams, notiek cik iespējams tālāk no ieņemšanas vietas, leļpus tās, rēķinot upes tecēšanas virzienā.

Filtru tīrišana.

Ja filtrādiņa noblīvējusies tik stipri, ka pat pie vislielākā pielaujamā filtrspiediena vairs nevar caur filtru iztecēt vajadzīgais ūdens daudzums, tad filtrs ir jātīra. Cik ilgi filtrs var strādāt bez tīrišanas, atkarājas no tīrāmā ūdens sastāva, no filtrmateriāla graudiņu rupjuma, no filtrātruma un no pielaujamā vislielākā filtrspiediena. Senāk, pēc novērojumiem Vācijā, filtrs varēja iztīrīt 45 līdz 90 m³ uz 1 m² virsmas, kas atbilstu darbības ilgumam, pie filtrātruma 100 mm st., vai 2,4 m diennaktī, apmēram 20 līdz 40 dienām. Bet tas gan jāuzskata par samērā īsu darbības laiku. Ievērojot to, ka filtra tīrišana maksā dārgi, jaunākā laikā cenšas filtra darbību pagarināt, ūdeni iepriekš labāk iztīrot nostādināšanas bas., ja vajadzīgs ar koagulantu vai ar priekšfiltriem (Maskavā, Cīrihē). Gross ieteic laiku pa laikam, vismaz 1 reiz starp 2 tīrišanas laikiem, filtra virsu uzirdināt ar grābekļiem. Tāds paņēmiens tomēr nav ieteicams, jo netīrumi tiek ieskaloti dziļāk filtrā un tīrot jānoņem jau biezāks netīrumu slānis, 8—10 cm, kamēr parasti, pie mierīgas filtra virsas, jānoņem tikai 2—5 cm. Tātad arī saimnieciskā ziņā ar nogrābšanu nekādi vēlami paņākumi nebūtu.

Kad stājas pie filtra tīrišanas, tā darbību, t. i. pieteci aptur. Tad nolaiž uz tīrūdens baseinu ūdeni līdz līmenim, kas ir kādi 0,30 m zem virsas, t. i. nolaiž visu ūdeni, kas atrodas pāri pār filtra virsu, un vēl kādus 0,30 m no filtra pildījuma. Tālāk vēlams ļaut filtram nedaudz apžūt no virsas, un tad noņemt ar platu liekšķeri virsējo, netīro smilti, ap 2—5 cm biezu kārtu, vai tikdaudz, cik redzams, ka materiāls ir netīrs, ko var viegli redzēt pēc nokrāsas. Noņemto netīro smilti aizved ričās (ķerrās) uz smilšu mazgātavu. Lai atvieglotu materiālu izvešanu, vajadzīgs uz filtriem paredzēt nobraucamas laipas vai tiltiņus. Pēc tam, kad netīrā smiltis no filtra virsas nošķipelēta, nolīdzina tīrā materiāla virsu. Pēc tam notīrīto filtru tāpat kā jaunu piepilda no apakšas lēnām ar tīru filtrētu ūdeni, pie kam pildīšanas ātrums nedrīkst pārsniegt pieņemto filtrātrumu, bet labāk, ja tas ir vēl mazāks. Kad filtrs tādā ceļā piepildīts līdz virsai, sāk ūdeni uzlaist parastā kārtībā, pie noslēgtas drenāžas, kamēr nav virs filtra līdz vajadzīgam līmenim ūdens iepildīts. Tad attaisa izlaides aizlaidni un liek filtram sākt darboties. Tomēr kamēr filtrs nav atkal iestrādājis, t. i. nogatavojies, filtrē ar mazāku ātrumu kā normālā darbā pieņemts, piem., sākumā ar

25 mm st., un pāriet pamazītiņām uz normālo filtrātrumu. Maskavā no sākuma filtrē ar 5 mm ātrumu, tad ik stundas palielina par 5 mm, kamēr nav sasniegti 25 mm. Ja izrādās, ka filtrāts ir pietiekami labs, tad to laiž uz tīrūdens rezervuāru, un turpina palielināt filtrātrumu, kamēr nav sasniegts normālais (120 mm). Filtra iestrādāšanai vajadzīgas 2—3 dienas. Filtru uzskata par iestrādājušos, ja baktēriju filtrātā nav vairāk par 100/cm³.

Vēl jāmin, ka no jauna ar tīru smilti pildīts filtrs iestrādājas lēnāk kā filtrs, kuram tikai no virsas noņemta netīrā smiltis, jo, kā zināms, lielā daudzumā baktēriālā plēvīte attīstās arī lielākā dziļumā.

Ar katru filtra tīrīšanu materiāla augstums samazinās, un beidzot sasmiedz minimālo biezumu, par kādu uzskata 0,30 m. Pie mazāka biezuma jau filtrēšanas spējas samazinās, jo pēc novērojumiem netīrumu vielas un baktērijas var tikt ieskalotas filtrā 0,30 m dziļi, un ja filtra biezums būtu mazāks par 0,30 m, tad tādas vielas izietu drenāžā. Kamēr baktērijas atrodas pašā filtrā, viņas te pat vēlamas, jo ierosina biokīmiskus procesus, par ko jau augšā minēts, un tādā veidā uzlabo pa daļai arī filtrāta ķīmisko sastāvu. Filtrslāņa sākuma biezums ir, kā minēts, 0,6 līdz 1,2 m. Filtra tīrīšana, ja ūdens labi tīrīts, var būt vajadzīga ik pa 2 līdz 5 mēneši. Vasarā filtra darba periods starp 2 tīrīšanām var būt garāks kā ziemā. Noņemamā materiāla kārtā ir 0,6 līdz 1,2 minus 0,3 = 0,3 līdz 0,9 m, un noņemot katreiz pa 2—5 cm, vidēji 3 cm, var pietikt kādām 10 līdz 30 tīrīšanām, t. i. 2 līdz 10 gadiem. Bet parasti nenogaida arī 0,30 m biezumu, bet jau pie 0,40—0,50 m stājas pie pamatīgākas filtra atjaunošanas. Tad noņem vēl liekus 5 cm un uzber jaunu, tīru, mazgātu smilti līdz pirmatnējam augstumam.

Ļoti vēlams ik pēc 10—15 gadiem izņemt visu filtrmateriālu, līdz ar pabalstslāņiem un drenāžu, un uzlikt visu pilnīgi par jaunu, pie kam var izmantot kā savus novērojumus, tā arī citur iegūtus jaunus atradumus drenāžas un vispār filtra uzbūvē.

Vēl jāmin, ka augstākas temperatūras ūdenim, ejot cauri smiltsslānim, berzes pretestība ir mazāka kā aukstākam ūdenim, tādēļ filtrspiediens tīritu filtru darbā laižot, ziemā ir divreiz tik liels kā vasarā. (Vasarā tas ir tikai dažus cm.)

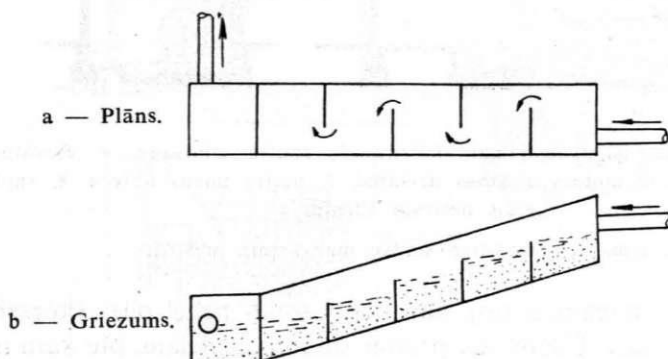
Filtrmateriāla mazgāšana.

Smilšu mazgāšanai jāparedz sevišķas ierīces. Mazam daudzumam var lietot slīpi uzstādītas renes (231. zīm.) ar vertikālām šķērssienām, kas neiet līdz augšai un pārmaiņus nesasniedz vienu un otru sienu. Iemetot mazgājamo materiālu renes augšgalā un laižot cauri stipru ūdens strāvu, smiltis savanda, un tās aizķeras aiz šķērssienām. Kad apakšā nonākušais

ūdens ir tīrs, pieņem, ka smilts ir pietiekami tīra, to var izņemt un novietot krātuvē.

Tāda vienkārša ietaise prasa daudz ūdens, darbs iet lēnām un lielāka mēroga ietaisē izmaksātu dārgi. Lielām ietaisēm lieto mazgājamo mašīnas. Parasti lieto 2 tipu mašīnas: a) kūleņveidīgās un b) strāvas mazgājamo mašīnas.

a. Kūleņveidīgās (trumuļveidīgās) pastāv no nošķelta kūleņveidīga kūleņa, kas griežas ap horizontālu asi un kuŗa iekšpusē ir spirāl-

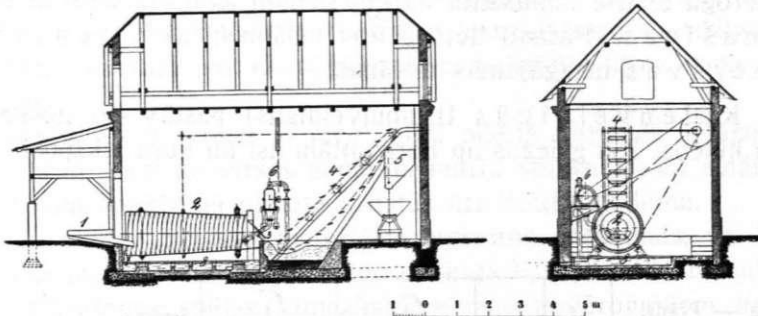


231. zīm. Smilšu mazgājamo rene.

veidīgas rības. Aparāts apgriežas ap asi 8—10 reiz minūtē, un tā kustībai vajadzīgs $1\frac{1}{2}$ —2 ZS. Smilti ieber kūleņa platajā galā tuvu centrālajai asij, kamēr pretī no šaurā gala tek ūdens strāva zem mērena spiediena (2—2,5 atm.). Smilts tiek pamatīgi savandīta, pateicoties uz augšu pacelšanai, atpakaļ krišanai, uz priekšu virzīšanai ar rību ietaisi, pie kuŗas vēl piestiprinātas tapiņas, un ūdens strāvas iespaidam. Tādā veidā smilts nonāk beidzot kūleņa augšgalā kā tīra smilts un izkrit, ja tā paredzēts, elevātorā kausā, kas to paceļ tik augstu, cik vajadzīgs, lai varētu izbirt vagoniņos (trulišos), ar ko to aizved uz krātuvi. Kūleņi var dzīt ar dažādām spēka mašīnām, piem., elektromotoru, bet ja lieto spiedūdeni, var tā lielāko spiedienu, kas nav vajadzīgs mazgāšanai, izmantot ūdens motora (piem., Peltona motora) dzīšanai, kam vajadzīgs 1,8—2 atm. spiediena. Tādā gadījumā darba spēks mašīnai nekā nemaksā. Mazgāšanai vajadzīgs ūdens patēriņš 8—9 m³ uz 1 m³ mazgājamo smilts. Viens tāds komplekts (232. zīm.) var stundā veikt 2—3 m³ smilts.

Pie kūleņveidīgām mazgājāmām mašīnām pieskaitāma arī jaunākā laikā lietotā «Ekselsior» — filtru mazgājamo mašīna. 233 zīm. parādītā mašīnā netīrumi, kas pieķērušies smilts graudiņiem, tiek vispirms atmiekskēti ceļā a, noskaloti ceļā b, un tad aizskaloti projām ar

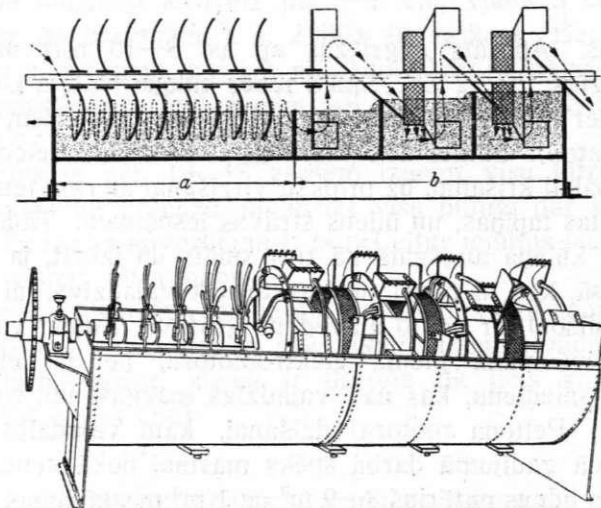
skalojamo ūdeni. Mazgājamā mašīna sastāv no ūdens tvertnes (siles) uz kuras uzmontēta horizontāla vārpsta. Mašīna izdara ap 5 apgriezieni 1 minūtē. Pirmā daļā a, pie vārpstas piestiprinātas tērauda stangas,



1. smilšu iebēršana, 2. mazgājamais kūlenis, 3. smilšu izbiršana, 4. elevātors,
5. piltuve, 6. Peltona motors mašīnas dzīšanai, 7. netīrā ūdens notece, 8. smilšķērējs netīram ūdenim.

232. zīm. Kūleņveidīga smilšu mazgājamā mašīna.

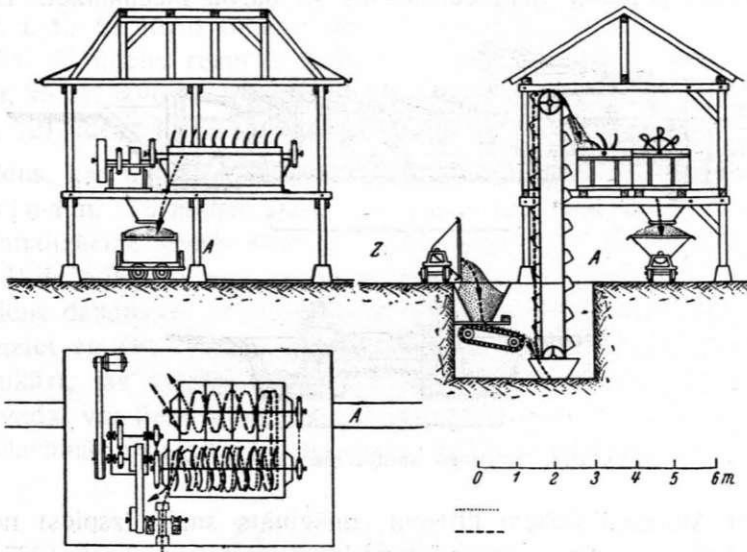
kamēr otrā daļā b smeļamie rati, kas tīrīto smilti paceļ pāri šķērssienai uz nākamo nodalījumu. Ūdens tek pretim smiltis virzienam, pie kam mazgāšanai lieto tīru filtrētu ūdeni, lai smiltis no pat sākuma neapķertot ar



233. zīm. Ekscelsior mazgājamā mašīna vidēji netīrai smiltij.

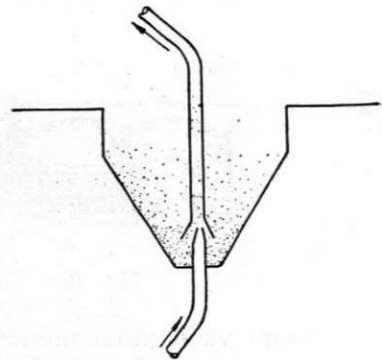
netīrumiem. 234. zīm. redzama uzstādīta automatiska Ekscelsior mašīna. Spēka patēriņš mašīnai, kas apstrādā 5 m³ st., bez šķirošanas mašīnas, ir ap 2 ZS, ar šķirošanas aparātu 4 ZS. Ūdens patēriņš 1 m³ smiltis vai grants mazgāšanai ir 1—3 m³, pret 20 m³ strāvas mazgājamā mašīnā.

b. Strāvas mazgājāmās mašīnas dibinās uz ūdens strāvas ežektora principa, un tām ir tā lielā priekšrocība, ka nav nekādu kustīgu daļu, tikai tās patērē daudz ūdens, ap 20 m^3 uz katru 1 m^3 maz-



234. zīm. Ekselsior — filtrsmilts mazgājamā mašīna, ar jaudu $4 \text{ m}^3/\text{st.}$, stipri netīrai smiltij; strādā automatiski.

gātas smilts, un vajadzīgs spiediena augstums līdz 10 m . Ežektors (235. zīm.) principā domājams kā piltuvveidīga kaste, kuŗas dibenā ievietots pats ežektors, bet kaste pildāma ar smilti. Ūdensstrāva, kas spiežas caur ieteces caurules sašaurinājumu, retina gaisu, rauj līdz smilti spiedējcaurulē un paceļ līdz notecei uz nākamo kasti, un tā tas atkārtojas vairākreiz. Kustoties un beržoties graudiņiem citam gar citu, netīrumi atskalojas un netīrais ūdens pārlīst pār kastes sienu novadrenē. Tādas ežektoru kastes mašīnas vienībai ir 4—7, sargrupētas 12 rindās gar netīrā ūdens novadreni. Katrā piltuvē iespiež tīru ūdeni. Kastu daudzums vajadzīgs tik liels, lai smilts, nonākot pēdējā kastē, būtu pietiekami tīra (236. zīm.). Viena parastā vienība — 10—14 ežektori 2 rindās, var iztīrīt stundā ap 7 m^3 smilts.

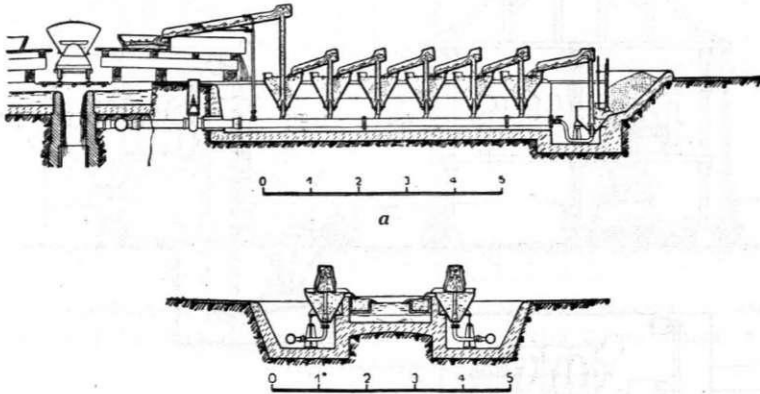


235. zīm. Ežektora princips.

Smilšu mazgājamā ietaise jānovieto netālu no filtra, bet tādā vietā, kur tā nav ceļā citām operācijām. Netīro ūdeni no mazgātavas iepriekš

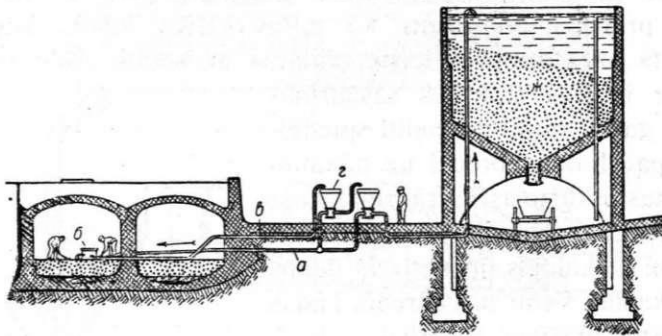
nostādina un tad ielaiž kanalizācijas kolektorā, pa kuŗu visi notekūdeņi no stacijas virzās uz notekūdens tīrīšanas un novietošanas vietu.

Smilšu izvešana ķerrās prasa daudz laika un darba un maksā dārgi. To ievērojot, jaunākā laikā cenšas arī šo darbu mechanizēt. Londonā



236. zīm. Kertinga smilšu mazgājamā mašīna.

un sevišķi Amerikā lieliem filtriem izmēģināts smilti izspiest no filtra ar spiedūdēni. Uz filtra virsas uzstāda pārvietojamu kasti (237. zīm.). Kastes dibenā ietaisīts spiedūdēns ežektors, un pēdējam spiedūdēni pievada ar elastīgu cauruli, un ežektora izspiestu šķidro smilti nogādā pa spiedes vadu uz smilšu mazgātavu. Tāds paņēmieni palētina darbu.



237. zīm. Smilšu transports spiedējvadā.

Spiedienam vadā jābūt pietiekamam, lai smiltis neatdalītos no ūdens un vadi nepiesērētu.

Filtru ekspluatācija.

Filtru ekspluatācija aptver bez filtra uzraudzības un smilšu mazgāšanas vēl laboratorijas darbus. Vismaz vienreiz mēnesī jāizdara ķīmiska analīze ūdeņiem no visām tīrīšanas stacijas pakāpēm un nodaļām. Katru

dienu vajadzīgs sekot baktērioloģiskam sastāvam. Visai darbībai jāved žurnāls, kurā katru dienu bez izņēmuma jāieraksta: 1) filtrātrums katrā filtra nodaļā, 2) filtrspiediena lielums, 3) nostādināšanas laiks, 5) mikroorganismu daudzums dažādās pakāpēs: upē, nostādināšanas baseinā u. t. t., 6) ūdens līmenis upē, 7) ūdens temperatūra un barometra stāvoklis, 9) ūdens rezerve krājrezervuāros, 10) visas īpatnības filtrdarbībā, kā arī izvestie būvdarbi, 11) pumpētais ūdens daudzums uz filtrstaciju, 12) ūdens daudzums kas pumpēts uz spiedrezervuāru.

Ūdens, kas paliek pašā filtrstacijā, ir uzskatāms par zaudējumu patēriņam. Te ietilpst ūdens daudzumi, kas patērēti: 1) nolaižot no filtra kanalizācijā, kamēr filtrs nav iestrādājies, 2) filtrmateriāla mazgāšanai, 3) dažādām filtrstacijas vajadzībām. Zaudējumi sastāda 3—5% no visa ūdens daudzuma, pie kam filtra pildīšanai ar filtrētu ūdeni pēc tīrīšanas uziet ap 1%. Smilšu mazgāšanai arī vēlams lietot filtrētu ūdeni, jo, vienkārt, tas vieglāk iegūstams un, otrkārt, ņemot mazgāšanai no spiedējvada, var lieko spiedienu izmantot ūdens motora dzīšanai, ar kuŗu var nodarbināt mazgājamās mašīnas: sietus, elevātorus un t. t.

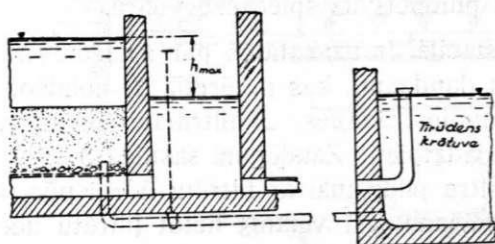
Tīrūdens krātuve.

Ļoti vēlams, lai filtri strādātu vienmērīgi, t. i. visu noteikto laiku ar vienādu slodzi, ar vienu noteiktu ātrumu. Lai to spētu, vajadzīga pietiekama lieluma tīrūdens krātuve, kurā filtrētais ūdens varētu uzkrāties pa to laiku, kad pumpji nestrādā. To ievērojot, krātuves tilpums jā-saskaņo ar pumpju darbību, un tā tad atkarīgi no ietaises lieluma, no pumpju skaita un no to darbības iedalīšanas. Krātuves tilpums var lielākās stacijās līdzināties tikai 1 st., bet mazākās 3—6 st. ūdens pieteces uzkrāšanai. Mazās stacijās krātuves tilpums jau tuvināsies spiedrezervuāra tilpumam, tomēr to nozīmē ir izšķirība. Kamēr spiedrezervuārs rēgulē ūdens patēriņa svārstības pilsētā, tamēr filtrstacijās tīrūdens krātuve galvenā kārtā vajadzīgā pumpētavas darbības rēgulēšanai, un tilpums atkarīgs no pumpju skaita, no pumpēšanas stundām un no filtra noteces. Tomēr arī šai gadījumā ieteicams pieturēties pie principa: jo lielāka tīrūdens krātuve, jo labāk nodrošināta ūdens apgāde. No ūdens bojāšanās nav jābaidās, ja pietece un notece pareizi iekārtotas.

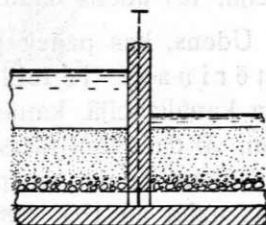
Konstruktīvā ziņā tīrūdens krātuve jāiekārto tā, lai ūdens varētu pietecēt ar paša kritumu no filtra uz rezervuāru un arī, ja iespējams, lai varētu no tīrūdens krātuves pildīt filtru no apakšas, pēc tā tīrīšanas. To ievērojot, tīrūdens krātuvē visaugstākajam ūdens līmenim jābūt zemākam par viszemāko ūdens līmeni izteces kamerā, t. i. jābūt zemākam par ūdens līmeni pāri filtram vismaz par vislielākā pieļaujamā filtrspiediena

lielumu. Ja pielautu krātvē augstāku ūdens līmeni, tad nevarētu filtrēt ar vislielāko filtrspiedienu un izmantot filtra pieņemto jaudu.

Filtra pildīšanai no apakšas pēc tīrīšanas lieto ūdeni no tīrūdens krātuves, ja līmeņu apstākļi to pieļauj (238. zīm.). Ja tas nebūtu iespējams, piem., kad tīrūdens krātuve atrodas lielā attālumā no filtriem un ūdens līmenis nāk zemāk par filtra dibenu, tad filtra pildīšanai var ūdeni ņemt no viena vai otra blakus filtra (239. zīm.), paredzot tādai vajadzībai attie-



238. zīm. Ūdens līmenis tīrūdens krātvē.



239. zīm. Filtru pildīšana no blakus filtra.

cīgo savienojumu ar aizlaidni. Var ņemt pildīšanai ūdeni, ja citādi nebūtu iespējams, no spiedējvada, kas ūdeni vada uz spiedrezervuāru.

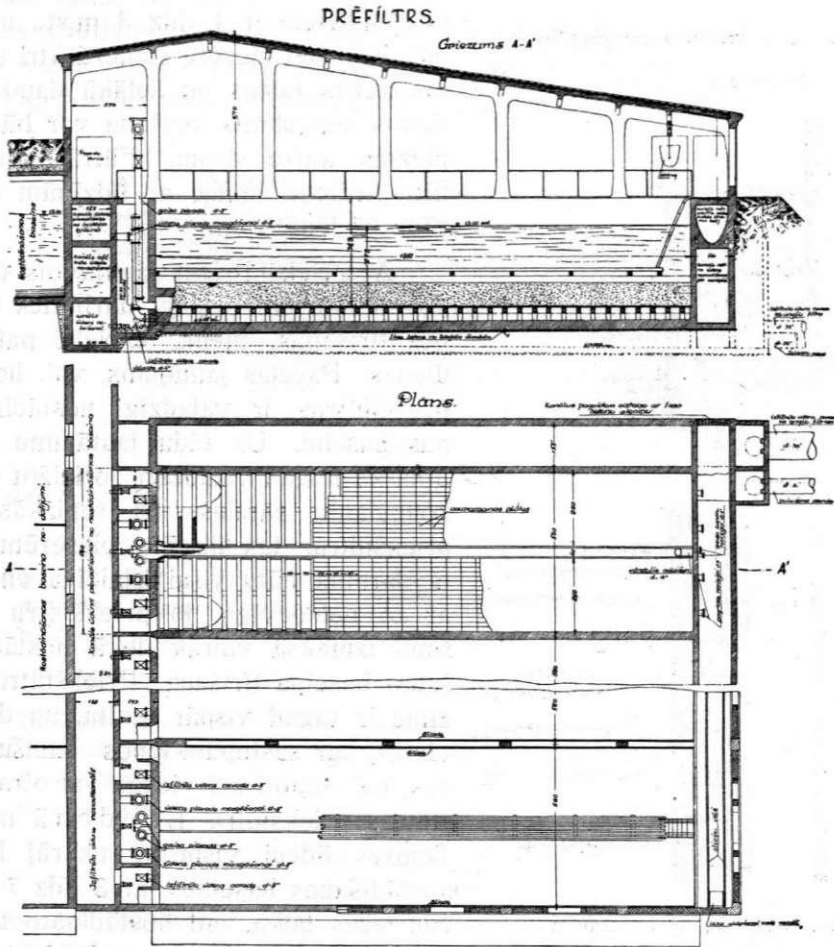
Tīrūdens krātuve jātaisā arvien ar 2 nodaļām, lai nodrošinātu nepārtrauktu darbību tīrīšanas vai remonta gadījumā.

Pie krātuves izbūves vēl ļoti vēlams sienas iekšpusi un grīdu taisīt pilnīgi gludu un tīru. Ļoti vēlams tās izlikt ar baltiem glazētiem podiņiem (tā ir, piem., Maskavā).

c) Priekšfiltri.

Priekšfiltri (prēfiltri) ietaisāmi gadījumos, kad filtrējamais ūdens satur daudz tādu piemaisījumu, ar ko smalkie smilšu lēnfiltri varētu ātri piesērēt. Dulķainam ūdenim, piem., pavasara plūdu laikā, vai arī vasarā lielūdeņu laikā, kad pa ilgu lietus laiku satek upē no laukiem netīrs ūdens, piejauc koagulantu, lai veicinātu dulķu nostāšanos. Tādā gadījumā nogaidīt vissmalkāko koagulanta un pārslu nostāšanos nav iespējams, jo tam vajadzētu vairāk dienas. Ja nu tādu ūdeni ar koagulanta pārslām laistu uz lēnfiltru, tas ātri piesērētu, un tā tīrīšana, kā jau redzējām, traucē kārtīgu darbību. Lai tādām neērtībām izbēgtu, ietaisa starp nostādināšanas baseinu un lēnfiltru ātri strādājošus un viegli tīrāmus priekšfiltrus, kā uzdevums tad ir aizturēt mehāniski smalkās pārslas, bet nav — iztīrīt ūdeni no baktērijām. To ievērojot, filtrs var būt sastādīts no nedaudz rupjāka materiāla kā lēnfiltrs. Citādi konstruktīvā ziņā priekšfiltri līdzinās lēnfiltru konstrukcijai un sastāv no drenāžas, rupjām pārejas kārtām

un virsējās īstās filtrkārtas, no tīras smilts. Smilts rupjums, piem., Maskavā ir galvenā kārtā 1,0—0,5 mm (50—60%) ar nelielu procentu 1,5—1,0 mm (10—20%) un 0,5—0,3 mm (10—20%), pie kam rupjāku un smalkāku graudiņu ir maz. Pārējās kārtas uz drenāžas ir 3—1 mm rupjuma 5 cm biezs slānis, tad 6—3 mm — 6 cm, 12—6 mm — 6 cm



240. zīm. Priekšfiltri Maskavā.

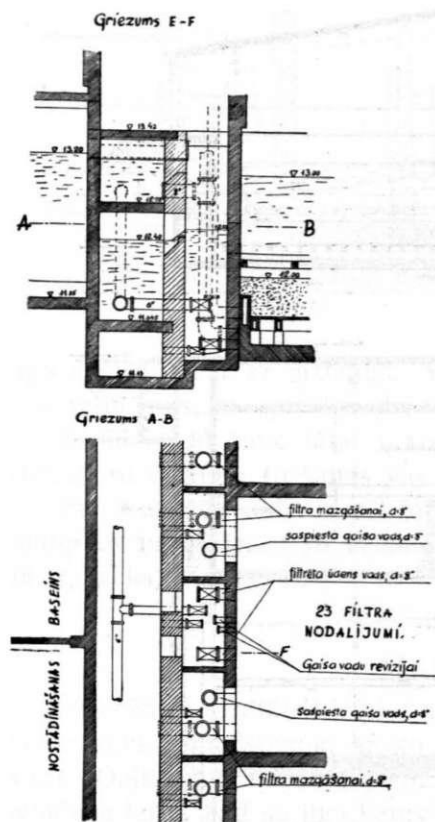
un 16—12 mm — 5—8 cm biezs slānis. Ievērojot to, ka filtrmateriāls ir rupjāks un ka filtrēšana notiek ar lielu ātrumu, duļķes un arī baktērijas iespiežas arī dziļākos slāņos, un tātad filtrs jātīra visā tā dziļumā, un šim mērķim vajadzīgas sevišķas mehāniskas ietaises. Pēc Reiser'ta sistēmas, kas izveidota vispirms Cīrichē, tad Maskavā, ar tīrīšanas nolūku iespiež no apakšas, no drenāžas, ūdeni un tai pašā laikā gaisu. Ie-

spiestais gaiss izvanda netīro smilti, netīrumi ar berzi atdalās no smilšu graudiņiem, un iespiestais ūdens tos noskalo un uzskalo uz filtra virsu, no kurienes netīro ūdeni nolaiž un novada uz kanalizācijas sistēmu. Tīrīšana tādā ceļā notiek ātri un ir nobeigta 20—30 min. Spiestu gaisu sagādā kompresorā, un tā vajadzīgs 5—10 sl. uz 1 m² filtrvirsmas ar 1 m

ūdensstaba pārspiedienu. Filtrātrums priekšfiltriem ir 1 līdz 3 m/st., un tie nav lieli, bet piesērē samērā ātri un, ja ļoti netīrs ūdens un lielākā daudzumā lietots koagulants, tīrīšana var būt vajadzīga katru dienu. Filtrātrumu un filtrspiedienu rēgulē ar līdzīgām ietaisēm, kā lēnfiltriem.

Ar priekšfiltriem sagatavots ūdens dod lēnfiltriem iespēju darboties ilgāk bez tīrīšanas, piem., Cīrichē pat 400 dienas. Paceļas jautājums, vai, lietojot priekšfiltrus, ir vajadzīgi nostādināšanas baseini. Uz tādu jautājumu jāatbild, ka ir gan vajadzīgi, jo laižot visas koagulanta pārslas, arī rupjākās, uz priekšfiltru, tas tik ātri piesērētu, ka tā darbība būtu visai īslaicīga un līdz ar to neizdevīga, jo priekšfiltru tīrīšana izmaksā vairāk nekā nostādināšanas baseina tīrīšana. Priekšfiltru nozīme ir tagad vispār atzīta, un daudz vietās, kur sastopam lēnos smilšu filtrus, tiek lietoti arī vienas vai otras sistēmas priekšfiltri. Londonā netīro Temzes ūdeni vispirms uzkrāj lielos nostādināšanas baseinos, ar 3 līdz 7 ned. caurteces laiku, tad nostādināto ūdeni tīra ātros priekšfiltrus un beidzot lēnfiltrus.

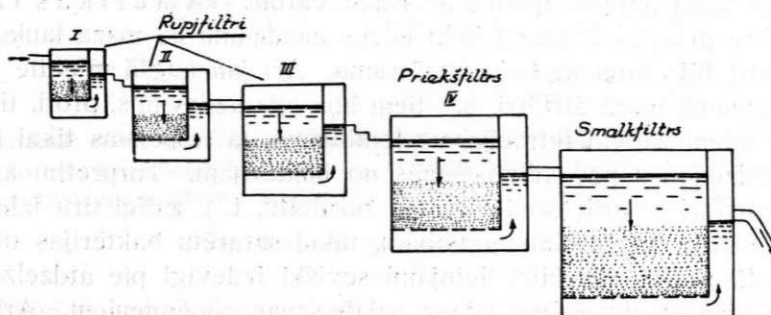
Sadalošā kamera uz prefiltriem.



241. zīm. Sadalošā kamera prefiltriem Maskavā.

Brēmēnē ir tikai lēni smalkfiltri, bet pa lielūdens laiku, kad Vezeras upē tek ļoti duļķains ūdens, no 1 filtra iztecējušo ūdeni laiž ar sifona palīdzību vēl uz otru filtru. Saimnieciskā ziņā sasniedz to labumu, ka no filtra, kas tikko tīrīts, ūdeni var nelaist kanalizācijā, bet jau uz otru iestrādājušo filtru. Ar to būtu samazināts parastais ūdens zudums (ietaupījums no attiecīgā daudzuma pumpēšanas).

Atsevišķos gadījumos tiek lietota Peš-Šabala (Puech-Chabal) sagatavošanas sistēma lēnfiltriem. Sistēma sastāv viena priekšfiltra vietā no 3 līdz 4 pakāpēm priekšfiltru, iekams ūdens nāk uz smilšu filtru. Pirmā pakāpe ir ļoti rupjš materiāls no oļiem, turpmākās nāk arvien smalkāks materiāls, un saskaņā ar to pieņemama filtra lielums. Starp pakāpēm ietaisītas kaskādes, kas veicina labu ūdens aerāciju, vajadzīgu dažos gadījumos (atdzelžošanai vai atsmakošanai). Tādi filtri ir uzbūvēti vienā vietā Parīzē, arī Londonā, bet lielākā mērogā Magdeburgā un Tiflisā (242. zīm.). Panākumi esot ļoti labi, jo, vienkārt, pie ļoti netīra



$Q = 6000 \text{ m}^3/24 \text{ st.}$

I	II	III
$F_1 = 50 \text{ m}^2$	$F_2 = 100 \text{ m}^2$	$F_3 = 150 \text{ m}^2$
$d_1 = 10\text{--}15 \text{ mm}$	$d_2 = 6\text{--}7 \text{ mm}$	$d_3 = 4\text{--}6 \text{ mm}$
$h_1 = 300 \text{ mm}$	$h_2 = 350 \text{ mm}$	$h_3 = 400 \text{ mm}$
IV	Lēnsmilšu filtrs	
$F_4 = 300 \text{ m}^2$	$d = 0,4\text{--}0,5 \text{ mm}$	
$d_4 = 0,5\text{--}2 \text{ mm}$	$h = 700 + 400 \text{ mm}$ balsta slāņi	
$h_4 = 600 \text{ mm}$	$v = 300 \text{ mm/st.}$	
$v = 850 \text{ mm/st.}$		

242. zīm. Tifliskas filtru schēma.

ūdens nav vajadzība lietot koagulantu. Ūdens, krītot pār kaskādēm, uzņem bagātīgi skābekli, un ar to rodas labvēlīgi apstākļi arī organisku vielu apskābļošanai, un tās samazinoties par kādi 30%. Tomēr tāda sistēma ir dārga, jo filtru kopvirsa ir lielāka kā parastiem priekšfiltriem. Kas attiecas uz filtrmateriālu rupjumu izvēli, tad tas jānoskaidro ar attiecīgiem izmēģinājumiem, pieskaņojoties vietējām ūdens īpašībām. Sastopamas ļoti lielas svārstības graudiņu rupjumā. Tiflisā (242. zīm.) lietots daudz smalkāks materiāls kā Magdeburgā. Pēdējā vietā lietots materiāls priekšfiltriem ar 30 līdz 50, 20 līdz 30, 10 līdz 20 un 5 līdz 10 mm graudiņu rupjuma.

b) Ātrfiltri.

Smilšu lēnfiltri vai t. s. angļu filtri, kas strādā ar mazu filtrātrumu (ap 100 mm/st.), ieņem lielu laukumu, un to būve un ekspluatācija, ievērojot lielo plašumu, izmaksā dārgi netiekvien pašā izbūvē, bet arī ekspluatācijā, jo tīrīšana maksā dārgi un filtrs pa tīrīšanas un iestrādāšanās laiku tiek izņemts no ekspluatācijas, tā kā jāparedz attiecīgas rezerves. Visas šādas neērtības domā novērst ar ātrfiltriem, kas pirmoreiz lietoti Somervīlas (Sommerville) pilsētā, Nu-Džersijas štatā Ziemeļamerikā, attīstījušies arī turpmāk Amerikā (sakarā ar lieliem ūdens patēriņiem), un kurus tādēļ parasti apzīmē ar īsāku vārdu: «Amerikas filtri». Šādu filtru princips ir iztirīt lielu ūdens daudzumu uz maza laukuma, tā tad izdarīt filtrēšanu ar lielu filtrātrumu. Arī jau augšā minētie priekšfiltri ir zināmā mērā ātrfiltri, bet tiem bija cits uzdevums, proti, tikai sagatavot ūdeni galīgai filtrācijai uz lēnfiltriem, ja iespējams tikai mehāniski, nedzenoties pēc atbrīvošanās no baktērijām. Turpretim ar amerikāņu ātrfiltriem grib panākt galīgu rezultātu, t. i. galīgi tīru ūdeni, kas atbilstu pilnīgi higiēniskām prasībām, tātad saturētu baktērijas tikai ļoti ierobežotā skaitā. Ātrfiltri lietojami sevišķi izdevīgi pie atdzelžošanas, atmangānošanas un citiem ūdens uzlabošanas paņēmieniem. Arī gadījumos, kad ūdens jāchlōrē, priekš chlōrēšanas vai ozonēšanas ūdeni mēdz sagatavot ātrfiltrus.

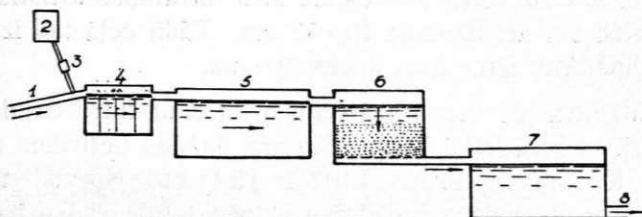
Ātrfiltri strādā ar lielu filtrātrumu, līdz 5—6 un vairāk m³/st., tātad līdz 50 reiz lielāku ātrumu par angļu lēnfiltriem. Nosakot filtrātrumu, zināma arī filtrslodze, t. i., cik laika vienībā uz filtra laukuma vienības var iztirīt ūdeni. Bet šie faktori atkarājas ļoti lielā mērā no vietējiem apstākļiem, un tādēļ iepriekš tos pareizi noteikt grūti. Pie daudz maz lielākas ietaises vēlams uzstādīt izmēģināšanai vienu filtru, kas dotu norādījumus galīgai iestādes izprojektēšanai un izbūvēšanai visos sīkumos.

Kas attiecas uz filtru koplielumu, tad to nosaka arī tāpat kā pie lēnfiltriem ar to ziņu, lai filtri varētu sagādāt pietiekami daudz ūdens un lai strādātu ar vienmērīgu filtrātrumu. Tātad arī šai gadījumā vajadzīgas tīrūdens krātuves, lai gan ātrfiltri filtrātruma ziņā elastīgāki kā lēnfiltri. Amerikāņi uz savu apstākļu pētīšanas pamatiem pieskaņo filtrlielumu 1,5 līdz 2 kārtīgam vidējam gada dienas patēriņam. Tīrūdens krātuves lielums tad jāsaskaņo ar pumpja darbību.

Ātrfiltri konstruktīvā ziņā var būt valēji vai slēgti. Pēdējos ieviešo uz spiedējvada, tātad tos var nosaukt par spiedfiltriem. Pēc būtības starpības starp vienu un otru konstrukciju nav. Valējiem filtriem ieturams cik iespējams arvien viens un tas pats ūdens līmenis virs smilšu slāņa, un caurteces daudzums regulējams ar ātruma un filtrspiediena regulātoru. Spiedfiltrs iebūvēts uz spiedējvada, kurā tek no-

teikts ūdens daudzums. Filtrspiedienu var noteikt ar manometriem uz spiedējvada priekš un pēc filtra.

Ātrfiltru ietaises darbības schēma ir sekojoša (243. zīm.). Pieteicošam netīram ūdenim vispirms piejauc koagulantu, kas attiecīgi sagatavots sevišķā ietaisē un pievadīts attiecīgā daudzumā (no dozēšanas aparāta). Ar koagulantu sajauktais ūdens iet vēl caur baseinu, kurā no-



1. Tīrāmā ūdens pietece. 2. Koagulanta sagatavošanas ietaise. 3. Dozēšanas aparāts. 4. Koagulanta samaisīšanās ar ūdeni (reakcijas bas.). 5. Koagulanta iedarbošanās un nosēšanās. 6. Ātrfiltrs. 7. Tīrūdens krātuve. 8. Pumpja sūcējvads.

243. zīm. Ātrfiltru ietaises schēma.

tiek rūpīgāka samaisīšanās ar ūdeni un arī koagulanta iedarbošanās sākums (reakcijas bas.). Tālāk ūdens nonāk nostādināšanas baseinā, kurā izkrīt lielākā daļa suspendēto vielu ar koagulanta pārslu palīdzību. Beidzot ūdens nonāk ātrfiltrā, kas to galīgi iztīra, tā kā no ātrfiltra iztecējušo ūdeni var virzīt uz tīrūdens rezervuāru. Tomēr gadījumā, ja ūdens saturētu daudz baktēriju un citu sīkorganismu, tas vēl ir jādezinificē ar ozonēšanu vai, parastāk, ar chlōrēšanu.

Ātrfiltri, kā jau minēts, strādā ar lielu filtrātrumu, līdz 5 m/st. un vairāk, tātad ar apm. 50 reiz lielāku ātrumu kā lēnfiltri. Lai darbs būtu sekmīgs, filtrādiņai jāattīstās ātri, un tai jābūt sevišķi stiprai. To parasti panāk ar ūdens koagulēšanu, tātad koagulēšana te ir jāizdara pastāvīgi, kamēr pie lēnfiltriem tā bija vajadzīga tikai sevišķos gadījumos. Pa daļai filtrādiņas ātru attīstīšanos pēc tīrīšanas sekmē arī tas apstāklis, ka, filtru skalojot ar ūdens strāvu no apakšas, smalkākās smilšu daļiņas tiek uzskalotas uz virsējiem filtrmateriāla slāņiem, tā izveidojot šaurākas starpas graudiņu starpā.

Par vislabāko koagulantu minētam mērķim atzīts alumīnija sulfāts (s e r s k ā b ā m ā l z e m e) $[Al_2SO_4)_3]$, bet ja tas nebūtu sadabūjams, vai būtu dārgs, tad var lietot arī alūnu, dzelzssulfātu vai citu kādu preparātu, par ko jau minēts sakarā ar ūdens nostādināšanu (287. l. p.). Pēc koagulanta piejaukšanas, kā jau schēmā uzrādīts (243. zīm.), labākas sajaukšanas dēļ ūdeni laiž caur nelielu rezervuāru (reakcijas bas.), kurā ietaisītas dažādas šķērssienas, vai laiž to caur

sevišķu mechanisku maisīšanas aparātu. Tālāk tad ūdens nonāk nostādināšanas baseinā, kur, pārslām kritot, tiek rautas līdz arī dažas ūdenim piemaisītas vielas un to starpā arī baktērijas. Ātrfiltriem nav vajadzīga tik rūpīga nostādināšana kā lēnfiltriem un $\frac{1}{2}$ līdz 1 st. jau var būt pietiekama. Tātad arī baseinu izmēri nebūs vajadzīgi lieli. Smalkākās un vieglākās pārslas iziet līdz ar ūdeni uz filtra un veicina ātru filtrādiņas attīstīšanos nevien uz filtra virsas, bet arī dziļumā 10—12 cm. Tādā ceļā tad izveidojas ļoti stipra filtrādiņa, kas iztur lielu ūdens ātrumu.

Tā kā ātrfiltrā pie liela filtrātruma iziet caur filtru daudz ūdens, tad tajā arī uzkrājas ātrā laikā liels daudzums dažādu netīrumu un filtrs t. s. piedūņo. Kad tas ir noticis, filtrs ir jātīra. Normāli tāda tīrīšana vai, labāk sakot, skalošana vajadzīga ik pēc 1 līdz 3 dienām, bet ja ļoti netīrs ūdens, piem., plūdu laikā, pat vairākkārt diennaktī.

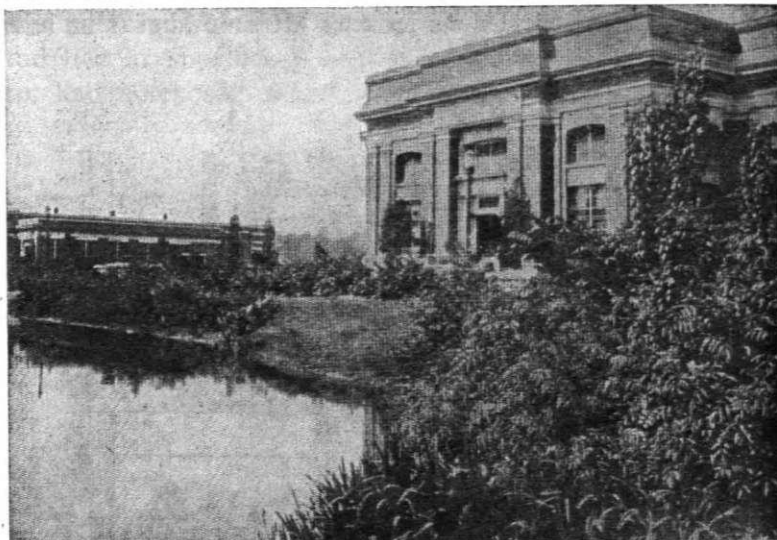
Tā kā filtrs bieži jātīra, tad tas jāizdara mechaniskā ceļā, iespējot no apakšas ūdeni zem spiediena līdz ar spiestu gaisu, līdzīgi kā to dara tīrot priekšfiltrus (321. l. p.), vai arī pabalstot netīrumu noskalošanu ar sevišķu grābekļu ietaisi, kā tas turpmāk konstruktīvā daļā būs redzams.

Koagulanta daudzumu Amerikā parasti ņem 10—40 g m² ūdens, atkarīgi no ūdens sastāva un rakstura. Eiropā iztiek ar mazāku porciju, bet lielums vislabāk jāatrod ar izmēģinājumu. Visu ietaisi ievieto sevišķā mājā, kas arhitektoniskā ziņā jāpieskaņo apkārtnei. Skaistā mājā izbūvētā ietaise nevien būs apkārtnei par greznumu, bet arī iedvesīs sevišķi lielu uzticību rūpīgai ūdens sagatavošanai (244. zīm.).

Filtru ietaisē bez filtriem, mašīnām un koagulanta piejaukšanas ierīcēm jāparedz arī vēl attiecīgas dienesta telpas, laboratorija, koagulanta noliktava, pumpētava un telpas dažādām citām vajadzībām, arī dzīvojamās telpas darbiniekiem. Apstādījumi grezno ietaisi no ārienes, bet nav jāaizmirst arī higiēniski vajadzīgās ierīces: vietējie ūdensvadi, kanalizācija un labi, bezputekļaini satiksmes ceļiņi.

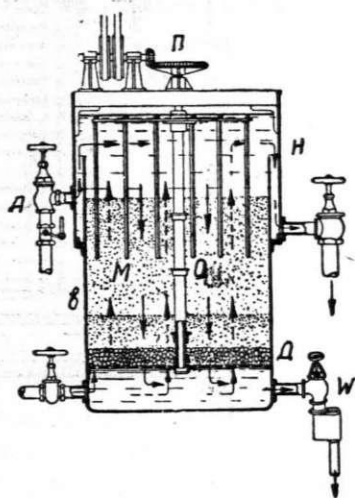
Ātrfiltru konstrukcija. Ātrfiltru konstrukciju ir daudz. Vispopulārākie ir Amerikas firmas Džūela (Jewell Export Filter Co.) filtri. Vēl minami amerikāņu Varrena filtri, anģļu Kandi (Candy), franču — Hovatsona un daudz citi. Jaunākā laikā izveidojušās arī vācu sistēmas, to starpā Bollmann'a sist. un citi. Valējus filtrus taisa apaļus vai četrstūrains, slēgtos arvien apaļus. Apaļus filtrbaseinus parasti taisa no tērauda skārda, kniedētus vai arī no cieta koka, bet valējus sastop arī no dzelzsbetona, sevišķi, ja tie ir četrstūrains. Apaļu filtru mēri ir diam. 3 līdz 7,5 m un vairāk, dziļumā 2,3 līdz 6 m. Četrstūrains filtri var būt

līdz 100 m^3 tilpuma. Vidēja diametra 4 m filtrs var iztīrīt 1.000 līdz $1.500 \text{ m}^3/24 \text{ st.}$ Amerikā filtrus taisa lielākus, 3.000 līdz 15.000 m^3 slodzei 24 st., četrstūrains, pie kam attiecības starp garumu un platumu ir 1,66 līdz 1,25 : 1.



244. zīm. Ūdens sagādes ietaise kādā pilsētā.

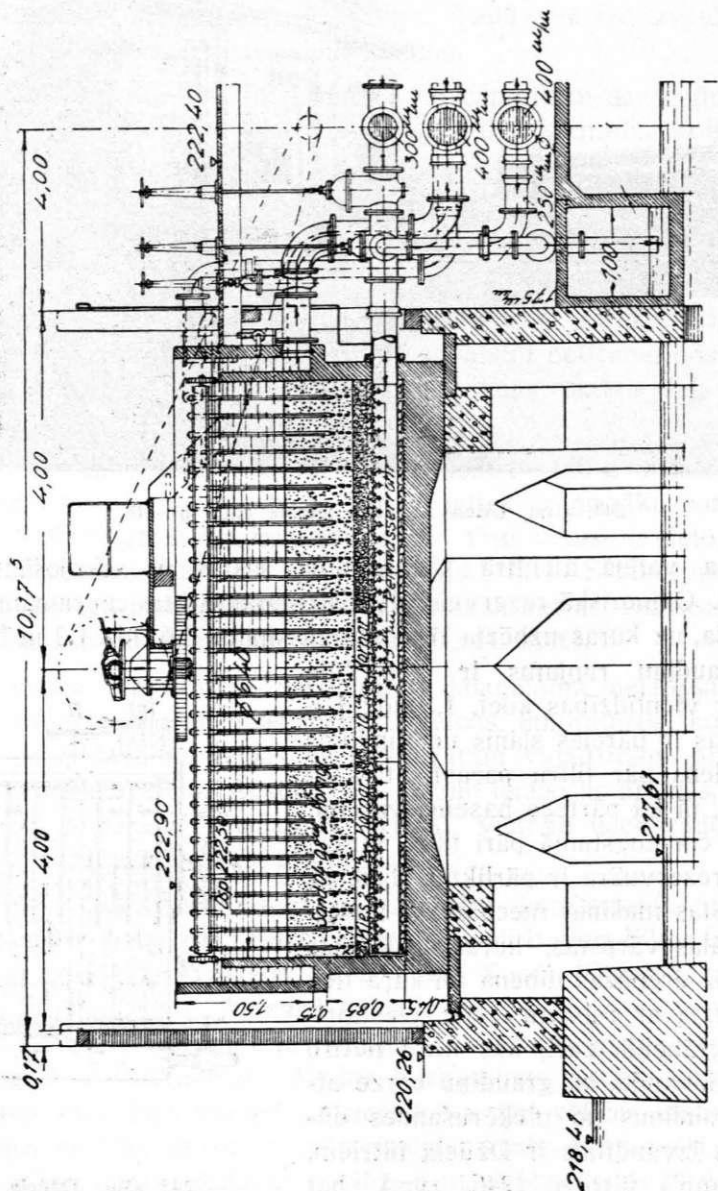
Tipiska vaļēja ātrfiltra konstrukcija sastāv no sekojošām daļām (245. zīm.). Cilindriskā rezervuārā ietaisīts apakšā otrs caurumains dibens vai drenāža, uz kuņas uzbērtā tīra kvarca smilts, 0,6 līdz 1,2 m biezumā. Smilts graudiņu rupjums ir 0,35 līdz 1,0 mm, ar vienlīdzības koef. 1,3 līdz 1,7. Uz drenāžas ir pārejas slānis no rupjākas smilts. Ūdens pār filtru parasti stāv 20 līdz 50 cm, tā kā pārtece baseinā var būt 50 līdz 60 cm augstumā pāri filtra virsai. Pār filtra rezervuāru ir pārliktas sijas, uz kuņām gulstas mašīnas mehāniskā ierīce. Pie vertikālas vārpstas, kuņas apakšējais gultnis ir uz drenāžas dibena un kuņa tiek lēnām griezta ar robratu ierīci, piestiprināti garī grābekļa zari, kas filtra netīro smilti labi izvanda, lai graudiņu berze atbrīvotu graudiņus no pieķērumājiem dūņām. Šāds izvandītājs ir Džūela filtriem, arī Bollmann'a filtriem (246. zīm.), bet



245. zīm. Džūela filtri.

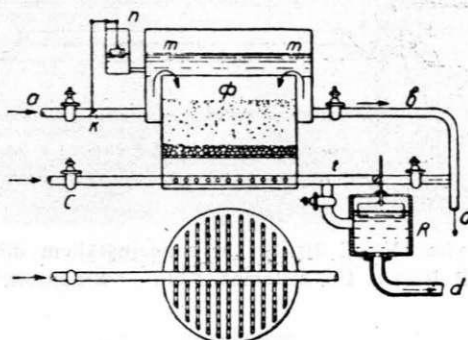
dažām citām konstrukcijām tā nav, un tādā gadījumā skalošana notiek ar spiedūdeni un iespiestu gaisu, kuņus iespiež no apakšas.

Ātrfiltra darbība notiek šādi (247. zīm.). Ūdens ietek filtra renē, kas atrodas apkārt filtra ķermeņa ietverei. Uz ietece vada rēgulēšanai atrodas aizlaidnis, kas var automatiski rēgulēt ūdens līmeni (247. zīm.) ar pludiņa palīdzību. Ūdens iet caur filtru no augšas uz leju, nonāk



246. zīm. Bollmann'a sistēmas ātrfiltri.

drenāžā un iztek uz rēgulatora ietaisi. Ja filtrs jātīra, tad aiztaisa filtra darbību rēgulējošos aizlaidņus pie ieteces un izteces un attaisa uz skalojamā ūdens vada aizlaidni, ar ko ūdens iespiežas filtrā no apakšas ar ātrumu, kas līdzinās parasti 4 reiz lielākam par darba filtrātrumu. Netīro ūdeni novada ar izteces vadu, attaisot aizlaidni, kas atrodas augšpus filtra. Tai pašā laikā iedarbina arī grābekļa izvandītāju, ja tāds ir, bet ja tāda nav, tad līdz ar spiedūdeni iespiež arī no kompresora pievadīto gaisu. Novēro, kad notekošais ūdens ir pietiekami tīrs, tad skalošanu izbeidz



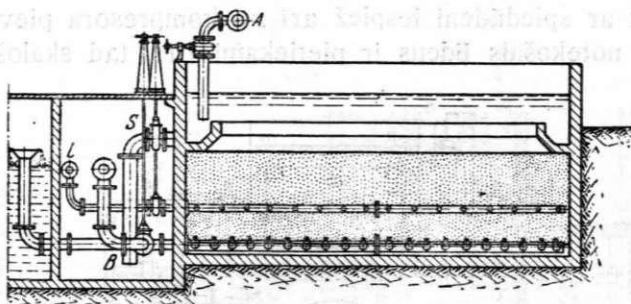
247. zīm. Ātrfiltru darbības schēma.

un sāk atkal filtru piepildīt no augšas. Pirmo ūdeni, kamēr nav attīstījusies vēl filtrādiņa, nolaiž kanalizācijā. Skalošana vienkārša, izdara to 1 strādnieks, un vajadzīgs 5—10 min. ilgs laiks. Arī iestrādāšanās notiek ātri, 10—15 min.

Kā jau minēts, valējo ātrfiltru dažādu formu konstrukcijas atšķiras cita no citas ar izvandītāju — grābekļu konstrukciju. Jaunākā laikā smilšu slāņu izvandīšanu aizstāj ar spiedgaisu un skalošanu. Izrādījies, ka piepūle izvandītāju zaros ir tik liela, ka dažs no tiem salūst. To ievērojot, jaunākām konstrukcijām, (piem. Reisert'a resp. Wabag'a) smilts uzirdināšana notiek ar spiestu gaisu, ko iespiež no sevišķi ievietotiem gaisa izsmidzinātājiem. Pēdējie jāievieto tā, lai sasniegtu vienmērīgu filtra noslogojumu kā darbā, tā skalošanā. 248. zīm. rādīts valējs ātrfiltrs ar Reisert'a dībēns konstrukciju. Ja filtrs jāskalo, tad vispirms noslēdz netīrā ūdens pieteci (A) un attaisa skalošanas ūdens pieteci (B); pēdējais ar smidzinātāju palīdzību vienmērīgi ieplūst filtrī. Tai pašā laikā attaisa īsu laiku gaisa vadu (L), kas palīdz uzturēt visu filtrmaterālu uzirdinātā stāvoklī. Netīrumus uzskalo uz filtra virsu un novada dūņvadā (S). Ja vairs neiztek dūņains ūdens, skalošana ir nobeigta, gaisa un skalojamā ūdens vadi jānoslēdz un filtrs sāk strādāt. Valējā filtra jauda ir konstanta, un, ja filtrs piedūņojies, tajā var pacelties ūdens līmenis un tā automatiski rēgulēt pretestības. Vēlams tomēr iebūvēt ātruma rēgulatorus.

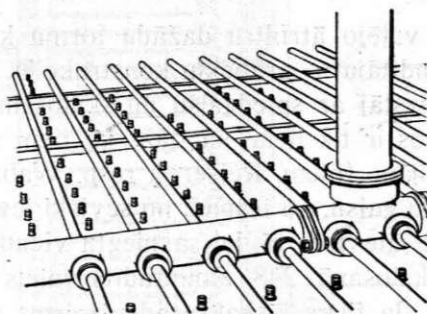
248a. zīm. rādīta firmas Bamag-Meguīn filtra dibena konstrukcija ar gaisa sadalītājiem pēc gaisa-ūdens skalošanas sistēmas.

Ātrfiltriem ļoti nozīmīga konstruktīva daļa ir drenāžas izveidošana, ar uzdevumu pabalstīt vienmērīgu ūdens caurteci caur visu filtra



248. zīm. Valēji ātrfiltrī ar smidzinātājiem dibenā, Reiser u. Co. sistēmas, Kōln — Braunfels.

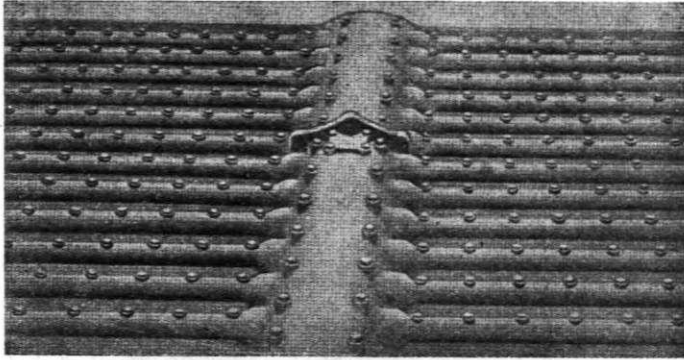
ķermeni kā filtrēšanas, tā arī skalošanas gadījumā. Lai to vislabāk sasniegtu, attiecībām starp caurumiem drenāžā un filtra koplaukumam vajadzētu būt ne mazāk par 0,003. Drenāžas konstrukciju ir daudz. Ļoti



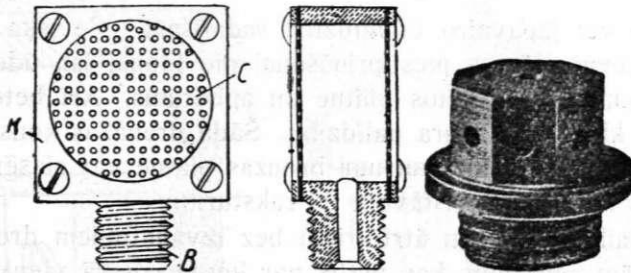
248a. zīm. Filtra dibena konstrukcija pie Bamag-Meguīn, Berlīnē.

bieži sastopama (arī Džūela filtriem) konstrukcija, kas sastāv no nelielām caurulēm (ap $d = 40$ mm), kuŗas noliktas uz filtra dibena (249. zīm.) un uz kuŗām atrodas uz augšu griezti nozarojumi ar ieskrūvētiem metalla (misiņa) smidzinātājiem, apaļiem vai stūrāiniem, ar caurumiem sānos (250 un 251. zīm.). Caurumi ir mazi, lai būtu ūdens iztecei lielāka pretestība, ar ko veicina vienlīdzīgāku sadalīšanu.

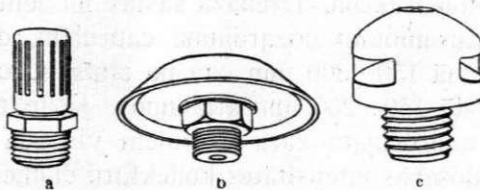
251. zīm. redzami dažādi firmas Bamag-Meguīn, Berlīnē, izsmidzinātāji. Viens veids (a) sadala ūdeni uz visām pusēm, otram (b) ūdens iztek caur riņķveidīgu spraugu, kamēr trešais ir no māla (c), kas sevišķi nodrošina agresīviem ūdeņiem. Galvas ar sietītiem vai izsmidzinātājiem



249. zīm. Cauruļu drenāža ar ieskrūvētiem sietītiem.



250. zīm. Drenāžas ūdens smidzinātāji.

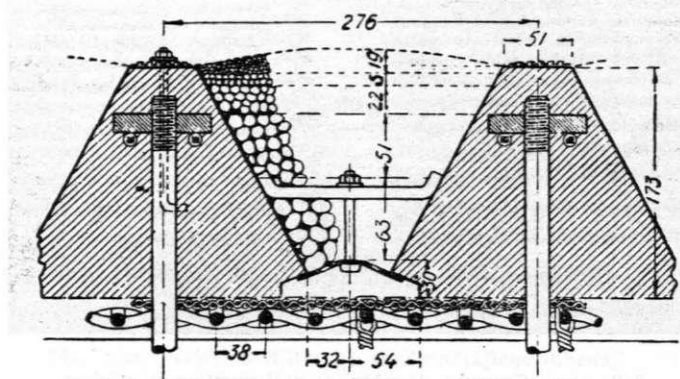


251. zīm. Dažādi filtru smidzinātāji, firmas Bamag-Meguīn, Berlīnē.

lielās ietaisēs ieskrūvē uz rindās noliktām caurulēm, kamēr mazākās ietaisēs ieskrūvē uz caurejošas dibens plātnes.

Cita konstrukcija ir vagveidīgais klons (252. zīm.). No betona uztaisīti ap 300 mm augsti prizmatiska šķērsriezuma ķermeņi ap 250—300 mm attālumā, starp kuļiem paliek šauri kanāļi, platumā ap 75 mm. Pēdējos pārklāj viegli uz augšu uzliktā bronzas plātne, ar cau-

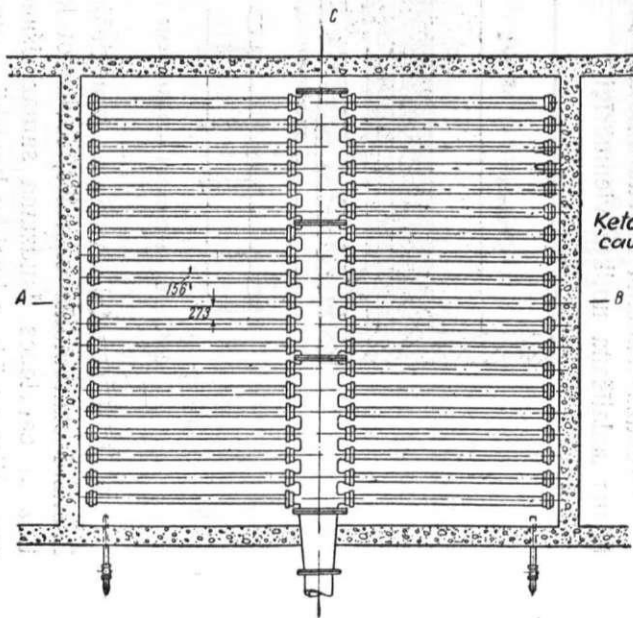
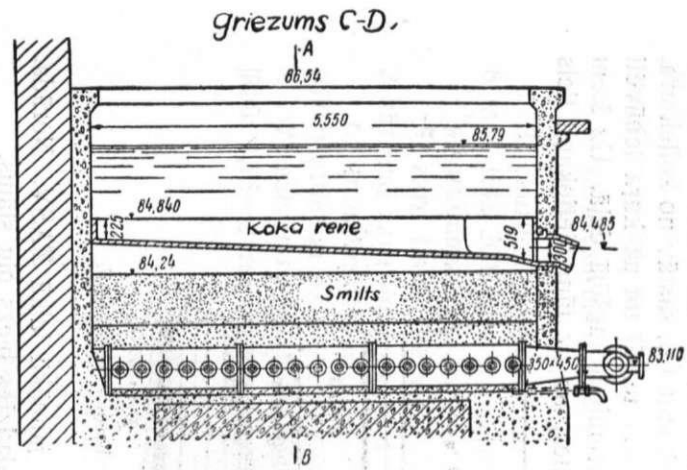
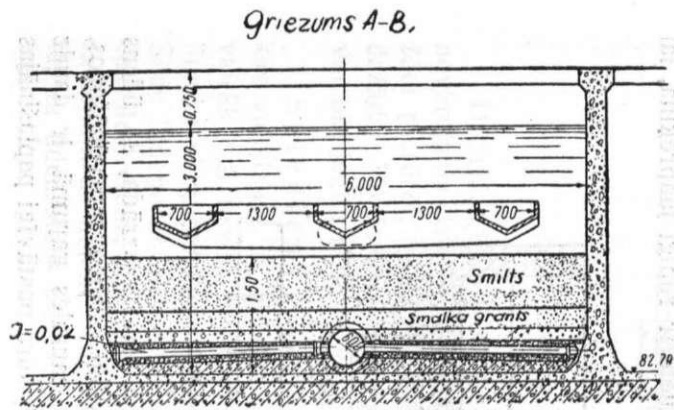
rumiem $d = 1,5-2,5$ mm, savstarpējā attālumā 12—20 mm. Zem plātnes paliek starpa ap 10 cm, kurā var kustēties ūdens un spiesties pa caurumiem uz augšu. Caurumainā plātne pārklāta ar oļu un smilšu slāņiem ($d = 20$ līdz 30 mm), kuŗu graudiņu rupjums samazinās no apakšas uz augšu, un virs tiem uzklāts vara tīkliņš ar mazām actiņām (15 gab. uz



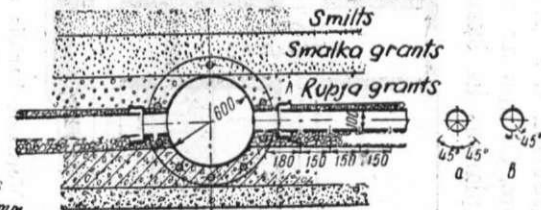
252. zīm. Vagveidīga drenāžas konstrukcija.

1 cm²), kam vēl jāpavairo vienlīdzība sadalīšanā. Sevišķa vērība piegriežama rūpīgai plātnes piestiprināšanai pie klona, lai, ūdeni iespiežot filtra skalošanai, nepārbīdītos plātne un apbērums. Arī betona prizmas jāsavieno ar klonu ar enkura palīdzību. Šāda drenāžas konstrukcija gan ir laba, bet dārga, smalkie caurumi bronzas plātnē var aizsērēt, un tādēļ jāpieskaņojas labi ūdens sastāvam un raksturam.

Pēdējā laikā būvētiem ātrfiltriem bez izvandītājiem drenāža taisīta no caurumotām caurulēm, kas atzīts par lietderīgu kā vienkāršas uzbūves, tā arī pietiekamas filtra skalošanas rezultātu ziņā. 253. zīm. rādīta diezgan izplatīta konstrukcija. Drenāža sastāv no centrālās ķeta caurules (kollektora) un caurumotām nozarojuma caurulēm, diam. 50—100 mm, kas noliktas attālumā 150—300 mm cita no citas. Caurumi ir 6—12 mm, izurbti apakšējā daļā 150—200 mm attālumos. Kollektora lielumam jābūt pietiekamam, lai nodrošinātu zaru caurulēm vienāda lieluma spiedienu, un atkarīgi no skalošanas intensitātes kollektoru diametri ir 600—700 mm. Ūdens kustības ātrumu kollektorā (sākumā) pieņem 1,5—1,6 m/sek. Visu sistēmu noliek uz filtra dibena un apber ar biežāku oļu kārtu. Zaru cauruļu garumu netaisa lielu, lai būtu sasniedzama vienlīdzīgāka spiediena sadalīšanās skalojot. Par 40—50 m² lielākiem filtriem kollektoru var taisīt no betona kanāļa, kam pievienotas zaru līnijas no ķeta caurulēm. Uz šāda kanāļa uzbūvēts otrs kanālis, kas sadala filtru 2 daļās un kas noder ūdens pievadām no nostādīšanas baseina, kā arī netirā skalojamā ūdens nevadīšanai (254. zīm.), gan citādā izveidojumā.

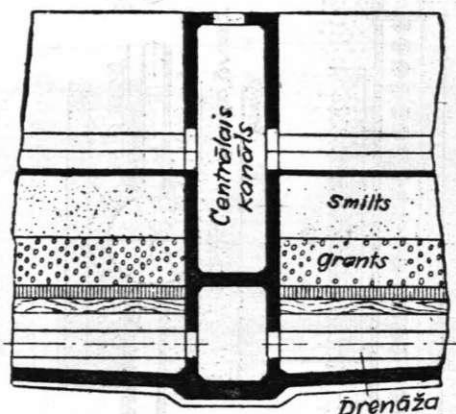


Keta drenāžas caurules, $\phi 100\text{mm}$, 38 gab



253. zīm. Ātrfiltra drenāža no caurmotām caurulēm.

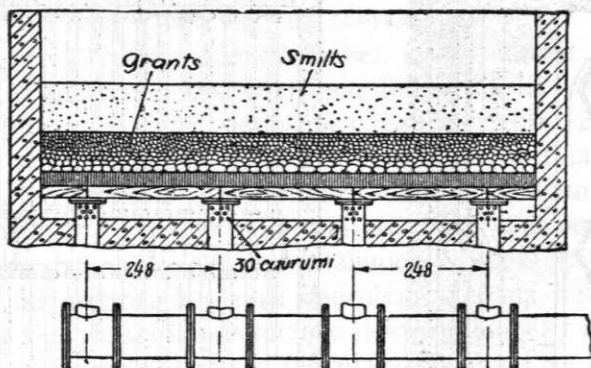
Ievērojot pēdējā laika metalla trūkumu, izmēģināts drenāžu taisīt ar koka palīdzību. Drenāža, kas redzama 255. zīm. (3), sastāv no kolektora, kas nolikts zem filtra (sevišķā t. s. pagraba telpā) un uz kuŗa iebūvēti vertikāli nozarojumi diam. 50 mm ar caurumiem augšējā daļā. Uz šiem nozarojumiem noliktas plankas uz šķautnes, un uz tām pietiekami liels



254. zīm. Vertikāls kanālis uz betona kolektora.

oļu slānis. Tāda konstrukcija sastopama jaunākā laikā ZASV. Norāda, ka drenāžas sistēmās ar koka restēm vajadzīgs biezs oļu slānis.

Drenāžas sistēma no caurumotām caurulēm ir rūpīgi jāaprēķina, lai ūdens sadalīšana notiktu vienmērīgi.

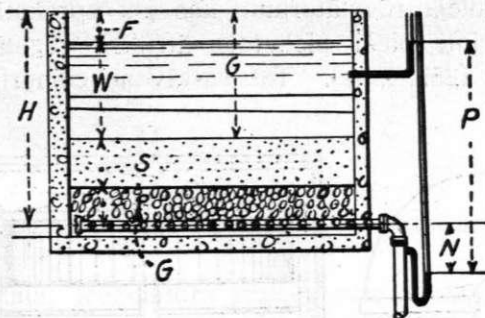


255. zīm. Drenāžas konstrukcija, kombinēta ar koku.

Prof. N. G. Mališevskis uz izmēģinājuma pamata uzrāda, ka ūdens kustībai caurumotās caurulēs, ievērojot kustību ātruma samazināšanos, līdz ar caurteces daudzuma samazināšanos caurules garumā, ir daudz analogijas ar ūdens kustību koniskā, caurulē, kuŗa pastāvīgi paplašinājas un kuŗā ar ātruma samazināšanos palielinās spiediens. Uz tā pamata var

sastādīt formulas spiediena zaudējumu un ātruma attiecībām.¹⁾ No izmēģinājumiem Amerikā var secināt, ka drenāžai no caurumotām caurulēm jāatbilst šādām prasībām:

- 1) zaru caurules gaļums nedrīkst pārsniegt diametru 60 kārtīgi;
- 2) zaru cauruļu diametram jābūt no 6 līdz 12 mm;
- 3) caurumu atstatumi var svārstīties no 75 mm, ja caurumu diametrs 6 mm, līdz 200 mm, ja caurumu lielums 12 mm;
- 4) attālums starp zaru caurulēm var būt līdz 300 mm;
- 5) zaru līniju šķērsgriezumu platību summai jābūt ne mazākai kā 2 kārtīgai zaru līniju caurumu šķērsgriezumu platību summai;
- 6) drenāžas sistēmas caurumu kopplatībai jābūt pietiekami mazai (ap 0,002) attiecīgi uz filtra platību;
- 7) galveno izdalītāju vadu (kollektoru) šķērsgriezumu kopplatībai jābūt 1,75—2 reiz lielākai par zaru līniju šķērsgriezumu platību summu.



256. zīm. Spiediena zuduma rādītājs.

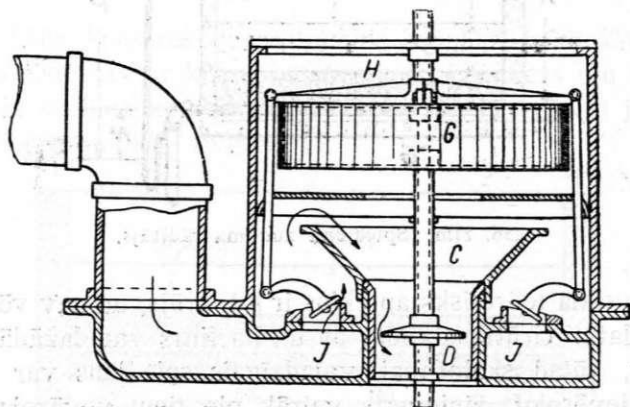
Drenāžas tīkla teorētisks aprēķins ir ļoti grūts, un nav vēl pietiekamu novērojumu datu. Grūtības rodas ar to, ka filtrs var dažādās vietās dažādi piesērēt, tātad skalošanai vajadzīgais spiediens var būt arī ļoti dažāds. To ievērojot, jāpieturas vairāk pie tiem novērojumiem, kādi var būt iegūti ietaisēs, kas strādā.

Spiediena zaudējumus, filtram darbojoties, rada spiediens, kas vajadzīgs, lai attīstītu filtrātrumu, un pretestības, ūdenim ejot caur vairāk vai mazāk piesērējušiem filtriem. Spiediena zaudējumu uzrāda līmeņu starpība starp ūdens līmeni pāri pār filtru un līmeni pēc filtra. Šādu līmeņu starpību var noteikt, ietaisot 2 vertikālas (pjezometriskas) caurules, vienu, kas stāv sakarā ar ūdens līmeni virs filtra un otru, kas savienota ar notekcauruli no filtra drenāžas (256. zīm.). Var arī ierīkot tā, ka ūdensstabs no katras vertikālās caurules spiež dzīvsudrabu, kas

¹⁾ Азербейр — водоснабжение II стр. 284.

atrodas abos stabiņos, uz saliektas caurules un dzīvsudraba stabiņu augstuma starpība uzrāda spiediena zudumu mazākā mērogā. Pie ātrfiltriem notecē no drenāžas ir arvien slēgtā caurulē, kas pievienojas ātruma rēgulātoram, un spiediena rādītājs jāierīko starp filtru un ātruma rēgulātoru. Spiediena zaudējums jaunā filtrā ir 10 līdz 30 cm, un jo smalkāka ir filtrsmiltis, un jo lielāks filtrātrums, jo lielāks ir spiediena zaudējums. Zaudējuma pieaugumu pieļauj līdz 3 m, tad filtrs ir jātīra. Lai filtrs ilgāk varētu strādāt, līdz tīrīšanai, Amerikā neņem visai smalku filtrsmilti un parasti apmierinās ar ef. lielumu, ne mazāku par 0,5 mm.

Filtrātruma rēgulātors (Leistungsregler). Arī ātrfiltriem, tāpat kā lēnajiem smilšu filtriem notecē un līdz ar to pieteces daudzums jāietur konstants. Rēgulēšanu arī te var izdarīt no rokas vai automatiski. No rokas rēgulēšanu izdara ar izteces aizlaidņa lielāku vai mazāku attaisīšanu. Tāda rēgulēšana ir nepilnīga un labāki ir automatiskie rēgulātori. Konstrukciju ir daudz. Noder līdzīgs Lindleja rēgulātoram, kas jau aprakstīts pie lēnfiltriem (227. zīm.). Cits ļoti bieži pielietots ātrfiltru rēgulātors ir Vestona (Weston) sistēmas (257. zīm.). Tas sastāv no cilindriska, virsū vaļēja

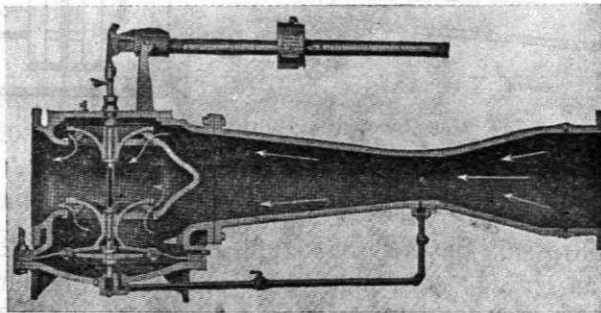


257. zīm. Vestona sistēmas rēgulātors.

trauka, ap 0-75 m augsta un $d = \text{ap } 1 \text{ m}$. Apakšējā daļā nodalīta telpa, kas ar augšējo stāv sakarā ar rēgulējamiem vārstuļiem. Virsējā telpā ir pludiņš, kuŗu ar tā sistēmu savieno vārstuļi. Pludiņam paceloties, vārstuļi samazina ieteces caurumu un otrādi. Iztecei noder plašāka caurule, kas iet caur abu nodalījumu starpsienās dibena vidū. Caurulē ir vārpsta, kas ar virsējo galu piestiprināta pie pludiņa, bet apakšā tai ir ripa, diametrā mazāka par noteces caurules diametru, tātad paliek gredzenveidīga starpa starp ripu un caurules apvārsni, pa kuŗu var tecēt ūdens. Kamēr ripas attālums no ūdens līmeņa un starpas lielums paliek vieni un tie paši,

iztecēs viens un tas pats ūdens daudzums. Tātad iztecējušā ūdens daudzumu var mainīt pārbīdot ripas vietu uz vārpstas, vai grozot ripas lielumu. Kā ripa, tā arī citas rēgulatora daļas jānostrādā rūpīgi (ripa ir no vara), lai aparāts darbotos kārtīgi un uzticami.

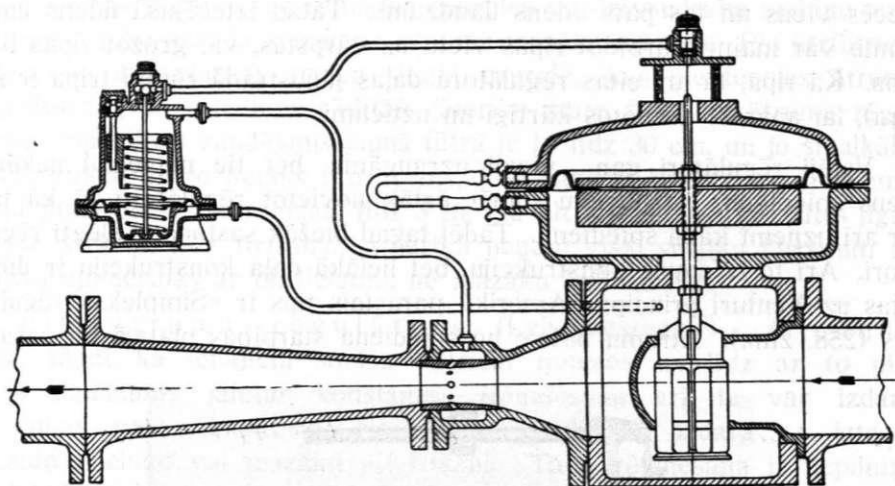
Valēji rēgulatori gan viegli uzraugāmi, bet tie nepieļauj nekādu ūdens spiedienu. Ātrfiltriem tomēr ērtāk novietot rēgulatoru tā kā tas var arī uzņemt kādu spiedienu. Tādēļ tagad biežāk sastopami slēgti rēgulatori. Arī to ir daudz konstrukciju, bet lielākā daļa konstrukciju ir dibinātas uz Venturi principa. Amerikā parastais tips ir «Simpleks» rēgulators (258. zīm.). Ātrumu noteic no spiediena starpības platajā un sašau-



258. zīm. Simpleks tipa ātruma rēgulators.

rinātajā caurules daļā. Rēgulatora izteces galā atrodas rēgulējošais aizvars un vīrulis diafragmas veidā. Aparāta darbību varētu raksturot sekojoši. Ja, piem., caurteces daudzums caur Venturi cauruli palielinās, tad palielinās arī spiediens kamerā, kurā atrodas aizvars, kas norēgulēts ar pretsvaru, pabīdāmu uz sviras, un līdz ar to palielinās arī vēl vairāk spiediens uz diafragmas. Pēdējā, vairāk izplezdamās, spiedis aizvaru uz leju, tā samazinot caurteces daudzumu. Simpleks rēgulatori Amerikā ir standartizēti un attiecīgs lielums piemērojams vajadzīgiem caurteces daudzumiem. Piem., 4" lielums noder daudzumam 760 m³/dienā, lielums 10" — 3785 m³/d. un t. t.

Iecienīts ir Siemens'a firmas rēgulators (259. zīm.), kas tāpat dibināts uz Venturi principu. Aparāts sastāv no dubultas aizvaru konstrukcijas, uz aizvaru stangas apakšā ir gumijas membrana, kas noslēdz membranas kameru, lai ūdens netecētu caur aizvaru telpu. Kameru ar Venturi caurules iežņaugumu savieno caurule, un tā uzņem samazināto spiedienu, kamēr augstais spiediens iedarbojas telpā pāri pār membranu. Aizvaru stangas virsgalā iedarbojas svira ar iedalījumu, uz kuņas atrodas bīdāmais pretsvars, vēlamā caurteces daudzuma iestādīšanai.



259. zīm. Siemens'a caurteces rēgulātors.

Filtra dezinfekcija.

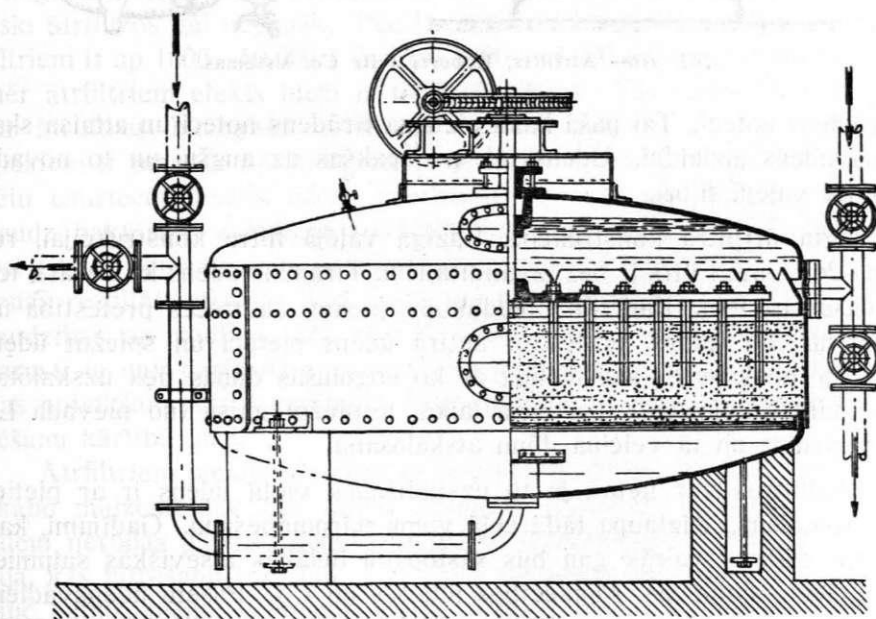
Ar laiku filtrā sakrājas liels daudzums baktēriju (daži desmiti tūkstoši 1 g smilts), kas izrādās cieši pieķērušās pie smilts graudiņiem, pateicoties koagulantam. Tādā lielā daudzumā baktēriju var būt arī slimību dīgļi, un tādēļ ieteicams filtru periodiski dezinficēt (vienu vai divreiz gadā) un epidēmiju laikā to izdarīt cik iespējams bieži. Dezinfekciju izdara ar chlōru, pēc tam, kad filtrs ir izskalots. Aktīvā chlōra vajadzīgs 5—10 mg/l. Pēc divu stundu kontakta filtru atkal izskalo, un to dara tik ilgi, kamēr nav izzudis brīvais chlōrs filtrātā. Var darīt arī tā, ka skalojamam ūdenim piejauc stipru chlōra devu, 30—40 g/m³ un aiztur nelielu laiku skalojamo ūdeni uz filtra smilts.

Filtra tīrīšana.

Kad filtrspiediens sasniedzis savu vislielāko pieļaujamo augstumu, filtrs jātīra. Tīrīšanu izdara, spiežot caur filtru ūdeni no apakšas, pie kam pie smilšu graudiņiem pieķērušies netīrumi tiek atskaloti, ieskaloti novadrenē un ievadīti novadu sistēmā. Netīrumu atskalošanu no smilts graudiņiem pabalsta sevišķs izvandītājs — grābeklis, ko lēnām griež, kad filtru tīra. Tāds izvandītājs tomēr pēdējā laikā būvēto filtru lielākā daļā vairs nav, un skalošanu ar spiedūdeni pabalsta ar spiestu gaisu, ko arī ielaiž no apakšas kopā ar spiedūdeni. Bet ir arī daudz tādu filtru, kur skalošanu izdara tikai ar spiedūdeni. Skalošanai vajadzīgo ūdens daudzumu var tā noteikt: filtriem ar izvandītājiem vajadzīgs 5—6 l/sek. uz 1 m² filtra virsas, kamēr filtriem bez izvandītājiem vajadzīgs

10—15 l/sek/m². Džūela filtros, kas ir ar izvandītājiem, pēdējo apgriešanās ātrums ir 10 līdz 12 reiz 1 min. Zaru attālums izvandītājos ir ap 20 cm. Skalošanu izdara ar caurteces ātrumu caur filtru 0,4 līdz 1,5 cm/sek., bet, ja skalošanu izdara tikai ar spiedūdeni vien, var izrādīties par noderīgu arī lielāks caurteces ātrums. Vajadzīgo spiedūdeni (vajadzīgs pārspiediens 10—15 m) var sagādāt dažādā ceļā. Var ņemt ūdeni no spiedējvada, bet tam ir dažādas neērtības, jo spiedējvadā parasti lielāks spiediens, nekā tas vajadzīgs filtra mazgāšanai. Otrs ceļš ir ar speciālu pumpi sagādāt vēlamo spiedienu. Ja grib ietaupīt pumpja lielumu, tad jāietaisa sevišķs spiedrezervuārs, kurā ūdeni iepumpē un uzkrāj ar mazu pumpi tai laikā, kad mazgāšana nenotiek. Kuŗa no metodēm ir izdevīgāka un vēlamāka, jānoskaidro katrā atsevišķā gadījumā uz vietas.

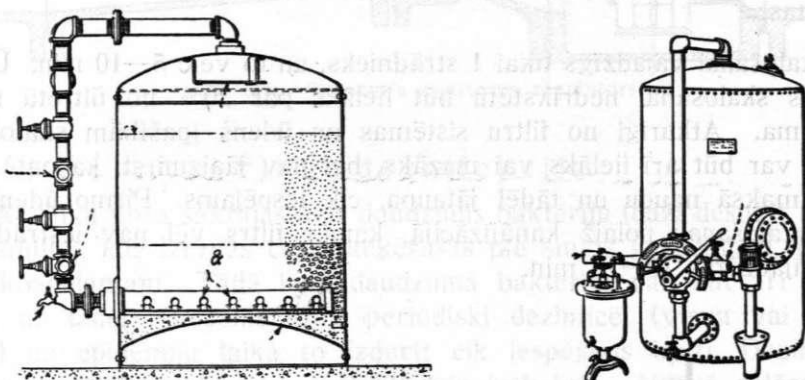
Skalošanai vajadzīgs tikai 1 strādnieks, un to veic 5—10 min. Ūdens patēriņš skalošanai nedrīkstētu būt lielāks par 20% no filtrētā ūdens daudzuma. Atkarīgi no filtru sistēmas un ūdens īpašībām skalošanas ilgums var būt arī lielāks vai mazāks, bet nav jāaizmirst, ka patērētais ūdens maksā naudu un tādēļ jātaupa, cik iespējams. Pirmo ūdeni pēc filtru skalošanas nolaiž kanalizācijā, kamēr filtrs vēl nav iestrādājies, kam vajadzīgas 10—15 min.



260. zīm. Lehmans'a sistēmas ātrfiltrs.

Slēgti filtri (spiedfiltri).

Slēgti filtri ierīkoti līdzīgi vaļējiem. No konstrukcijām vispopulārākā ir Lehmann'a (260. zīm.), Amerikas firmas Roberts Filter Co. (262. zīm.), Bellmann's (295. zīm.) un c. Slēgtos filtros, kas uzstādīti uz spiedējvada, ūdens iet caur filtru zem spiediena tāpat no augšas uz apakšu, kā vaļējos filtros. Filtrspiedienu nolasa uz manometriem, viens stāv sakarā ar ūdens līmeni pāri filtram, un otrs ietaisīts zem filtra dibena. Sevišķas reakcijas kameras un baseinus, lai nosēstos koagulants, spiedfiltriem netaisa, bet attiecīgie procesi notiek ūdenī, kas atrodas pāri filtram. Koagulantu pievieno pie ūdens ietece filtrā. Ja filtrspiediens sasniedzis to stāvokli, kad filtrs jātīra, tad noslēdz tīrāmā ūdens pieteci un attaisa



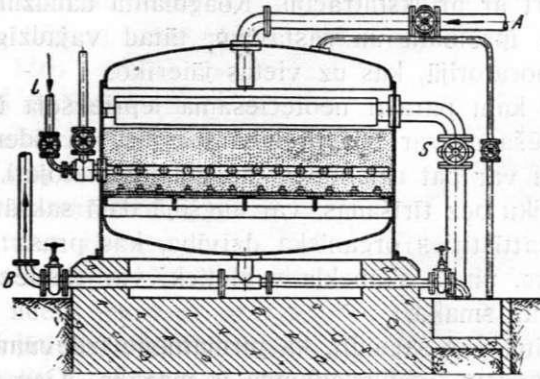
262. zīm. Ātrfiltrs, Roberts Filtr Co. sistēmas.

dūņu ūdens noteci. Tai pašā laikā aiztaisa tīrūdens noteci un attaisa skalojamā ūdens aizlaidni. Ūdens tek no apakšas uz augšu, un to novada tāpat kā vaļējā filtrā.

Slēgta ātrfiltra konstrukcija, līdzīga vaļējā filtra konstrukcijai, redzama 261. zīm. Filtrs ir bez izvandītājiem. Tīrāmais ūdens kā parasti tek no augšas uz leju. Kad filtrs piedūņojis, pieaug caurteces pretestība un tas jātīra. To izdara, noslēdzot netīrā ūdens pieteci un spiežot ūdeni otrādi, no apakšas uz augšu, līdz ar ko nogulušās dūņas tiek uzskalotas un no virsas nolaistas. Tai pašā laikā, iespiežot gaisu (no pievada L), smilti izirdina un tā veicina dūņu atskalošanu.

Spiedfiltrus var lietot, ja to uzstādīšanas vietā ūdens ir ar pietiekamu spiedienu. Aiztaupa tādā ceļā vienu pārpumpēšanu. Gadījumi, kad lieto spiedfiltrus, vairāk gan būs sastopami lielākās atsevišķās saimniecībās, piem., slimnīcās, rūpniecības ietaisēs un t. t. Pilsētu ūdensvadiem tos retāk sastop, izņemot gadījumus, kad ūdens iet uz pilsētu ar pašteču vadiem, bet ar lielu kritumu, ko var izmantot spiedfiltram. Vispārīgi pil-

sētu apgādei spiedfiltri nav ieteicami, jo tie ir dārgi, grūti sekot to darbībai un pa lielākai daļai to darbība arī Amerikā atzīta par nepietiekamu, nepilnīgu tīrīšanas rezultātu dēļ. Spiedfiltri ar pašteču vadā iegūtu lieku spiediena izmantošanu ir atrodami Edinburgā, Skotijā.



261. zīm. Stāvošs slēgts ātrfiltrs ar smidzinātājiem dibenā, Reisert'a sistēmas.

e) Filtru sistēmu darbības salīdzinājumi.

Salīdzinot ātrfiltru darbību ar lēnfiltriem, var secināt, ka arī ar ātrfiltriem var sasniegt ūdens atbrīvošanu no suspendētām vielām, bet tik pilnīgu atbrīvošanu no baktērijām, kā to sasniedz lēnfiltrā, tomēr praktiski ātrfiltrā vēl nepanāk. Pēc *Brūnsa*¹⁾ baktērioloģiskais efekts lēnfiltrā ir ap 1000—10.000:1 (t. i. no 1000—10.000 baktērijām paliek 1), kamēr ātrfiltrā efekts bieži ir tikai 10—20:1. Tas izskaidrojams ar to, ka ātrfiltrā bioloģiskā ādiņa ar saviem adsorbcijas un absorbcijas spēkiem ir mazāka kā lēnfiltrā, jo poru lielumam jābūt lielākam, lai varētu caurtecēt lielāks ūdens daudzums. Parasti pēc ātrfiltra, ja ūdenī daudz baktēriju, vajadzīga baktēriju iznīcināšana, piem., ar chlōrēšanu vai citiem paņēmieniem, par kuriem turpmāk runāsim (398. l. p.). Tīrīšanas rezultāti atkarīgi lielā mērā no pareizas filtru uzbūves un no uzraudzības un vadības, bet pēdējā lēnfiltrā ir daudz vienkāršāka, jo parasti te nav darīšana ar koagulanta piejaukšanu, un tā vajadzīgās devas noteikšanu katrā gadījumā, filtra tīrīšanu, mašīnu vadīšanu un uzturēšanu kārtībā un t. t.

Ātrfiltrā piemīt vēl citas nevēlamas īpašības. Koagulēšana ar sērskābo mālzemi nav bez tālākā lietojama mikstiem ūdeņiem, jo mikstā ūdenī nerodas pārslas, ūdenī var palikt sērskābe un rasties skāba reakcija, kas filtrēšanu traucētu. Lai tādus ļaunumus novērstu, ūdenim jāpiejauca kalks, piem., kalkpiena veidā, dažreiz lieto arī sōdu, kā to norāda

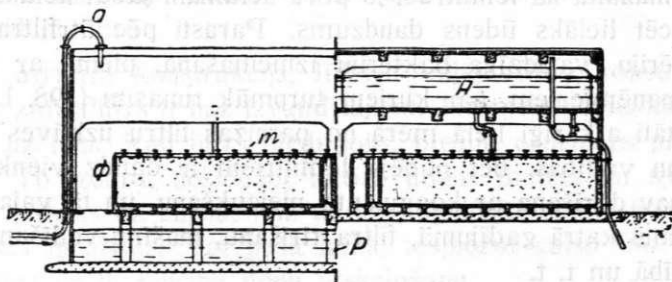
¹⁾ Vom Wasser, 1927, 1, 61.

ķīmiska analīze. Viss tas sarežģī un sadārdzina tīrīšanu. Tāpat arī, ja ūdens satur daudz māla daļiņu, ir duļķains, vai tajā liels planktons, kas kavē nostāšanos, tad jālieto lielāks daudzums koagulanta, bet no tā filtrs ātrāk piesērēs un būs biežāk jātīra. Tādos gadījumos noderīgāk planktonu atšķirt ar priekšfiltrāciju. Koagulanta daudzums pastāvīgi jāpieskaņo ūdens īpašībām un sastāvam, tāpat vajadzīga pastāvīga tā izmeklēšana laboratorijā, kas uz vietas jāierīko.

Ātrfiltriem, kam parasti nepieciešama iepriekšēja ūdens sagatavošana ar koagulēšanu, var būt tā labā īpašība, ka ūdens garža nespēj pasliktināties un var pat uzlaboties (koagulantu lietojot). Lēnfiltrus, kas strādā ilgāku laiku bez tīrīšanas, var augšējā daļā sakrāties daudz organisku vielu un attīstīties organiska dzīvība, kas prasa pietiekamu skābekļa patērēšanu, un ja skābekļa nepietiek, var rasties ūdenim nepatīkama piegarža un smaka.

Izmaksas ziņā var sagaidīt, ka pirmatnējie izdevumi ātrfiltriem būs mazāki kā lēnfiltriem, jo filtrlaukums ir mazāks. Gan ātrfiltriem vajadzīgas mašīnas, kas izmaksas starpību jau ievērojami izlīdzina. Eksploataācijas izdevumi ātrfiltriem bez šaubām ir lielāki kā lēnfiltriem, jo jānodarbina mašīnas un pastāvīgi jālieto koagulants. To ievērojot, pirms sistēmas izvēles vēl jānoskaidro vienas un otras sistēmas priekšrocība, ko vislabāk var izdarīt, rīkojot izmēģināšanas ietaisi uz vietas. Ja ātrfiltri, apsverot pilnībā visu saimniecisko pusi, būtu pat nedaudz lētāki par lēnfiltriem, tomēr pēdējiem dodama priekšroka.

Ļoti duļķainus ūdeņus tīrīt ir grūti, un daudzreiz jālieto kombinēta metode. Tad var vai: 1) ūdeni papriekš tīrīt ar ātrfiltriem un koagulāciju, un tad galīgi lēnfiltrus, 2) koagulēt, nostādināt, laist caur priekšfiltriem un tad uz lēnfiltriem.



263. zīm. Nepārpludināmie filtri Šatodenas pilsētā.

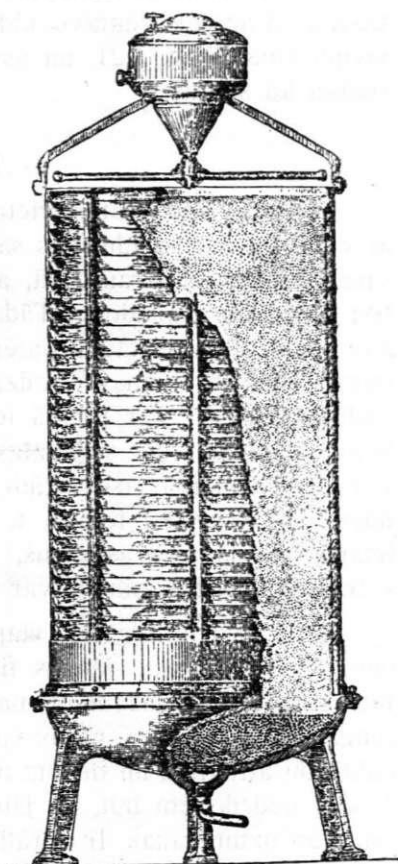
f) Nepārpludināmie filtri.

Kā lēnfiltri, tā arī ātrfiltri ir no virsas pārklāti ar zināma dziļuma ūdens slāni, kam uzdevums vienmērīgāk izmantot filtru un atvieglot filtrspiediena noteikšanu. Bet tāda filtra pārpludināšana apgrūtina bio-

loģiskos procesus filtrā. Nemitīgie filtri kanalizācijas ūdens tīrīšanai strādā bez pārpludināšanas. Mēģināts lietot nemitīgo bioloģisko filtru principu arī tīra ūdens apgādāšanai. Tādi filtri piem., būvēti Šatodenas pilsētā (Francijā) (263. zīm.). Pavisam te ir 16 filtri, katrs garumā 5—6 m, platumā 2,75 m. Filtrs uzbūvēts no tīras smilts, smalkākas par 1 mm, dziļums 1,55 m. Filtrējošais laukums 250 m², slodze vasarā 800 m³/24 st., filtri strādā periodiski 13 st., pēc kam 5 st. atpūta. Ziemā slodze 500 m³/24 st., mainoties darbam un atpūtai ik par 8 st. Ūdeni uz filtru izlej no caurulēm, uz kuņām caurumos ietaisīti izsmidzinātāji. Filtram jānogatavojas, kam vajadzīgas dažas nedēļas. Ar laiku filtra virsa piesērē un ūdens tek cauri ar grūtībām, un tad filtrs jātīra, ko izdara noņemot virsējo, netīro smilti 1—2 cm, tāpat kā to dara ar pārpludināmiem lēnfiltriem.

Ar nepārpludinātiem filtriem ir vēl diezgan maz piedzīvojumu. Jādomā, ka pie parastajiem apstākļiem (ar priekštīrītu upes ūdeni) visai labus panākumus nevarēs sagaidīt. Vienkārt, visas ietaises darbība ir sarežģītāka kā lēnfiltriem, jo jāievēro darba un atpūtas maiņas, otrkārt, nenoteiktība pašā darbībā, jo filtrā attīstās bioloģiski procesi un iztecē var sagaidīt vairāk baktēriju nekā to pielauj pie lēnfiltriem. Jānogaida speciāli zinātnieku pētījumi ar šāda veida filtriem.

Krievijā inž. Averins konstruējis nepārpludināmu filtru mazām vajadzībām. Filtra sienas taisītas no žaluzijām, kas garantē labu gaisa ietiekšanu, jo tas vajadzīgs bioloģiskiem procesiem. Ūdens iztek uz filtru no neliela mērijamā rezervuāra un sadalās automatiski ar Segnera ratu. Filtrs uzbūvēts no tīras, labas upes smilts, rupjumā 0,5 līdz 1,5 mm (264. zīm.).



264. zīm. Averina sistēmas filtrs.

g) Filtrsmiltis aizstāšana ar citiem materiāliem.

Smiltis vietā ūdensvada filtriem izmēģināti dažādi materiāli, kā ogle, kokss, polarīts, azbests u. c. Tomēr tādi materiāli nevar aizstāt smilti jau tā īemesla dēļ vien, ka smiltis ir lēts materiāls, un tādēļ tos varētu

lietot tikai mazā mērogā. Ļoti populārs materiāls ir šobrīd aktīvā ogle, bet to gan ūdensvada praksē parasti nelieto smilšu aizstāšanai, bet gan ūdens sagatavošanas procesa papildinājumiem, galvenā kārtā garžas un smakas uzlabošanai. Par aktīvās ogles lietošanu pēdīgi minētam mērķim ir apskats citā vietā (424. l. p.).

Pēdējā laikā ir mēģināts smilts vietā lietot graudiņos samaltu antracitu. Amerikā izgatavo tādu materiālu ar nosaukumu «Anthrafilt», ar vienmērības koef. 1,21, un maziem filtriem tāds esot izrādījies par izturīgāku kā smilts.

h) Mazifiltri.

Lielākās apdzīvotās vietās var garantēt labu dzeramo ūdeni tikai ar centrālu ūdensvadu, kas sagādā labu, veselīgu ūdeni un kas ir pastāvīgā lietpratīgā uzraudzībā, ar to ziņu, lai labais ūdens nekā nevarētu tikt nevēlami iespaidots. Tāda garantija nevar būt mazās ietaisēs. Dažās rūpniecības iestādēs patērē ļoti daudz ūdens izgatavojumu vajadzībām, kamēr dzeršanai vajadzīgs samērā maz ūdens. Pēdējais tad jāsaģādā atsevišķi. Var tad tā iekārtot, ka no lielā ūdensvada noņem nelielu daudzumu, cik vajadzīgs tieši dzeršanai, un to tad iztīra. Tāpat var būt vajadzība atsevišķām mājām, iestādēm un t. l. sagādāt dzeramo ūdeni ar atsevišķu ietaisi, t. i. maziem filtriem. Ievērojot tādu ietaišu plašus pieprasījumus, ir izstrādātas daudzas konstrukcijas, kas vairāk vai mazāk pilnīgi var apmierināt prasības.

Arī mazie filtri rūpīgi jāapkopj, jo citādi tie var sagādāt vairāk ļaunuma nekā labuma. Mazos filtros nelieto smilti, bet sevišķi izveidotus filtrakmeņus no dažādiem materiāliem. Ja tādu filtru nepietiekami uzrauga un laikā netīra, porās var uzkrāties organiskas dūņas, kas ierosina baktēriju attīstību, un filtrētā ūdenī var būt vairāk baktēriju kā nefiltrētā. Tas tā nedrīkstētu būt, un jāievēro daži noteikumi šādu filtru izgatavošanai un uzturēšanai. Ir norādījumi, ka jāņem vērā sekojošais:

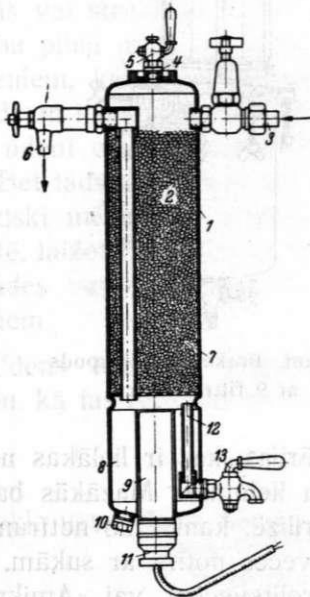
1) filtrmasai jābūt cik iespējams vienmērīgai un poras nedrīkst būt lielas; 2) ūdens spiediens vadā nedrīkst būt lielāks par 1—2 atm., un katrā ziņā nedrīkst būt atsevišķi triecieni, jo tie veicinātu dīgļu iespiešanos filtrā; 3) jo netīrāks ūdens un jo vairāk suspendētu vielu ir ūdenī, jo ātrāki filtrs pieaug ar baktērijām; 4) jo blīvāks ir filtrs, jo mazāka tā jauda; 5) filtram jābūt arī tā iekārtotam, ka tā tīrīšana, sterilizācija, atjaunošana ērti nokārtojami; 6) jo siltāks ūdens, jo ātrāk tiek veicināta dīgļu attīstība.

Mazos filtrus senāk sastādīja no dažādām oglēm, zirņu lielumā vai smalki nosijāta pulvera veidā. Arī koksa pulveri lietoja. Materiālus

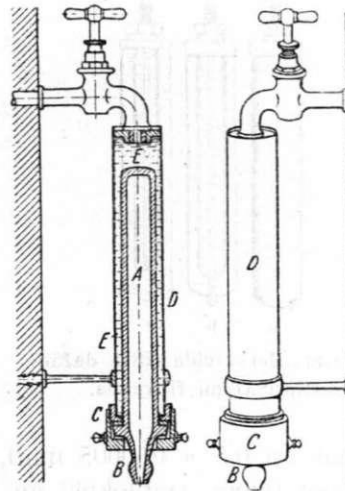
ieplūdi kādā cilindriskā tvertnē. Visi tādi filtri tomēr kā baktēriālā ziņā, tā arī suspendēto vielu atturēšanā izrādījušies par nepietiekamiem.

Firmas Dabeg, Vinē, izgatavotam filtram (265. zīm.) ietaisīta apakšā elektriska sildīšana, pieslēdzot to pie apgaismošanas tīkla mājā. Ar elektrisku sildīšanu vienkārt var dabūt vēlama siltuma ūdeni, otrkārt, var tiktālu sasildīt, ka var attīstīties ūdens tvaiki, kas var nevien ogli reģenerēt, bet var arī sterilizēt visu filtru. Mazus filtrus no aktīvas ogles lieto ūdens garžas uzlabošanai.

Mazfiltros, kas šobrīd vēl atrodas tirgū, lieto kā filtrmateriālu sveces no māla, porcelāna zemes vai infuzorijzemes. Piem., Pastera-Čember-



265. zīm. Dabeg filtri.



a. Filtra griezumus.

b. Pie ūdensvada piestiprināts filtrs.

266. zīm. Pastēra-Čemberlena filtrs.

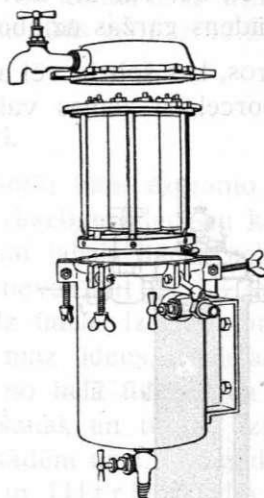
lena (Pasteur-Chamberland) filtrs (266. zīm.) sastāv no maza stipri dedzināta kaolīnmāla cilindra (A), kas ievietots plašākā metalcilindrī (D). Ūdens ietek starpā un filtrējas no ārpusē uz iekšpusi. Apakšā (B) filtrētais ūdens iztek. Pie $1\frac{1}{2}$ — $7\frac{1}{2}$ atm. pārspiediena 1 svece var stundā dot 2—3 litru filtrēta ūdens. Tīrīšanu izdara sveces novārot un pēc nožūšanas izkarsējot.

Vispopulārākie no mazfiltriem šobrīd ir Berkefelda filtri, kas izgatavoti no infuzorijzemes. Filtrcilindru iestiprināšana lielākā filtrtvertnē var būt dažāda (267. zīm.), tai jābūt blīvai, bet arī ērtai cilindra izņemšanai, ja jātīra, un jābūt no nerūsējoša metalla. Atkarīgi no vāja-

dzīgā ūdens daudzuma sastāda filtru no vienas vai vairāk svecēm (268. zīm.). letaise ērta, jo, sveču turētāju izņemot, var pašas sveces atdalīt un tā tīrīt resp. sterilizēt. Arī visu filtru var sterilizēt to izskalojot piem. ar kalija hipochlōrītu (eau de Javelle). Atsevišķās sveces sterilizē ar novārīšanu $\frac{3}{4}$ st. ilgi. Sterilizēšana drošības pēc vajadzīga katru dienu, un tad filtrs var ilgi dot sterilu ūdeni. Pēc izpētījumiem filtra poras var



267. zīm. Berkefelda filtru dažādi iestiprinājumi filtrpodā.



268. zīm. Berkefelda filtrpods ar 9 filtrsvecēm.

būt lielas ap $0,5 \mu$ ($0,0005 \text{ mm}$), tātad baktērijas, kas ir lielākas nevar cauri iziet (piem. stafilokoki un citas līdzīga lieluma). Mazākās baktērijas gan iespiežas filtrā, un tad tas ir jāsterilizē, kamēr no netīrumiem un baktērijām, kas pieķērušās no ārpusē, sveces notīra ar sukām. Līdzīgas mazfiltru ietaises var sastādīt no porolītsvecēm, vai «Amikron», kas lieto arī citus materiālus savam sastāvam, tomēr par labākiem atzīti filtri no porcelānzemes vai infuzorijzemes.

25. Šķīstošo vielu atšķiršana.

Ūdens, arī gruntsūdens, kas citādi ļoti noderīgs centrālai ūdens apgādei, daudzreiz satur vielas, kas to padara nederīgu atsevišķiem mērķiem, kā tas jau agrāk aizrādīts. Tādas vielas ir, piem., dzelzs vai mangāns, vai vielas, kas var bojāt dažādus ūdensvada materiālus, piem., ogļskābe. Arī liela cietība nav vēlama. Dažas vielas piedod ūdenim nepatīkamu gārzu vai smaku. Var būt apstākļi, kad dažādas šķīstošas vielas jāatšķir no ūdens, bet te jau jānorāda, ka tas nav tik viegli un

lēti izdarāms kā suspendēto vielu atšķiršana. Līdzekļi ir dažādi, piemērojoties vielu raksturam.

a) Aerācija.

Ar aerāciju saprot tādu paņēmieni, kuŗa mērķis ir vest intimā sakarā ar gaisu vismazākās ūdens daļiņas, lai ūdens uzņemtu pietiekami daudz skābekļa, vielu oksidēšanai (dzelzi, mangānu) vai dažādu gāzu (ogļskābes, sērūdeņraža), vai sliktas smakas atdalīšanai. Arī organisko vielu oksidēšana var ar aerāciju notikt, lai gan tām te maza nozīme, jo ūdeni ar daudz organiskām vielām ūdens apgādei neņem. Tehnikas uzdevums aerācijas procesā ir sadalīt ūdeni cik iespējams smalkākās daļiņās vai strūkliņās, ideāli būtu smalkos pilienos, lietus veidā. Pēdējo prasību pilnā mērā apmierināt nav vēl izdevies, un jāapmierinās ar paņēmieniem, kas mērķim vislabāk tuvína. Vislabāk mērķi sasniedz, kā to redzam kanālizācijas praksē pie aktivēto dūņu metodes, ar gaisa iepūšanu ūdenī caur porainām plātnēm, mazāk labi no caurumotām caurulēm. Bet tāds paņēmiens dārgs un ūdensvadu praksē aerācijai nav lietots. Praktiski mēģina ar dažādām tehniskām ietaisēm ūdeni sadalīt plānā plēvītē, laižot tam krist uz lielām virsām, no zināma augstuma, pārgāzes, kaskādes vai fontāna veidā, vai izšļācot no attiecīgas konstrukcijas uzgaļiem.

Ūdens krišanas augstums iespaido skābekļa uzņemšanas daudzumu, kā tas redzams no Oesten'a pētījumiem (9. tab.); dažu gāzu atda-

9. tabula.

Skābekļa uzņemšana ūdenim krītot no dažāda augstuma (pēc Oesten'a).

Ūdens krīt no augstuma cm	Absorbēts skābeklis mg/l
10	1,21
25	1,79
50	2,52
100	6,50
200	7,33

līšanai vajadzīgs zināms laiks, kā, piem., sērūdeņraža (10. tab.) vai ogļskābes (11. tab.).

Praktiski aerāciju izdara vai ar ūdens krišanu caur gaisu, ieslēdzot kaskādes, vai izslacināšanu gaisā ar sevišķiem izšļācējiem.

10. t a b u l a.

Sērūdeņradis paliek šķīdumā pēc aerācijas ar pīlināšanu (pēc Vipla).

Laiks	Sērūdeņradis mg/	Smaka
Sākumā	15,2	vāja
pēc 1 sek.	10,2	ļoti vāja
„ 1,5 „	5,0	ļoti vāja
(„ 2 „	2,6	nav

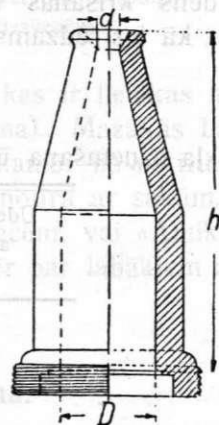
11. t a b u l a.

Ogļskābes paliek šķīdumā pēc aerācijas ar pīlināšanu (pēc Vipla).

Laiks	Ogļskābes mg/l			
Sākumā	5,0	10,0	25,0	50,0
pēc 0,5 sek.	4,1	6,9	13,8	23,4
„ 1 „	3,5	5,3	9,3	14,0
„ 2 „	3,0	4,1	6,2	8,5
„ 5 „	2,5	3,0	3,8	4,5
„ 15 „	2,1	2,1	2,1	2,1



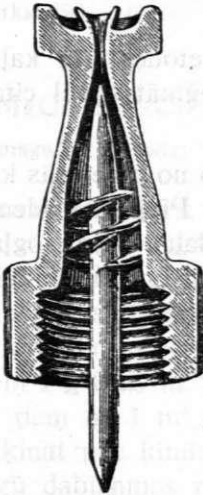
269. zīm. Aerātors Vinčesterā (Am.)



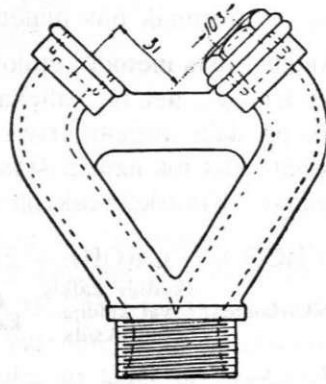
270. zīm. Kōniskis uzgalis.

Kaskādu aerātoru izveido dažādi, vai trepju veidīgi, vai lietojot plātnes ar ribām, gar kuņām atsizdamies ūdens nāk tuvākā sakarā ar gaisu. Vinčesteras pilsētā (Z. Am.) aerātors (269. zīm.) sastāv no horizontālām šķērssienām, ievietojot pārmaiņus caurumotas ar cietām, pie kam no pēdējām ūdens notek plānā plēvē apkārt malām.

Izšļācēju aerātori lietoti visbiežāk. Izšļācēji parasti sastāv no neliela kōniski sašaurināta uzgaļa, ko ieskrūvē izdalītāja caurulē (270. zīm.). Izmēri var būt, piem., augstums 5—20 cm, lielais kōna diametrs 5—10 mm un mazais — 3—5 mm. Attālums starp izšļācējiem 2—5 m un ūdeni iespiež ar spiedienu 5—10 m, un atkarīgi no spiediena ūdens tad paceļas fontānveidīgi 1,5 līdz 5 m augstu. Izšļācēju konstrukciju izveidojumi ir daudz, te minēsim tikai dažus, kā piemērus. Kērtinga izšļācējs ir (271. zīm.) ar ieliktni, ap kuŗu aplikta spirāle, kas ierosina labu ūdens sadalīšanu vismazākās daļiņās. Amsterdamas izšļācējs (272. zīm.) rak-



271. zīm. Kērtinga izšļācējs.



272. zīm. Amsterdamas tipa izšļācējs.

sturojams ar to, ka 2 ūdens strāvas iztek zem spiediena viena pret otru, un tā sasidzamiessasmalcina ūdens daļiņas. Pēdējā ietaise redzama Pētdamā, kur aerē 500 m³ ūdens stundā un ūdeni spiež caur izšļācējiem ar 4 m spiedienu.

Aerāciju, kā patstāvīgu tīrīšanas metodi lieto ogļskābes un sērūdeņraža atdalīšanai, ko dara reti, bet visbiežāk gan aerācija ievada procesu, piem., atdzelžošanā, vai arī noslēdz procesu, piem., ozonēšanā, Ietaise konstrukcija tāpat apvienota ar pēdējo ietaišu konstrukciju.

b) Ūdens atmikstināšana (Enthärtung).

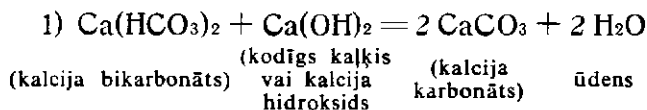
Kā jau zināms (33. l. p.), ciets ūdens sagādā daudz neērtības, jo mazgāšanai iziet daudz ziepju, katlos sarodas katlakmens un t. t. Cietību izšķiram kā karbonātu vai pārejošu cietību un kā paliekamo cie-

tību; pēdējo rada citi kalcija un magnēzija savienojumi, piem., sulfāti, hlōrīdi un c.

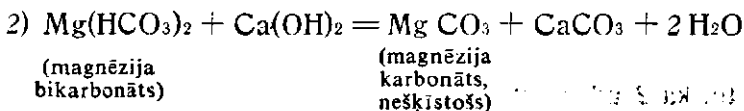
Pārejošo cietību var novērst ar ūdens vārišanu. Vielas, kas ražo pārejošo cietību, šķīstošā stāvoklī uztur šķīdinātā un pa daļai brīvā ogļskābe. Tātad, atbrīvojot ogļskābi ar izgaisošanu, ūdeni vārot, šķīstošās vielas pārvēršas par nešķīstošām un izkrīt no ūdens, pieķeroties pie vārāmā trauka sienām kā katlakmens, bet arī pieķeroties pie siltūdens novadāmām caurulēm kā katlakmens, kas zināmos apstākļos var aizpildīt visu cauruli, tā pārtraucot ūdens kustību. Pat neievērojot to, lielākā mērogā, — pilsētas ūdensvadiem, vārišana nav iespējama, un te jāpalīdzas ar ķīmiskiem paņēmieniem.

Praktiski ūdens atmīkstīnāšanai lieto 2 metodes: 1) kaļķa-sōdas metodi un 2) permutita metodi, bet ir arī izmēģinātas vēl citas metodes, kā par to turpmāk būs minēts.

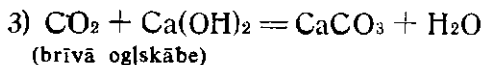
1. **Kaļķa-sōdas metodi** lietojot, ūdeni atbrīvo no pārejošās karbonāta cietības ar kaļķi, bet no paliekamās ar sōdu. Piejaucot ūdenim kaļķi (CaO), tas pa daļai atņem brīvo ogļskābi, pa daļai atvelk ogļskābi no bikarbonātiem, kas tos uztura šķīstošā stāvoklī, un izveidojas nešķīstošie monokarbonāti. Ķīmiskā reakcija izteicama sekojoši:



Tāpat:

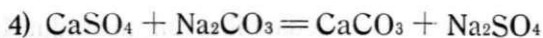


Arī lieko brīvo ogļskābi atdala pēc reakcijas:



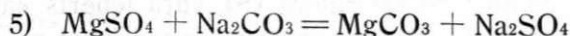
Kodīgā kaļķa vietā var ņemt kodīgo natriju (NaOH); reakcija līdzīga kaļķa lietošanai, tikai ar to starpību, ka, iedarbojoties kodīgam natrijam, neizveidojas tikai nešķīstošs kaļķis, bet pa daļai arī sōda. Pēdējā metode lietojama, ja ļoti cieti ūdeņi, it īpaši tādi ar magnēzija sālim. Turpretim kaļķošanas metode noder arī ūdeņiem, kas satur daudz ogļskābes un kam ir galvenā kārtā karbonātcietība.

Paliekamo vai nekarbonātcietību atdala no ūdens ar sōdu, t. i. natrija karbonātu (Na₂CO₃), ar ko rodas kalcija un magnēzija karbonāts. Ķīmiskā reakcija ir:



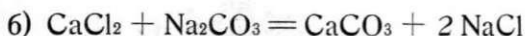
(sērskābais kalcijs vai ģipsis) (sōda) (kalc. karb.) (natrija sulfāts)

vai:



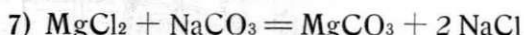
(magn. sulf.) (sōda) (magn. karbonāts, nešķīstošs)

Tāpat tas notiek ar chlōriem:



(chlōrkalcijs) (sōda) (ogl. sk. kalc.) (vāramā sāls)

vai:



(chlōrmagn.) (sōda) (magn. karbonāts, nešķīstošs) (vāramā sāls)

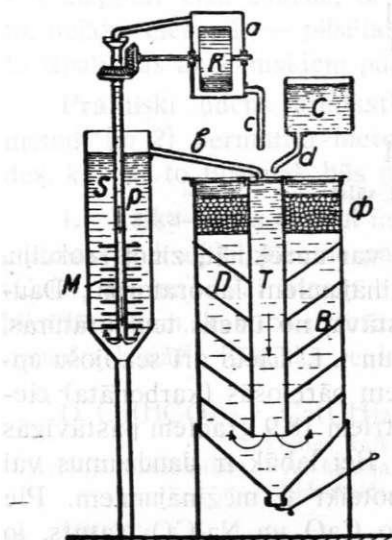
Kīmisko reaktīvu daudzumu var aprēķināt, zinot reakciju, bet pilnīgāk var noteikt ar tiešiem izmēģinājumiem laboratorijā. Daudzums atkarīgs no atmikstināmā ūdens sastāva, no ūdens temperatūras, no piejaukšanas rūpības, no kontakta laika un t. t. Lieto arī sekojošu aptuvenu formulu, uz katriem 10 vācu grādiem pārejošās (karbonāta) cietības ņem 1 g CaO uz 1 m³ ūdens un uz katriem 18,9 grādiem pastāvīgās cietības ņem uz 1 m³ ūdens 1 g Na₂CO₃. Bet labāk ir daudzumus vai nu aprēķināt pēc ķīmiskās reakcijas, vai noteikt ar mēģinājumiem. Pie tam tirgū dabūjamajos reaktīvos jānosaka to CaO un Na₂CO₃ saturs, jo tajos var būt arī citi piemaisījumi.

Ja ūdens satur gandrīz tikai karbonātcietību un pastāvīgās cietības nav, tad var sōdu arī nelietot. Bet arī otrādi, ja karbonātcietība ir ļoti maza, var kaļķi nelietot, bet ūdeni apstrādāt ar sōdu.

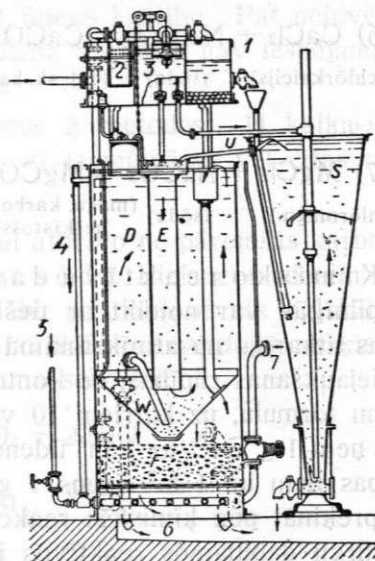
Lietojamo reaktīvu daudzums ir mazāks, ja tos pieliek iepriekš sasil-dītam ūdenim līdz 50—80°C (iedarbošanās laiks: aukstumā 6—8 st., pie 50°—4 st., pie 70°—3 st., pēc 90°—2 st.), kas gan iespējams tikai atmikstinot mazu ūdens daudzumu, piem., tvaika katla vajadzībām, bet parasti citām vajadzībām atmikstināšanu arī neizdara.

Metodes praktiskai lietošanai vajadzīgi attiecīgi aparāti, vairāk vai mazāk komplicēti, ar daudz mechanismiem, un tie ir dārgi. Ierīce sastāv no toveriem vai rezervuāriem reaktīvu sagatavošanai, tad no rezervuāra — reaktīvu sajaukšanai ar atmikstinājamo ūdeni, tālāk no tvertnes — izkritušo nešķīstošo vielu nostādināšanai (dekantātoriem). Aparāta schēma pēc Derimo ir sekojoša (273. zīm.). Vispirms vajadzīgs rezervuārs (S) kaļķa šķīduma sagatavošanai (saturators), tālāk

bāka sōdas atšķaidījumam (C). Reaktīvu iedarbībai un nostādināšanai noder lielāks rezervuārs (D — dekantātors). Kaļķa maisītāju (M) var dzīt ar ūdens ratu (R), uz kuŗa krīt cietais ūdens, kas pienāk nelielam rezervuāram (a), kuŗā ievietots ūdens rats (R). Rezervuārā pienākušais (a) ūdens iet pa daļai pa cauruli (p) saturātorā (S), kuŗā iebērts kaļķis, un pārējā daļā, krītot uz ūdensratu (R), to iedarbina un tad izlīst pa centrālo cauruli (T) dekantātorā. Tanī pašā caurulē (T) iztek arī kaļķa (pa cauruli b) un sōdas (pa cauruli d) šķīdumi. Ūdens ar reaktīviem tad iztek



273. zīm. Aparātūras schēma kaļķsōdas metodei.



274. zīm. Reisert'a atmikstināšanas aparāts.

dekantātorā (D), apakšā un ceļas lēni uz augšu, atstādams apakšā izkritušās vielas. Dekantātorā ietaisītas vītnes veidīgas virsas (B) labākai nostādināšanai, un pašā virsū vēl rupjš filtrs (F) no ēveļu skaidām. Dekantātorā tilpums līdzinās 3 stundu ūdens daudzumam.

Bieži lietots aparāts, ko konstruējusi pazīstamā Reisert'a firma Ķelnē (274. zīm.). Kaļķūdens sagatavošanai lietots Dervo (Dervaux) kaļķa piesātinātājs (S). No šejienes kaļķūdens tek pa maisījumu cauruli (E) dekantātorā pēc sōdas šķīduma piemaisījuma. Nonākot dekantātorā apakšā, ūdens ņem virzienu uz augšu, pie kam dūņas nogulstas dekantātorā dibenā un var no šejienes tikt noskalotas ar ūdeni (h). Ūdens, nonākdams līdz dekantātorā virsai, pārlīst caurulē, kas viņu noved uz filtru (F), no kuŗa notek kā tīrs, miksts ūdens. Filtru skalo no apakšas, iespīežot ūdens, tvaika un gaisa maisījumu. Virs aparāta novietots d o z ē š a n a s a p a r ā t s.

Kaļķi piejauc parasti piesātināta kaļķūdens veidā, ņemot ap 1,32 g CaO uz 1 l ūdens pie 15°C, bet ir arī ietaises, kas piejauc kaļķa pienu (1 kg dzēsta kaļķa un 3—5 l ūdens), vai pat nedzēstu kaļķi. Kodīgo natriju, ja tādu lieto, piejauc 10% atšķaidījumā. Sōdu arī lieto atšķaidījumā. Ieteicams sōdu lietot bagātīgi, lielākā daudzumā kā izrēķināts, sevišķi, ja grib ūdeni pilnīgāk atmikstināt. Parasti gan atmikstināšanu neizdara pilnīgi, bet tikai līdz kādiem 5 v. gr.

Aparāti atmikstināšanai jāparedz tādi, kas sagādātu iespēju, lai samaisīšanas un kontaktilgums nebūtu mazāks par 20—30 min. un ūdens kustētos ar ātrumu 0,20—0,5 m.

Atmikstināšanas procesā attīstījušās vielas daļai nogulstas dekantatora dibenā, bet daļai atšķiramas filtrā, kas izveidojams pēc ātrfiltru principa. Novērots, ka filtra graudiņi ar laiku apaug ar vielām, kas pie tien: cieši pieķeras. Lai tādu ciešu pieaugšanu aizkavētu, izdarīti mēģinājumi, otrreiz koagulēt ar sērskābo alumīniju pēc dekantatora, priekš uzlaišanas uz filtra. Parasti gan tāda filtra saudzēšana izrādīsies par nevajadzīgu.

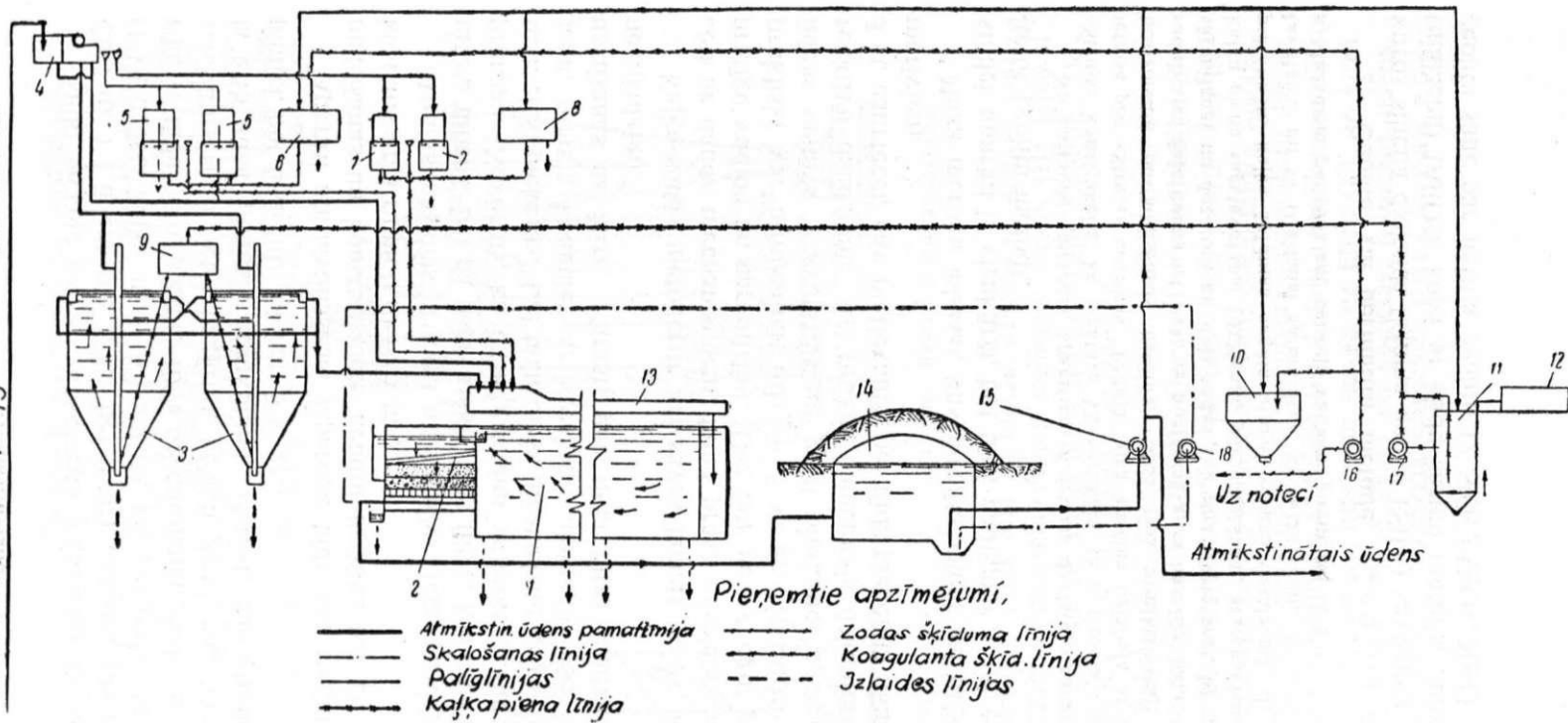
Kaļķa-sōdas metodei ir arī savas jaunās puses. Aparāti ļoti komplicēti ar daudz mehānismiem, tātad prasa ekspluatācijā ļoti rūpīgu, lietpratīgu vadību un uzraudzību. Bez tam nevar iegūt pilnīgi mīkstu ūdeni, praktiski var atmikstināt līdz 3—5 v. gr. Izskaidrojams tas ar to, ka ūdens sastāvs ir svārstīgs un grūti pieskaņot pilnīgi pareizi vajadzīgo reaktīvu daudzumu. Arī praksē pieņemtais dekantatora tilpums, līdzīgs 3 st. caurtecei, nav pietiekams, bet tāds pieņemts tikai aiz ekonomiskiem motīviem.

Maza mēroga ietaisei, kas domāta mājai vai nelielai rūpniecības iestādei, aparāti ir vienkārši, bet tādā gadījumā ar labiem panākumiem var lietot ceolītu metodi.

No kaļķsōdas metodes aparātiem Krievijas dzelzceļu saimniecībā bieži sastopama «Struja» konstrukcija, ko izgatavo kā vertikāla, tā horizontāla tipa. 275. zīm. redzama ietaise pēc «Struja» sistēmas. Pēdējā laikā sistēma uzlabota ar to, ka filtrs atdalīts no horizontālā nostādināšanas baseina. Šāda tipa atmikstinātāji sastāv no: a) ūdens sadalītāja: daļa ūdens iet tieši uz nostādināšanas baseinu, daļa — saturatorā kaļķa piesātināšanai un dozatorā un daļa sōdas šķīduma izspiešanai, b) ietaises kaļķa mīklas un kaļķa piena sagatavošanai (dzēšanai, pārpumpēšanai, starpbākiem un t. t.), c) saturatori piesātināta kaļķa šķīduma sagatavošanai vēlāmā daudzumā, d) ietaises šķīduma sagatavošanai un tā izlaišanai saturātoros, e) sajaucējiem, f) nostādinātājiem, g) filtriem, h) dažādiem palīgkākiem, cauruļu vadiem, pumpjiem u. t. t.

2. Ceolītu vai permutītu metode. Ceolīti ir alumīnija silikāti, kuŗos silīcija dioksīds (krāma zeme) (SiO₂) savienots ar alumīnija oksīdu (mālzemi) (Al₂O₃), kopā ar kādu sārmu metālu, piem., natriju, tad tādu ceolītu sauc par natrija ceolītu (2 SiO₂ · Al₂O₃ · Na₂O · 6 H₂O). Dabā ce-

Ūdens no I pakāpes pumpņiem uz atmikstināšanu



- 1 — nostādināšanas baseins, 2 — filtrs, 3 — saturators, 4 — ūdens sadalītājs,
 5 — sōdas izlaidšana, 6 — sōdas sagatavošana, 7 — koagulanta izlaidšanas bāki,
 8 — koagulanta sagatavošana, 9 — kaļķa bāks, 10 — sōdas maisītājs, 11 — kaļķa
 samaisītājs, 12 — kaļķa dzēšana, 13 — samaisītājs, 14 — rezervuārs, 15 — pumpis,
 16 — pumpis sōdas šķīduma pārpumpēšanai, 17 — pumpis kaļķa piena pārpumpēšanai,
 18 — pumpis filtru skalošanai.

275. zīm. Aparāta «Struja» schēma.

oliti atrodas mālā un glūdas sastāvdaļās, bet to lietošana neērta, jo maisījums iznāk dulķains no māla satura. Lietošanai parocīgāki ir mākslīgi ceoliti, kurus izgatavo, elektriski sakausējot kaolini, kvarcu un sōdu. Pēc sakausēšanas apstrādā ar ūdeni un dabū kristallisku alumīnātu. Tādu mākslīgu natrija alumīnātu sauc par permūtītu (no «permutare» — izmainīt), un to dabū tirgū cietos spīdīgos graudiņos, 0,5 līdz 2 mm rupjuma. Tas uzņem mitrumu no gaisa un tādēļ jāuzglabā sausā vietā.

Jaunākā laikā lieto neopermutītu, zaļimelnu, ļoti cietu materiālu ar augstu īpatnējo svaru. Neopermutīts ļoti ātri iedarbojas, ūdeni atmikstinot, un to viegli un ātri var reģenerēt.

Glaukonīta smiltis (dabiskie ceoliti) noder filtru uzbūvei, jo ir cieti un izturīgi. Tie dabā atrodami graudainā veidā 0,2—0,7 mm, zilizaļās līdz tumši zaļās krāsas, kas atkarājas no ķīmiskā sastāva. Vakar-Eiropā tos ievada no ZASV, kur tie atrodami Ņū-Džersijas štatā. Pēc attiecīgas iztīrīšanas un nocietināšanas var atmikstināt ar 1 m³ smiltis 3600—3900 CaO vienā periodā. Glaukonīta smiltis Krievijā sagatavo Jegorjevskas, Vjatkas un Sarātovas apgabalos. Te tās sastopamas kopā ar fosforītiem. Glaukonītu atmikstināšanas darbībai sagatavo to atbrīvojot ar magneta palīdzību no kvarca un citiem piemaisījumiem (glaukonītu pievelk magnēts), un mehāniskās izturības palielināšanai to apstrādā vēl termiski (cietina). Smalko graudiņu, mazāku par 0,2 mm, pieļauj ne vairāk par 5%. 1 m³ iebērumā sver ap 1,4—1,5 t. Uzsūkšanas tilpums ne mazāks par 420—450 un pat 500 tonnu-grādu, pie pH = 7 un atmikstināmā ūdens temperatūra var būt līdz 40°. Pie augstākas temperatūras ūdeni var attīstīties krama skābe SiO₂.

Ceolītiem un permutītiem ir tā īpašība, ka tie var savu sārmu metālu mainīt pret citu metālu, un natrija vietā var stāties kalcijs vai magnēzijs. Tātad, ja cietu ūdeni laiž caur ceolīta filtru, tad tas, mainot savu sārmu metālu, uzņem cietības taisītāju kalciju un magnēziju un atdod to vietā attiecīgu daudzumu natrija, un no ceolīta filtra iztekošais ūdens tad ir brīvs no cietības. Natrijs paliek ūdenī natrija sulfāta vai karbonāta veidā, bet tie nerada cietību. Eļot caur ceolīta filtru, ūdens pa daļai tiek filtrēts arī no citām cietām vielām. Filtrēšanas ātrums 2 līdz 10 m stundā: jo cietāks ūdens, jo ātrums mazāks.

Permutīta vielu apmaiņas spēja atkarīga no to sastāva un porainības. Mākslīgie ceolīti ir poraini, tātad ar lielām iekšējām virsām, turpretim dabiskie ceolīti (glaukonīti) nav poraini, apmaiņa notiek tikai no ārējās virsas un ir daudz mazāka kā pie mākslīgiem. Apmaiņas spēju nosaka procentos ar to cietības sāļu svaru, aprēķinātu uz CaO, ko uzsūc 100 svara daļas ceolīta (līdz pilnai to piesātināšanai). To var izteikt ar formulu:

$$\frac{\text{No ūdens atdalītā CaO svars}}{\text{ceolīta svaru}} \cdot 100 = \text{apmaiņas spēja \%}$$

Apmainīgas spēja glaukonīta smiltīm ir ap 0,3%, retos gadījumos — 0,35%, kamēr mākslīgiem ceolītiem tā ir vidēji ap 2% un nedaudz vairāk.

Uzsūkšanas tilpums apzīmējams ar to cietības sāļu daudzumu (tonnu grados), ko 1 m³ permutīta (vai ceolīta) uzsūc atmīkstinot līdz 0,1 v. g. (12. tab.).

12. tabula.

Ceolītu un permutītu tehniskās īpašības (pēc Azerjēra).

Nosaukumi	Glaukonīts	Dažādi permutīti
Svars uzbērumā — t/m ³ . . .	1,4—1,5	0,65—1,1
Graudiņu rupjums — mm . .	0,2—0,7	0,3—1,5
Uzsūkšanas tilpums—1 m ³ /tgr ¹)	450	1100—1140

¹) tgr (tonnu gradi) apzīmē sekojošo. Ja, piem., 1 m³ glaukonīta smiltis ir 450 tgr, tad tas nozīmē, ka 1 m³ tādas smiltis (attiecīgi apstrādātas) var periodiski no reģenerācijas līdz reģenerācijai atmīkstināt, piem., 10 m³ ūdens ar cietību 45° vai 30 m³ ūdens ar cietību 15° (30 × 15 = 450).

Ceolīta filtrus taisa tādus pašus kā parastos ātrfiltrus, vaļējus vai slēgtus, pie kam ūdens iet caur filtru no augšas uz apakšu. Ja permutītā gandrīz viss nātrijs apmainījies pret kalciju vai magnēziju, filtrs zaudē savas atmīkstināšanas īpašības un tā spēja atkal jāatjauno, vai, kā to saka: materiāls jāreģenerē.

Reģenerācija notiek, laižot cauri filtram 35° siltu koncentrētu vārāmās sāls (NaCl) šķīdumu. Ar to kalcija un magnēzija vietā permutītā stājas atkal nātrijs, un filtrs gatavs turpmākam darbam. Uz katriem no ūdens atšķirtiem 100 g CaO vajadzīgs 500—600 g vārāmās sāls. Pie reģenerācijas attīstās kalcija un magnēzija hlorīdi, kas iziet līdz ūdenim kopā ar dažiem citiem nogulšņiem, kas varēja sakrāties uz permutīta graudiņiem. Tādā ceļā atjaunots filtrs var turpināt savu darbību, pie kam nav materiāls jāizņem un jāatjauno ar jaunu materiālu. Tomēr novērots, ka gadā ap 5% ceolīta sadrūp un tiek izskalots no filtra. Pastāvīgie izdevumi filtra ekspluatācijai ir tā mazgāšana un tam vajadzīgais sāls daudzums, kas sevišķi dārgi nemaksā. Vēlams ierīkot pat mazās ietaisēs 2 paralēlus atmīkstinātājus, lai vienas ierīces reģenerācijas laikā nepaliktu iestāde bez ūdens, jo vēlams tā iekārtoties, lai sāls kontakts varētu būt kādas 4 st.

Ceolīta filtru var izveidot no vertikāla tērauda kniedēta rezervuāra, kurā ielikta 2 caurumainas horizontālas šķērssienu, viena tuvāk pie-

dibena, otra virsējā daļā (276. zīm.). Uz tām uzliek rupju smilti 0,10—0,25 m biezumā, kuņas uzdevums ir izsargāt ceolitu no tā aizskalošanas ar ūdeni, sagādāt vienlīdzīgāku ūdens sadalīšanos, kā arī aizturēt (virsējā filtrā) cietos piemaisījumus no ūdens. Uz apakšējā caurumainā dibena nāk smilts slānis un virs tā ceolīts 0,75 m biezumā. Ūdeni ielaiž no virsas ar cauruli, uz kuņas atrodas vārstulis, kas uztur pastāvīgu ūdens līmeni uz filtra. Uz noteces caurules ir aizlaidnis, ar ko regulē filtrātrumu. Kad filtrs jāreģenerē, izteci noslēdz un izlaiž ūdeni vēl cauri no apakšas, pēc tam noļaiž no filtra ūdeni un piepilda to ar sāls šķīdumu, ko atstāj filtrā 4 st. un ilgāk, cik vajadzīgs. Tad ar ūdeni izspiež palikušo sāls šķīdumu, un filtrs atkal gatavs darbam.

Ceolitifiltra darbība tātad norit šādā kārtībā:

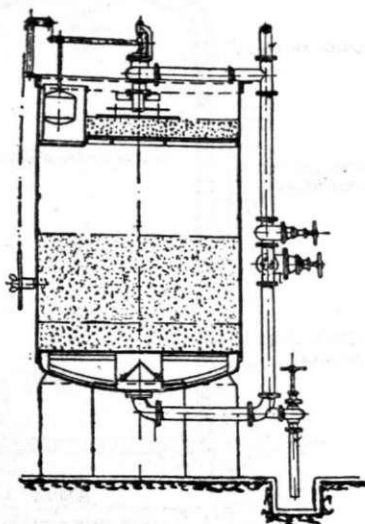
1) Atmikstināšana, ūdenim tekot caur filtru no augšas uz apakšu.

2) Skalošana, kad filtri reģenerē, laižot ūdeni cauri no apakšas un tā atskalojot uz ceolita nogulušās vielas. Līdz ar to ceolitgraudiņi arī nokārtojas hidrauliski, smalkie uz virsas, kas tad palīdz atmikstināšanas procesā ūdenim sadalīties vienmērīgāk.

3) Reģenerācija. Filtru piepilda ar sāls šķīdumu un patur pildījumu 4 stundas, vai cik vajadzīgs.

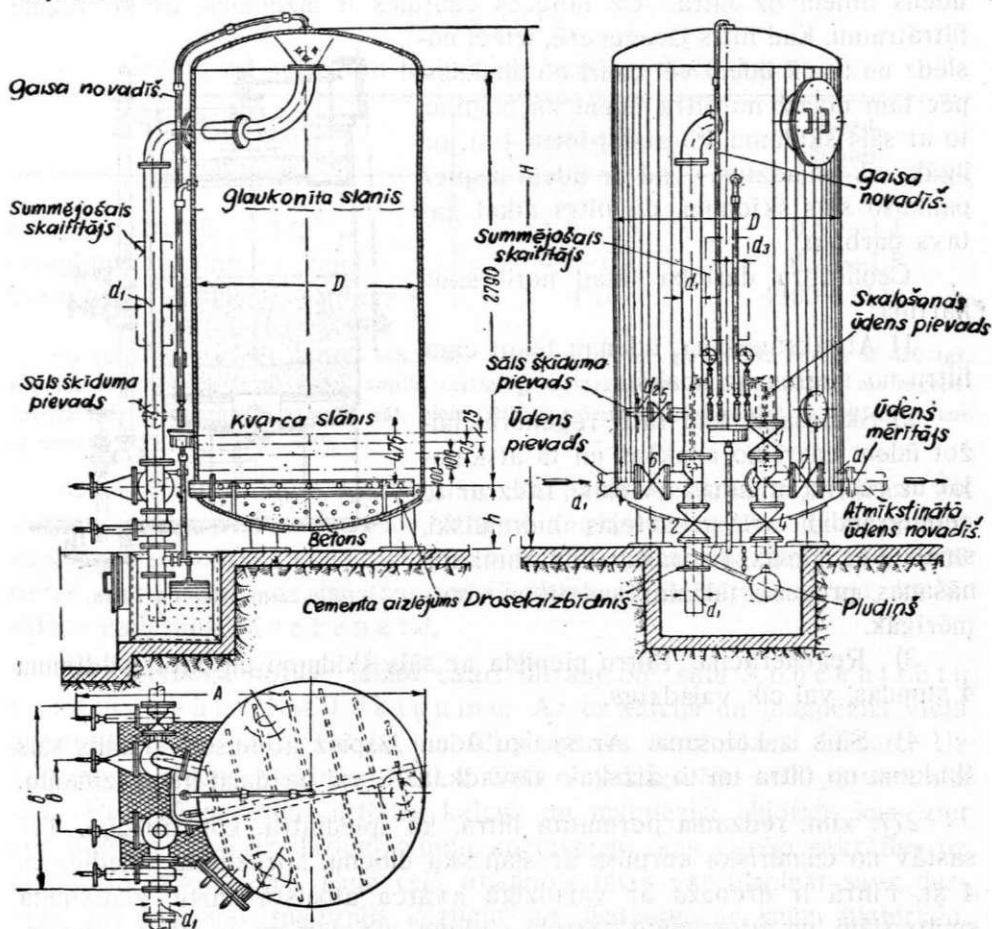
4) Sāls izskalošana. Ar svaigu ūdeni izspiež atlikušo vārāmās sāls šķīdumu no filtra un to aizskalo novadkanālī, vai pa daļai atkal izmanto.

277. zīm. redzama permutita filtra, kā spiedfiltra, konstrukcija. Tas sastāv no cilindriska korpusa ar sfairisku dibenu, aprēķinātu spiedienam 4 st. Filtrā ir drenāža ar vajadzīgu kvarca atbalsta kārtu, glaukonīta smilts slāņi, un attiecīgiem cauruļu vadiem, aizlaidņiem un citām ierīcēm. Filtra korpusa augšā ir lūka, materiālu iebēršanai, un apakšā ir ietaise apakšējo slāņu skalošanai. Drenāža nolikta stingri horizontāli un sastāv no kollektora un zaru drenāžas caurulēm ar uzskrūvētiem caurumainiem smidzinātājiem, kas ir no tādas masas, kas izturīga pret NaCl, CaCl₂, MgCl₂ un tāpat pret augstu temperatūru. Smidzinātāju skaits ir 20—24 uz 1 m² filtra virsas. Apakšējā daļa aizbetonēta ar betonu virsas nogludināšanu; pāri pār betonu paceļas tikai smidzinātāji; tas darīts ar to nolūku, lai apakšā nesastātos sāls šķīdums. Kvarca atbalsta slāņu bie-



276. zīm. Ceolita filtrs.

zums ir 350 mm: tieši uz drenāžas rupjuma 10—5 mm, — 100 mm, augstāku rupjuma 5—2,5 mm — 100 mm, pār to 2,5—1 mm — 75 mm un beidzot rupjuma 1—0,8 mm — 75 mm biezā slānī. Pašā virsū glaukonita slānis ap 1,5 m. Filtra apakšējā daļā rēgulētājs — vārstulis skalojamam ūdenim, robežās 4—5 sl/m², ko tā norēgulē, lai skalojot neiznestu smiltis. Bez tam ir vēl gaisa novadišanas vads, vajadzīgie manometri, ūdens mēritāji un t. t.



277. zīm. Glaukonita filtrs.

Glaukonita filtra lielumu pēc Azerjera var aprēķināt ar formulu:

$$F \cdot h = \frac{q \cdot t \cdot C}{u} \text{ — m}^3$$

un

$$F = \frac{q \cdot t \cdot C}{u \cdot h} \text{ — m}^2$$

kur apzīmē:

F — filtra šķērsriezumu — m²

h — filtra augstumu — m,

q — filtra jaudu — m³/st.,

t — darbības laiku — st. (grozās no 5—15 st.), starp ģenerāciju periodiem.

C — cietības gradu — v. gr.,

u — glaukonita uzsūkšanas spējas.

Zinot kopīgo F, var izvēlēties filtru skaitu un katra lielumu.

$$\text{Ņemot } F = \frac{q}{v}, \text{ dabū } \frac{q}{v} = \frac{q \cdot t \cdot C}{u \cdot h} \text{ m}^2 \text{ un } v = \frac{u \cdot h}{t \cdot C} \text{ m/st.}$$

Pieņemot h un t, pārbauda v lielumu, ja tas ir liels vai mazs, tad maina h un t pēc vajadzības.

Piemērs: q = 200 m³/st, C = 9^o, u = 400 tgr,

$$\text{tad } F = \frac{200 \times t \times q}{400 \cdot h} = 4,5 \frac{t}{h}.$$

Ņemot h = 1,5 m un t = 10 st, dabonam $F = 4,5 \times \frac{10}{1,5} = 30 \text{ m}^2$. Pieņemsim filtru ar d = 3,6 m, un f. = 10,17,

$$\text{tad } F = 10,17 \times 3 = 30,5 \text{ m}^2.$$

$$t = \frac{30,5 \times 400 \times 1,5}{200 \times 9} = 10,2 \text{ st.}$$

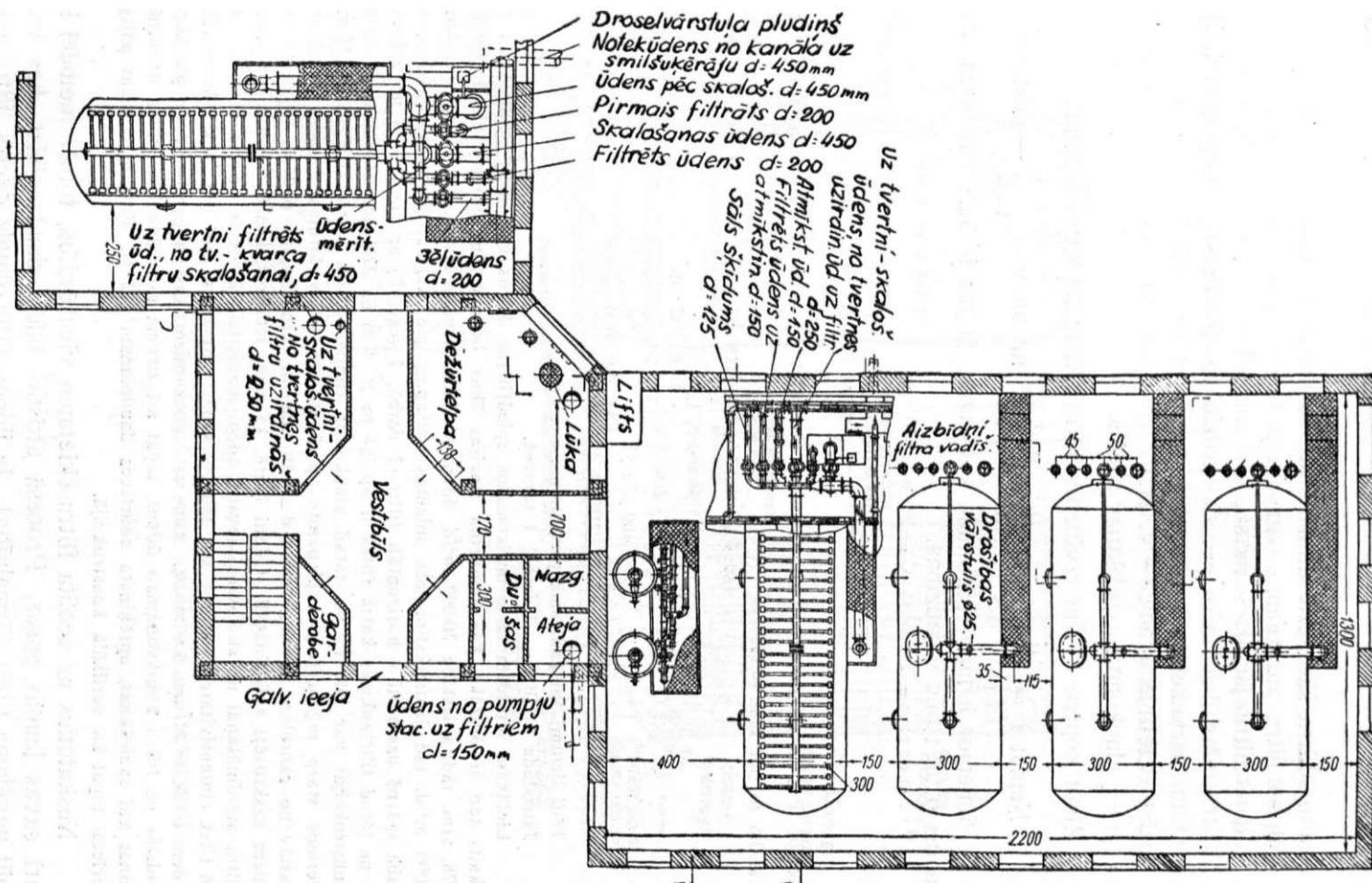
$$v = \frac{400 \times 1,5}{10,2 \times 9} = \text{ap } 6,6 \text{ m/st.}$$

Tādi lielumi šai gadījumā pieņemami.

Jāuzstāda 4 filtri — 3 darbā, 1 rezervē.

Lielākām iestādēm taisa horizontālus spiedfiltrus, kuņus var taisīt lielākus, un to skaits tad ir mazāks, kas samazina stacijas ēkas lielumu un atvieglo ekspluatāciju. 278. zīm. rādīta iestāde 20.000 m³/d. ūdens tīrīšanai (koagulēšanai, filtrācijai), pie kam 8000 m³/d. tad jāatmīkstina pēc minētās tīrīšanas, pie cietības grada 13,5^o. Stacijas labā spārnā uzstādīti 4 horizontāli filtri (3 darbā, 1 rezervē) ar diam. 3 m un garumā 8 m, tātad filtrlaukums katrā filtrā ir ap 2,8 m × 8 m = 22,4 m². Dziļums pie dotās konstrukcijas var būt 1,2 m, tātad glaukonita tilpums katrā filtrā 22,4 × 1,2 = 27 m³. Periods starp reģenerācijām pieņemts ap 5 st., filtrācijas ātrums 5 m/st. Drenāža sastāv no caurulēm ar maģistrāles d = 150 mm un zaru līnijām, pēdējās ir uz caurumiem uzskrūvēti smidzinātāji. Ūdeni filtrā, kā zīm. redzams, ielaiž 2 vietās, un tāpat filtra uzirdināšanai un skalošanai ievada ūdeni maģistrālē 2 vietās. Katrā vietā ievada 56 l/sec (intensivitātes 5 sl/m²), kas tad vēl sadalās uz katru pusi par 28 sl. Maģistrālē ūdens ietek ar ātrumu 1,6 m/sec. Rene ar izgriezumiem, kas iet gar filtru un pār kuņu sadalās uz filtru atmīkstīnāmais ūdens, tāpat arī uzņem notekūdeni no filtra uzirdināšanas vai skalošanas, aprēķināta caurteces daudzumam 112 sl. Filtram ir visas palīģierīces, tāpat kā vertikālā konstrukcijā.

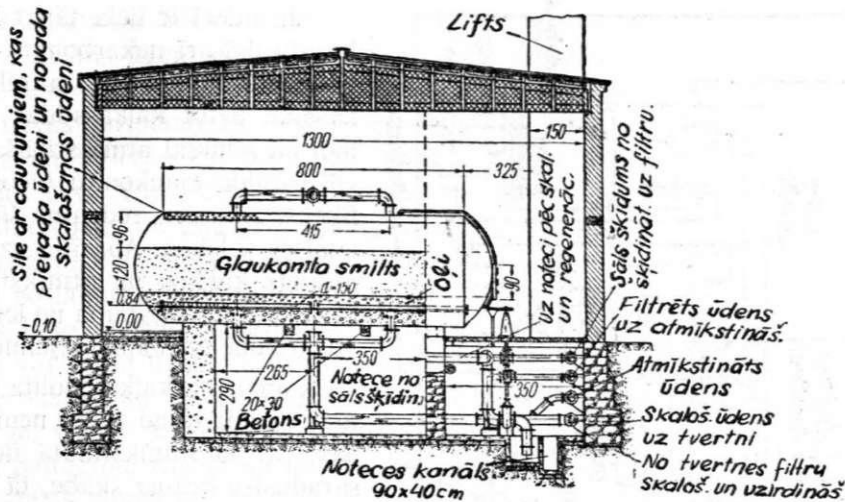
Neskatoties uz ceolīta filtru šķietamo vienkāršību, tomēr metodei ir arī savas jaunās puses. Procesā attīstās ūdenī daudz sōdas, kas var būt nevēlama (liela sārmainība). Ja ūdens satur daudz dzelzs, filtrs pie-



Drošvārstulci pludināš
Nālekūdens no kanāla uz
smilšukārāju d=450mm
Ūdens pēc skaloš. d=450mm
Pirmais filtrāts d=200
Skalošanas ūdens d=450
Filtrēts ūdens d=200

Uz tvertni-skaloš
ūdens, no tvertnes
uzirdin ūd uz filtri
d=250
Filtrēts ūdens uz
atmikstīn d=150
Sāls šķīdums
d=115

Ūdens no pumpju
stac. uz filtriem
d=150mm



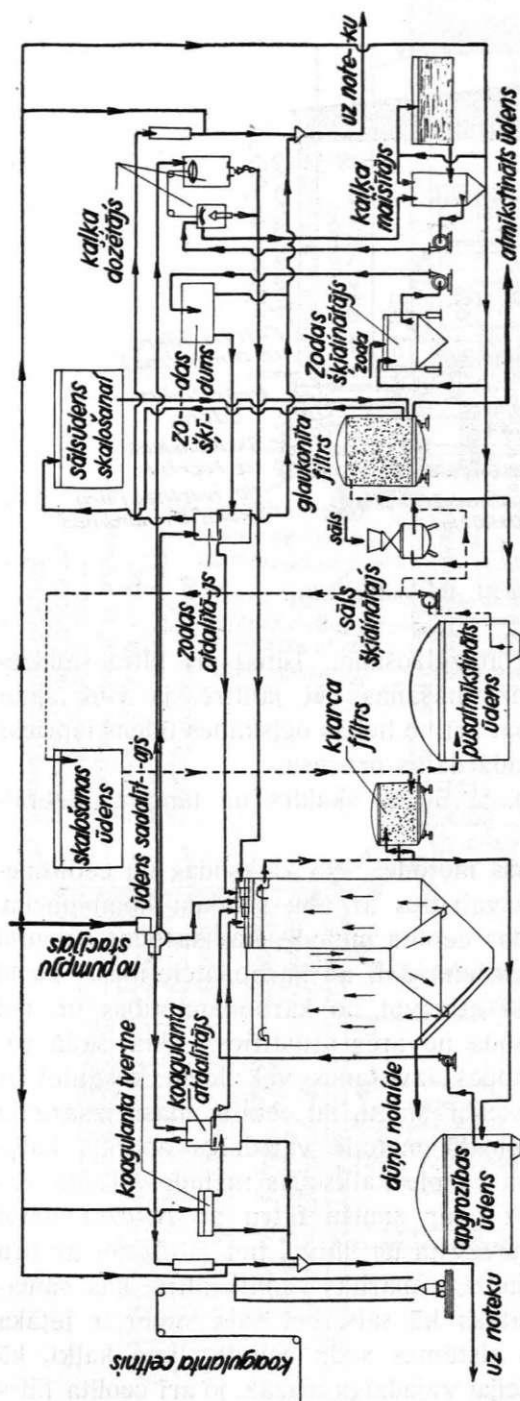
b — Griezums.

278. zīm. Guloši glaukonīta filtri.

sērē, tātad vajadzīga iepriekšēja atdzelžošana. Tāpat arī filtra saudzēšanas nolūkā ūdens priekš atmikstināšanas vēl jāfiltrē, ja viņš satur duļķes pat nelielā daudzumā. Tāpat arī no liekās ogļskābes ūdens iepriekš jāatbrīvo. Tas viss sarežģī un sadārdzina procesu.

Vispārīgi ceolīta filtrus lieto, ja ūdens skaidrs un tam ir minerālcietība.

3. Kombinēta atmikstināšanas metode. No kaļķsēdas un ceolītmētu nevēlamām īpašībām var izvairīties ar abu sistēmu kombināciju. Nevēlams ir liels daudzums sēdas ceolīta metodē, kas sarodas procesā no kalcija un magnēzija bikarbonātiem, t. i. no karbonātcietības. Tādēļ var būt vēlams iepriekš ar kaļķi atbrīvot no karbonātcietības un tad tālāk lietot permutitmetodi, tad sēda nevarēs attīstīties. Tikai šādā gadījumā vajadzīgs pēc kaļķa metodes izvešanas vēl ūdeni koagulēt ar sērskābo alumīniju, un tad filtrēt caur smilti, lai ceolīta masu izsargātu no sacementēšanās. Tātad kombinētā metodē vajadzīgs aparāts kaļķūdens piejaukšanai, tādā paša tipa kā pie kaļķsēdas metodes. Tālāk vajadzīgs ūdeni koagulēt un filtrēt caur smilšu filtru un beidzot lietot ceolītu. Kā redzams, metode ir sarežģīta un dārga, bet salīdzinot ar tīru ceolīta metodi jākonstatē, ka vajadzīgs mazāks ceolīta filtrs, kas samazina izdevumus. Arī kaļķis ir lētāks kā sāls, bet sāls tomēr ir lētāka kā sēda. Tātad pie kombinētās sistēmas sēdu nelieto, lieto kaļķi, kā lētāku materiālu, un sāls reģenerācijai vajadzīgs mazāk, jo arī ceolīta filtrs būs mazāks. Viss tas kopā var pat kombinēto metodi padarīt lētāku kā atsevišķo metodi par sevi.



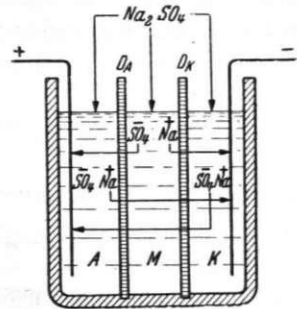
279. zīm. Kombinētas atmikstināšanas metodes schēma.

Ja ūdenī ir liela tāpat karbonātu, kā arī nekarbonātu cietība, var būt izdevīgi atmikstināšanai lietot kalķa-sōdas metodi un pilnīgai atmikstināšanai vēl papildu glaukonītu (ceolīta) filtrus. 279. zīm. redzama šādas ietaises schēma. Aparāta uzstādīšanas kārtība un atmikstināšanas gaita saskatāma no ierakstiem zīmējumā apzīmējumiem.

Kombinētā kalķa-ceolīta metode uzrāda tād dažas nepilnības: a) ja atmikstinātā ūdenī saradusies krama skābe, tā var bojāt filtrmateriālu — glaukonīta sairšana un izskalošana nedrīkst pārsniegt 2—3% gadā; b) iepriekš ūdens uzlaižams uz glaukonīta filtra, ūdens jāatbrīvo no suspendētām un koloidālām vielām, kas varētu pieķerties pie glaukonīta graudiņiem un ar to filtrs varētu piesērēt; c) vajadzīgs liels daudzums vāramās sāļi un d) liels ūdens patēriņš skalošanai.

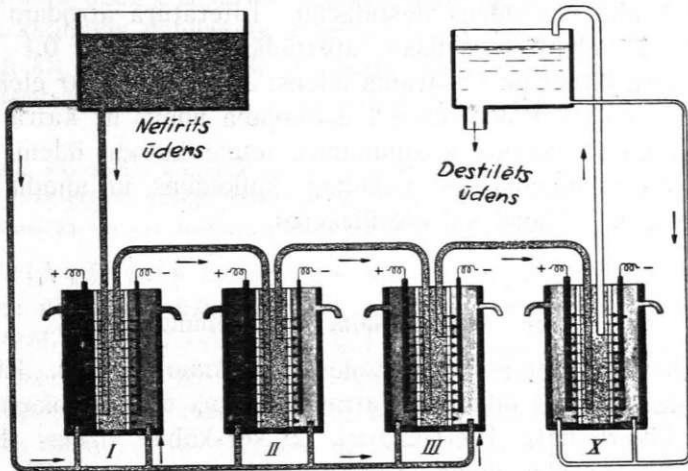
4. Elektriska ūdens tīrīšana. Jaunākā laikā izmēģinātas metodes, kā ūdeni tīrīt elektrolītiskā ceļā, pie kam no ūdens atdala nevien tās, kas rada cietību, bet arī vēl citas sāļi. Elektrolīze šai metodē kombinēta ar elektroosmōzi, saprotot ar pēdējo elektriskā ceļā atdalītu sāļu iziešanu caur grūti caurlaidīgu vidi, piem., diafrāgmām no vulkāniskās vai citas līdzīgas masas. Iedomāsimies kādu trauku, sadalītu ar diafrāgmām 3 nodaļās, abās galu nodaļās ievietotas elektrodus, un vidējā

ielaidīsim tīrāmo ūdeni. Laižot elektrisko strāvu darbā, metalliōni, kas atrodas tīrāmā ūdenī dosies uz katoda pusi un atlikušies skābes iōni uz anoda pusi. Ja tām pietiekams strāvas stiprums, arī attiecīgās koloidālās un smalkās suspendētās vielas ies to pašu ceļu, un, atkarīgi no to lieluma un strāvas stipruma, vai nu izies diafragmai cauri, vai pieķersies pie tās. Tādā ceļā tad tīrāmais ūdens vidējā nodalījumā pamazām atbrīvosies no tām piejauktām organiskām un neorganiskām vielām, vairāk vai mazāk atkarīgi no laika un strāvas sprieguma. Kā elektrodus lieto anodam magnētītu, turpretim katodam var lietot dzelzi, cinku vai alvu. Parasti ietaise sastāv no vairāk elementiem, pie kam ūdens no vienas sistēmas pārlīst uz nākamo ar sifona palīdzību. Anoda un katoda telpā sakrājušās vielas jānoskalo.



280. zīm. redzams elektroosmatiskas ūdens tīrīšanas princips. Elektriskā strāva pārvieto aniōnus no vidējās un no katoda telpas uz anoda telpu un otrādi — katiōnus no anoda un no vidējās telpas uz katoda telpu. Otrā pusē no diafragmām iōni izlādējas. Anoda un katoda telpas skalojot, tiek arī no vidus telpas saņestās sāļis līdz izskalotas. Ieslēdzot vairākus līdzīgus aparātus vienā ķēdē, un ūdeni no vidus telpas vadot no viena aparāta uz otru, kamēr no anoda un katoda telpām novadot ūdeni kā skalojamo ūdeni projām, galīgi var iegūt tik stipri atsāļotu ūdeni (no vidus telpām),

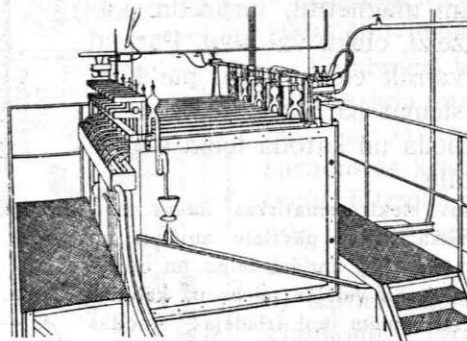
280. zīm. Eletrotelpu skalošana, elektroosmōzes metode. A — anoda, K — katoda, M — vidus telpa; DA un DK ir diafragmas.



281 zīm. Elektroosmatiskas ūdens tīrīšanas ietaise schēma.

ka tas praktiski jau līdzinās destillētam ūdenim. 281. zīm. redzama schēmatiski tāda tīrīšanas ietaise. Berlīnes firmas Siemens-Halske elektroosmatisks aparāts ūdens tīrīšanai izveidots pēc filtrpases principa (282. zīm.).

Aparātu elektrolītiskai tīrīšanai ir daudz, patentēti dažādām elektriskām firmām. Tā, piem., Siemens'a elektroosmōzes s-ba izgatavo aparātus 200, 90, 8 un 4 l/st. ūdens tīrīšanai; pie kam aparātu lielums jāpieskaņo tīrītā ūdens lietošanas vajadzībām, vai, piem., tas vajadzīgs ledus izgatavošanai vai katlu barošanai. Strāvu izlieto 22—60 V sprieguma un patēriņš ir 15 līdz 40 KWst./m³ atkarīgi no ūdens sastāva. Bez tam jārēķina līdz 25% no ieguldītā kapitāla amortizācijai, procentu nomaksai un remontiem. Kā redzams, metode ir ļoti dārga un lietojama tikai mazu



282. zīm. Filtrpreses veidīgs aparāts elektroosmatiskai ūdens tīrīšanai (Siemens & Halske, Berlinē).

ūdens daudzumu tīrīšanai, piem., aptiekās, laboratorijās un t. t., tomēr metode ir lētāka par ūdens destillāciju. Literatūrā atrodam šādu salīdzinājumu: 1) elektroosmatiska apstrādāšana patērē 0,1 KWst. un 0,5 l skalojamā ūdens uz 1 l tīrāmā ūdens; 2) destilācija ar elektrosiltumu patērē turpretim 0,7 KWst. un 6 l dzesināmā ūdens uz katra 1 l tīrāmā ūdens. Lai gūtu zināmus ietaupījumus, ieteic katodu ūdeni, kas satur sārmus, lietot rūpniecībā, kur vajadzīgs kalķūdens, un anodu ūdeni, kas satur skābes, balināšanai vai sterilizācijai.

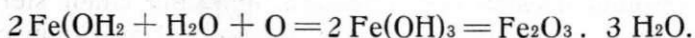
c) Atdzelžošana (Enteisenung).

Atdzelžošanai lietojamās metodes jāpieskaņo veidam, kādā dzelzs ūdenī atrodas. Dzelzs ūdenī var atrasties vienā no sekojošiem veidiem: 1) dzelzs bikarbonāta $[\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2]$, 2) sērskābās dzelzs (FeSO_4) un 3) humusskābās dzelzs veidā. Pēdējā veidā to atrod sevišķi purvainos ūdeņos. Gruntsūdenī visparastāk dzelzs ir bikarbonāta veidā, un tādā veidā tā visvieglāk atšķirama. Šai gadījumā atdzelžošanas process praktiski dibināts uz aerāciju un pēc tam filtrēšanu. Jāpiebilst, ka dzelzs sāļi pieder arī pie cietības sāļim un atdzelžošana jau zināmā mērā arī

atmīkstina ūdeni. Dzelzs bikarbonāts viegli atbrīvo ogļskābi un, uzņemot no gaisa skābekli, pārvēršas vispirms par dzelzs karbonātu un pēc tam par dzelzs hidroksīdu, pēc vienādojuma:



Dzelzs hidroksīds sākumā vēl ir šķīstošā (hidrosola) veidā, bet pamazām oksidējas un pāriet hidrogela veidā, un pēc tam sāk izkrist pārsļveidīgi:



Dzelzs hidroksīda izkrišanu veicina no vienas puses kontaktiedarbība, piem., no jau izkritušā dzelzs hidroksīda, no otras puses kalcija un magnēzija karbonāti un ūdens alkaliskā reakcija (pH lielāks par 7). Izkrišanu aizkavē skābes vai neitrāla reakcija (pH mazāks par 7), it īpaši ogļskābe un alkaliju (natrija) bikarbonāti, kā arī daži chlōrīdi vai sulfāti attiecīgās rūpniecības ūdeņos. Ja atzelžojamais ūdens satur organiskas vielas, piem., humusvielas, tad aerējot dzelzs attīsta pārsļas ļoti lēnām, un rodas vajadzība šīs vielas papriekš pārveidot ar chlōru vai kalija permanganātu, kuŗa daudzums var būt vajadzīgs liels, pat līdz 3 mg l. Lai ietaupītu kalija permanganātu, apstrādā arī iepriekš ūdeni, kas satur organiskas vielas, dažādā citā veidā, piem., ogļsābi saista ar kaļķi, vai kaogulējošus organiskus dzelzs savienojumus, piem., ar alaunu (sērskābu alumīniju).

Pie parastā dzelzs sastāva, dzelzs bikarbonātu veidā, atzelžošanai vajadzīgais skābekļa daudzums ir neliels, uz 1 mg dzelzs tikai 0,143 mg skābekļa, tā kā dažreiz pietiek ar vieglu ūdens sakratīšanu, lai uzņemtu vajadzīgo skābekļa daudzumu. Atmosfairiskais gaiss satur 1 m³ ap 0,3 kg skābekļa.

Jautājumu, vai dzelzs ūdenī ir viegli vai grūti atšķīrāmā veidā, var ātri noteikt ar to, ka 1—2 l lielā pudelē saskalo ūdeni ar gaisu. Ja pēc īsa laika ūdens kļūst duļķains, tad tā ir pazīme, ka var arī attīstīties viegli izkrišošas un viegli nofiltrējamas nogulsnes.

Atzelžošanas metodes var sadalīt 2 grupās: vaļējās un slēgtās. Pie pirmajām ūdeni dažādā ceļā pārvērš it kā lietus pilienos, kas nāk intimi ar gaisu sakarā, un tad ceļas pārsļas, ko aiztur ar filtru. Turpretim pie slēgtām metodēm gaisu iespiež ūdenī, un tad gaisa un ūdens maisījumu spiež caur filtriem, kas aiztur radušās dzelzs duļķes. Senāk lietoja tikai vaļējas ietaises, tagad sastopamas arī slēgtas. Pēdējāmi ir savas priekšrocības kā saimnieciskā, tā arī higiēniskā ziņā. To uzstādīšanai var viegli atrast nelielu telpu. Ūdens jāpumpē tikai 1 reiz, tātad aiztaupa otru iekārtu. Ģan vajadzīga kompresora ietaise, bet tā ir, salīdzinot ar pumpja ietaisi, maza un lēta. Vajadzīgā gaisa daudzums atkarīgs no ūdens īpašībām: vai dzelzs daudz,

vai maz, vai viegli atdalās, vai grūti. Ir ietaises, kas strādā ar 50% gaisa (2 d. ūdens + 1 d. gaisa), bet ir arī tādas ar 5%. Tāpat ir ietaises, kas strādā ar 8—9 atm., un tādas ar 1 atm. spiediena, kas gan atkarājas no tā, kurā vietā uz spiedējvada ievietota slēgtā atdzelžošanas ietaise un cik šai vietā spiedējvadā liels spiediens. Higieniskā ziņā slēgtu ietaisi atrod par vēlamu tā iemesla dēļ, ka ūdens nenāk sakarā ar cilvēku. Gan materiālu iepildīšanā jāpieskaņas cilvēka rokai, un tādēļ, lai būtu absolūta drošība pret infekcijas ietīšanu citādi sterilā gruntsūdenī, vajadzīgs pirms ietaises darbā laišanas vēl aparātam cauri izlaist pārkarsētu tvaiku, kas pie neliela aparāta tilpuma pilnīgi iespējams. Ja nu vēl celtos šaubas, gan vairs maz dibinātas, ka līdz ar iepūšamo gaisu varētu ūdenī ietīkt mikrobi, tad arī to var novērst, laižot gaisu caur gaisa filtru, piem., vati.

Mikstiem ūdeņiem ar mazu dzelzs saturu slēgtie filtri ieteicamāki, jo kontaktu ar gaisu un pašu gaisa daudzumu var vieglāk rēgulēt. Bet arī pie cieta ūdens vaļējiem filtriem ir tā nevēlamā īpašība, ka aerējot iziet arī ogļskābe, un tās var palikt nepietiekami bikarbonātu saistīšanai, un tad izkritīs kalcija sāļi, ar ko filtrs var piesērēt. Slēgtos filtros ogļskābe paliek ūdenī. Lielākās ietaisēs, pie liela ogļskābes satura, noderīgi no ūdens iepriekš izlaist ogļskābi.

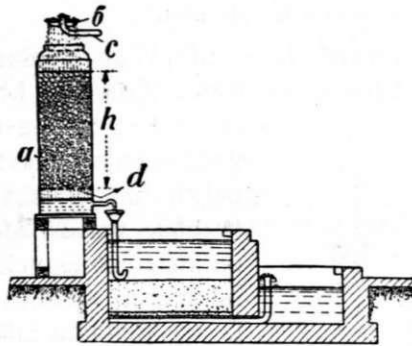
No otras puses jānorāda, ka vaļējās ietaisēs vieglāk novērot atdzelžošanas gaitu un tai sekot, tāvad vieglāk pieskaņoties prasībām: dzelzs daudzumam un raksturam. Arī praksē pierādījies, ka vaļējā ietaise strādā vienmērīgāk un pilnīgāk.

Jaunākā laikā konstruētas jauktas atdzelžošanas ietaises, pie kurām aerācija notiek atklātā veidā, turpretim dūņas aiztur slēgtos ātrfiltrus (piem., Bollmann'a sist.), kueros lieto vieglu filtra tīrīšanas paņēmieni.

Vaļējas atdzelžošanas ietaises.

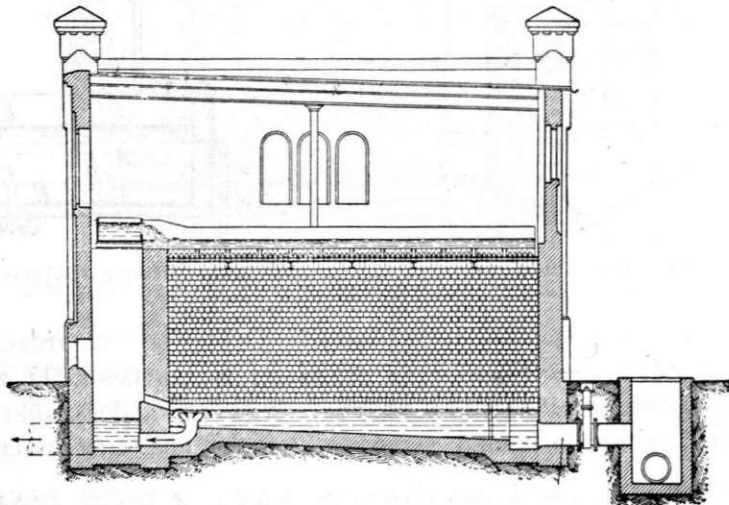
Vaļējās ietaisēs aerāciju (apgaisošanu) var izvest dažādā ceļā. Vienkārši varētu ūdeni virzīt pa lēzenām renēm ar starpsienām, sacelot virpuļus, kas veicina daļiņu kontaktu ar gaisu. Tāda metode tomēr nav sevišķi parocīga, jo ietaise prasa daudz vietas. Pēc citiem paņēmieniem ūdeni laiž caur smalku sietu un liek tam krist no lielāka augstuma. Var ļaut ūdenim krist pār pārgāzēm un kaskādēm. Tālākā metode ir, ūdenim likt pa pilieniem virzīties pa koka vai žagaru kaudzēm, vai krustniski saliktām koka latēm, vai ķieģeļu, vai akmeņu uzkrāvumiem un t. t. Visi šādi paņēmieni atbilst aerācijas principam: sadalīt ūdeni smalkās daļiņās, kas nāktu intīmā sakarā ar gaisu. Vienas vai otras metodes izvēle atkarājas no vietējiem apstākļiem: cik viegli dzelzs atšķīrāma un kādi materiāli vieglāk un lētāk sadabūjami.

Piefke's sist. atdzelzotājs (283. zīm.) sastāv no 2 līdz 3 m augsta aeratora, pildīta ar rupjiem (dūres lielumā) koka vai izdedžu (šlagas gabaliem, diam. vidēji 100 mm, vai ķieģeļiem, vai koka latēm, vai izbūvēta ar attiecīgi izveidotām betona sienām. Ūdens uz aeratoru izlīst vai nu caur



283. zīm. Piefke's atdzelzotāja schēma.

sietu, vai no dušām, vai caurumainām renēm, tā sadalot ūdeni atsevišķos pilienos vai lāsēs (284. zīm.). Aeratoru uzdevums pievest pietiekamu gaisa skābekļa daudzumu, cik vajadzīgs dzelzs pārveidošanai no šķīstoša dzelzs

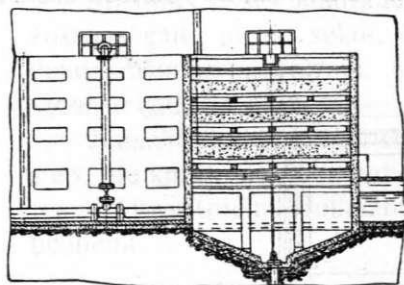
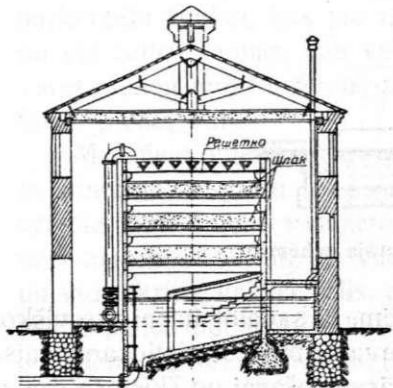


284. zīm. Šarlotenburgas atdzelzošanas ietaise.

bikarbonāta pārslainajā dzelzs hidroksidā. Pārslas attīstās jau aeratorā, pa daļai pieķeras pie materiāla gabaliem, bet pa lielākai daļai nonāk apakšā, nostādinātājā. Lai veicinātu skābekļa uzņemšanu,

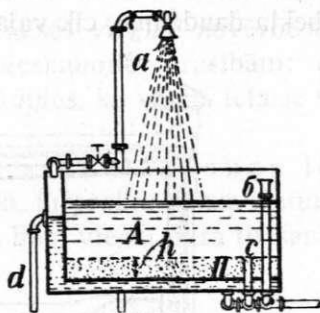
aerātoru taisa no divām vai vairāk daļām (285. zīm.). Aerātoru lielumu aprēķina ūdens slodzei 3 līdz 5 m³ stundā uz 1 m² horizontālas virsas. Tā kā aerātors ar laiku piesērē ar dzelzs duļķēm, tas laiku pa laikam, apmēram reizi nedēļā, jāizskalo, laižot cauri daudzreiz stiprāku ūdens strāvu un skalošanai izlieto ūdeni novadot atsevišķi projam. Skalošanai iziet ap 1% no tīrāmā ūdens daudzuma.

Oesten'a sistēmā (286. zīm.) apgaismošana (aerācija) notiek tādā veidā, ka ūdens izlīst no sevišķām dušām un krīt lietus veidīgi caur



285. zīm. Voronežas atdzelzotājs.

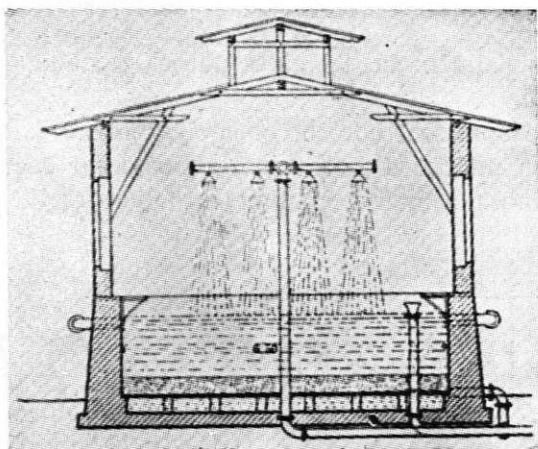
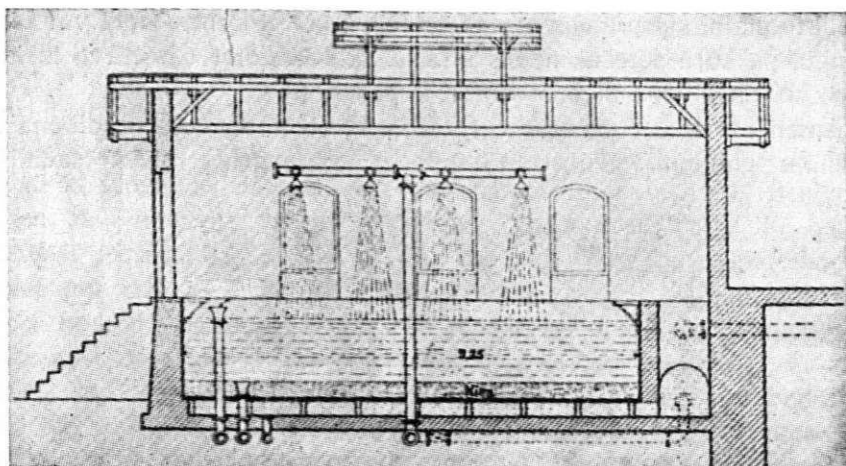
gaisu 2—3 m augstu, atkarīgi no dzelzs daudzuma un rakstura. Nolijušais ūdens uzkrīt uz ūdens virsas nostādināšanas baseinā vai uz ūdens virsas virs filtra un atsizdamies veicina gaisa uzņemšanu un pārslu rašanos. Kā apgaismošanas tā arī kontakta laiks pie šīs sistēmas ir īsāks kā pie Piefke's, un, lai tomēr būtu diezgan laika pārslu attīstībai, jāievieto starp aerātoru un filtru vēl nostādināšanas baseins, lai uz filtru ūdens



286. zīm. Oesten'a sistēmas schēma.

nenāktu ātrāk kā 1 st. pēc apgaismošanas. Oesten'a sist. atdzelžošanas ietaises sastop retāk. Piem., tāda maza ietaise sastāv (290. zīm.) no dušām, nostādināšanas bas. un lēnfiltriem. 1 Oesten'a duša nāk uz 3 m³ filtra virsas, un no tās iztek 1 sl. pie 2—3 m krišanas augstuma.

Jaunākā atdzelžošanas metode ir ūdens izsmidzināšana, ko izdara vai nu liekot ūdenim krist no 2 līdz 3 m liela augstuma uz paliktām šķīvjuveidīgām ripām, vai no 2 izšļācējiem, kas ievietoti viens pret otru taisnā leņķī (272. zīm. Amsterdama tipa izšļācējs) un izšļāc ūdeni caur smalkiem caurumiņiem. Strāvām saduroties un izšļakstoties, ūdenī ietiek daudz gaisa.



287. zīm. Oosten'a sistēmas atdzelžošanas ietaise Freienvaldē.

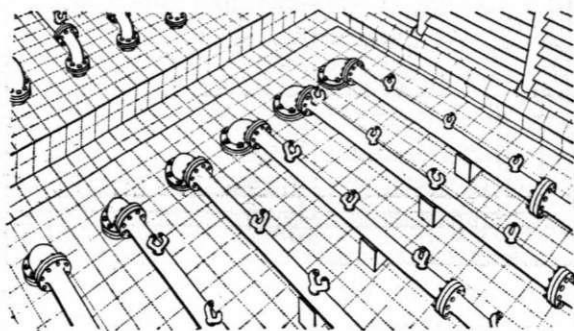
Izšļācēji jānovieto pienācīgā augstumā (strāvai jābūt 2 līdz 3 m augstai) pāri pār ūdens līmeni reakcijas un nostādināšanas baseinā, kuņu lielumam vajaga līdzināties ap 2 st. ūdens daudzumam.

Piemērs izšļācēju ievietošanai redzams 288. zīm. Jaunākā laikā Amsterdamas izšļācējus netaisa no metalla, bet no mākslīga sveķa, kas palētina izgatavošanai un nav jābaižas no korrozijas.

Amsterdamas izšļācējiem tas ļaunums kā nepilnība caurumu novietošanā jau var traucēt strāvu sasišanos. Tā novēršanai taisīti izšļācēji

ar ieliktu plātni starp abām strāvām (289. zīm.). Plātnes vietā var ietaisīt spraugu, pa kuŗu spiežas ūdens strāva, tā izveidojot trīsstrāvu izšļācēju (290. zīm.), kas arī palielina strāvu kopenerģiju.

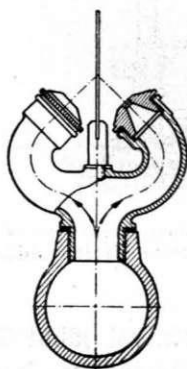
Apgaisošanu var arī sasniegt, i e p ū š o t g a i s u baseina dibenā caur porainām plātnēm, grūtības tomēr ir vienmērīgā gaisa sadalīšanā



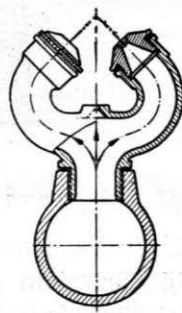
288. zīm. Amsterdamas izsmidzinātāju ietaise pēc Bollmann-Filtr A. G.

pa visām ūdens daļiņām tā, lai gaiss pilnīgi vienādiem pūslīšiem izietu līdz ūdens virsai.

Apgaisotam (aerētam) ūdenim vajadzīgs zināms laiks pārslu pilnīgai attīstībai, kā jau minēts, 1 līdz 2 st., atkarīgi no dzelzs daudzuma un rakstura, kas jānosaka ar izmēģinājumiem laboratorijā.



289. zīm. Divstrāvu izšļācējs ar starpplātni, Bamag-Meguīn sistēmas.

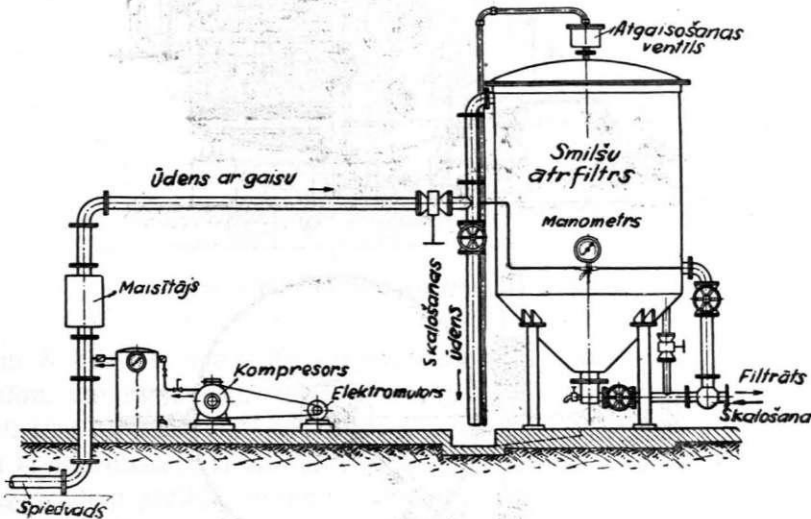


290. zīm. Trīsstrāvu izšļācējs, Bamag-Meguīn sistēmas.

Tādēļ pie metodēm, kur kontakta laiks ar gaisu ir īsāks, vajadzīgs vēl sevišķs reakcijas baseins, kas var būt izveidots līdzīgi kā nostādināšanas baseins, pie kam pārslas dzelzs duļķu veidā nogulstas baseina dibenā, no kuŗa tās jāizlaiž. Lai baseinu iztīrīšanu no dzelzs duļķēm atvieglotu, var, piem., dibenu taisīt piltuvveidīgu, tad duļķu nolai-

šana būtu iespējama arī zem ūdens. Pie maza dzelzs daudzuma var kā reakcijas telpu uzskatīt ūdens tilpumu virs filtra, tomēr tam jābūt pietiekami augstām, lai būtu ievērots vismaz 1 stundas reakcijas laiks.

Pēc reakcijas resp. nostādināšanas baseina tomēr vēl ūdeni paliek smalkākās vieglākās pārslas, kas tad ir jāaiztur ar filtru. Senāk lietoja šim mērķim lēnfiltrus, ar filtrātrumu 0,5—1 m/st. Jaunlaiku ietaisēs visur lieto ātrfiltrus ar filtrātrumu līdz 10 m/st. Tāda ietaise rīcībā izrādījusies par ērtāku, jo ātrfiltru tīrīšana resp. skalošana, iespējot ūdeni no apakšas, vienkārša un ātra. Arī labums pie ātrfiltriem redzams vēl tai apstākļi, ka ātrfiltrā pārslas novietojas nevien uz virsas, kā tas ir lēnfiltrā, bet iespiežas arī dziļāk filtrā, tā paplašinot kontaktiedarbību, ar ko var saīsināt reakcijas laiku. Filtrmateriālu graudiņu lielums jānoskaidro arī izmēģinājuma ceļā; parastie lielumi ir 0,5 līdz 1,5 mm. Ja dzelzs izkrīt viegli un lielās pārslās, var lietot vēl rupjāku filtrmateriālu, 1—3 mm; filtrslāņa biezums 0,3—0,4 m. Ja ūdens satur ļoti daudz dzelzs, var izrādīties par vēlamu lietot arī priekšfiltru no vēl rupjāka materiāla. Filtrdarbību veicina uz materiāla gabaliņiem nogulsnētais dzelzs hidroksīds, un tādēļ arī vēlamā gabaliņi ar nelīdzenu virsmu un asām malām.

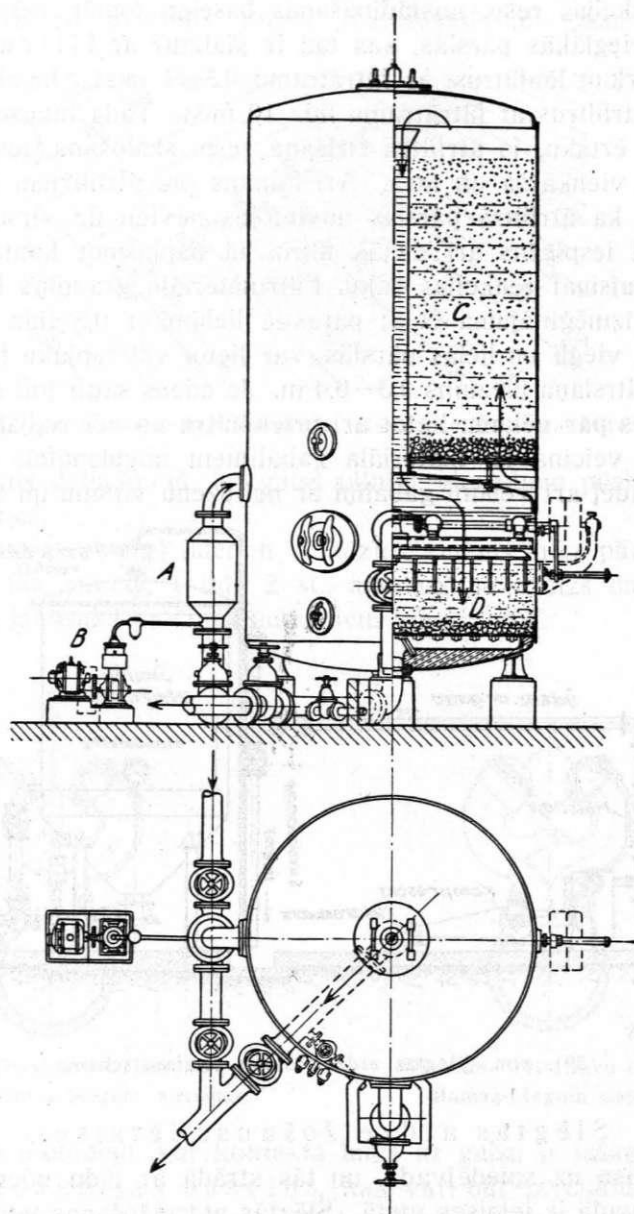


291. zīm. Slēgtas atdzelžošanas ietaisē schēma.

Slēgtas atdzelžošanas ietaisēs.

Tās ietaise uz spiedējvada, un tās strādā ar tādu ūdens spiedienu, kāds spiedējvadā ir ietaisēs vietā. Slēgtas atdzelžošanas ietaisē schēma pēc Bollmann'a Filtru A. G. redzama 291. zīm. Ūdenim ejot caur kontakta telpām, slēgtā atdzelzotajā dzelzs izkrīt tāpat kā vaļējos aerātoros pārslveidīgi, ko tad nofiltrē. Ietaise (292. zīm.) sastāv no slēgtiem ver-

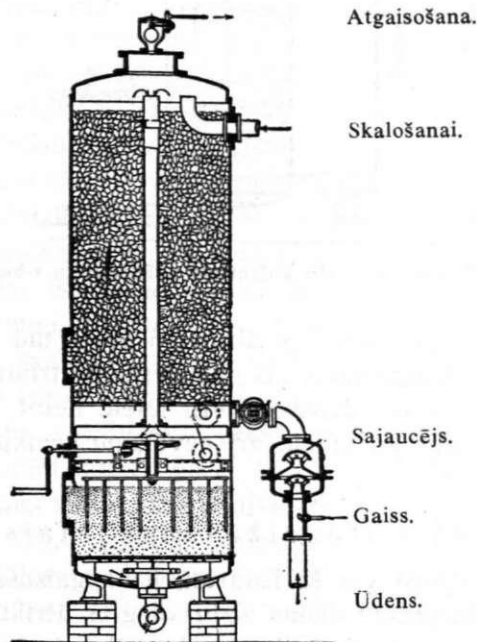
tikāliem dzelzs katliem, kuŗos iekārtota aerācija, kontakts, reakcija un filtrācija. Priekš ūdens ieteces katlā, tajā iespiež no kompresora gaisu un labākai samaisīšanai laiž caur sajaucēju (292. un 293. zīm.), kuŗā ie-



- | | |
|-----------------|-------------------|
| A — Maisītājs. | C — Kontakttelpa. |
| B — Kompresors. | D — Atrfiltrs. |

292. zīm. Slēgts atdzelzotājs (Bamag-Meguin).

būvētas plāksnes labākai samaisīšanai. Vajadzīgais gaisa daudzums parasti ir 2 līdz 5% no tīrāmā ūdens, un liekais gaiss iziet caur automatisku gaisa ventilu, kas paredzēts katla augšējā galā. Katlā iebūvētā ātrfiltra materiāla rupjums ir 1—3 mm, kas pie maza dzelzs daudzuma tai pašā laikā noder arī par kontaktmateriālu. Bet ja dzelzs daudzums ir liels, tad iebūvē vēl sevišķu kontaktfiltru (aeratoru) ar materiāla graudiņu

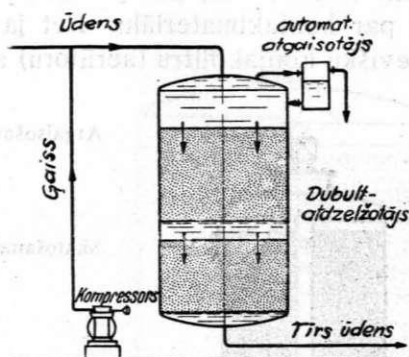


293. zīm. «Bredas» sistēmas atdzelzotājs.

lielumu 5 līdz 10 mm. Kā kontaktmateriālu lieto suķes no porcelānfabrikām, vai rupjus oļus un t. l., bet galīgam filtram kā materiālu ņem parasti tīru kvarca smilti ap 1 mm vai smalkus oļus 2—3 mm. Kā filtrā, tā arī kontaktmateriālā uzkrājas duļķes, no kurām tie jāiztīra. To izdara, iespiežot ūdeni pretējā virzienā, pie kam, pēc ātrfiltru parauga, filtra skalošanas veicināšanai pēdējā vēl iebūvēti grābekļi ar garīem zariem. Skalošanai vajadzīgais ūdens daudzums ir 1 līdz 2% no tīrāmā ūdens daudzuma, un tas atkarīgs no dzelzs sastāva lieluma, tātad no skalošanas atkārtojumu vajadzības. Pie vidējiem apstākļiem filtrs būtu jāskalo 1—2 reiz nedēļā, kamēr kontaktfiltrs var strādāt 3 līdz 5 nedēļas bez skalošanas.

Lai atdzelzotu ūdeni ar lielu dzelzs saturu, ar vienkāršu atdzelžošanas laiku nepietiks. Tādā gadījumā izmēģināti divfažu atdzelzotāji

(294. zīm.). Tādas sistēmas filtrs sadalīts 2 slāņos, no kuriem pirmais sastāv no rupjgraudaina poroza neorganiska materiāla, kas noder kā priekšoksidators un katalizators, bet otrs, apakšējais, slānis iekārtots kā ātrfiltrs.



294. zīm. Divfāžu atdzelzotājs, Permutita s-bas.

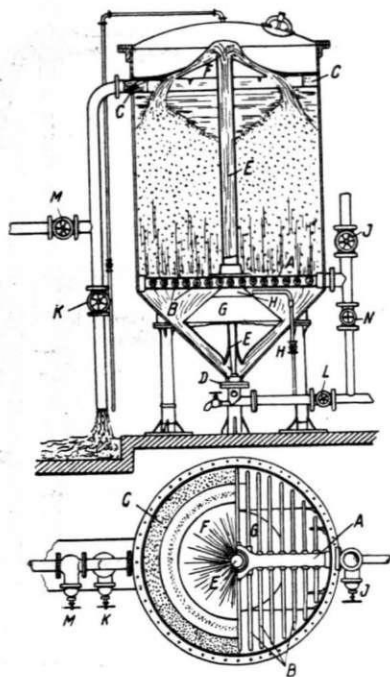
Ja dzelzs saturs ļoti liels (vairāk par 6 mg/l), tad ieteicams iepriekš ūdeni tīrīt uz lēnfiltriem, iekams tas nāk slēgtajā ātrfiltrā. Mazām atdzelzšanas ietaisēm ar mazu dzelzs saturu ieteic lietot aktīvo ogļu filtru, kas dod vēl to labumu, ka atņem arī nevēlamu smaku un garžu.

Jauktas atdzelzšanas ietaises.

Atdzelzšanas ietaisi var tā iekārtot, ka apgaisošanu izdara ar vaļējiem aerātoriem, turpretim dūņas aiztur slēgtos ātrfiltrus. Tādu metodi varētu lietot gadījumā, ja aerāciju varētu vēl izdarīt ar pašteču ietaisēm, turpretim filtriem pietrūktu vajadzīgā spiedaugstuma. Ja ūdens jāpumpē uz tīrīšanas ietaisi, tad gan labāk iekārtot tā, ka tikpat apgaisošana, kā filtrēšana var notikt vaļējos baseinos, kas dod to nenoliedzamo labumu, ka visas ietaises daļas var pastāvīgi redzēt un var sekot to kārtīgai darbībai.

Jaukta ietaise ir jaunākā laikā uzbūvēta Berlīnes ūdensvadiem Vülheidē. Pēc apgaisošanas (ar ķieģeļu aerātoriem) izkritošās dzelzs duļķes aiztur Bollmann'a sist. ātrfiltrs (295. zīm.). Tās sistēmas filtrus ieteic kā sevišķi viegli un pilnīgi iztīrāmus. Filtrs ievietots cilindriskā tērauda rezervuārā, kas apakšā guļ uz stabiem. Filtra aktīvais smilšu slāņa biežums ir 1,5 līdz 2 m. No virsas cilindrs noslēgts ar vāku, kas ieliekts uz augšu. Apakšējā daļa, kas atrodas zem drenāžas, izveidota kōniska. Drenāža ietaisīta cilindriskās daļas apakšā un sastāv no viena diametrāli ielikta krājējvada (A), pie kuŗa no abām pusēm pievienotas mazākas caurules (B), kas ir ar maziem, gareniem caurumiem $\frac{3}{4}$ virsmas aplokā.

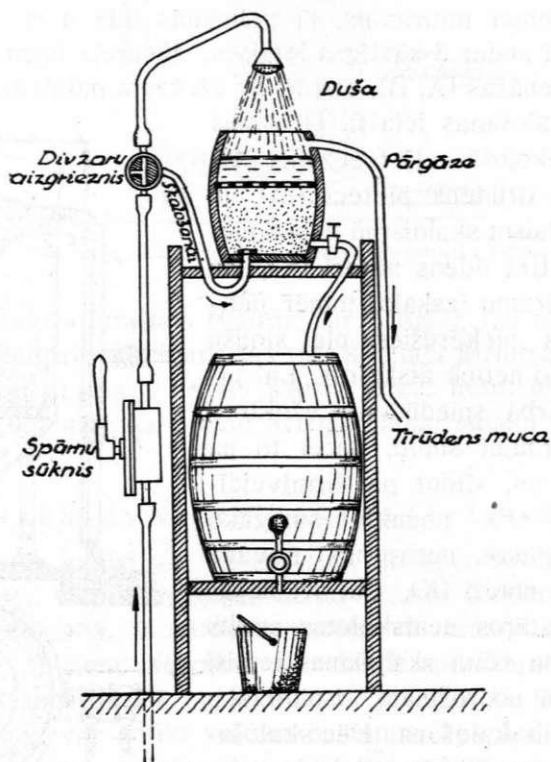
Apakšējā, kōniskā daļā iebūvētas sevišķas kōniskas virsmas (G) un caur kōnusu un cilindru vidu paceļas pāri pār filtru vertikāla caurule (E). Pāri pār tās izejas galu ietaisītas širmjveidīgas virsmas (F). Filtra darbība notiek sekojoši. Tīrāmais ūdens (no aizlaidņa M) ietek virsējās daļas renē (C), kas ietaisīta visapkārt cilindram un pār kuŗas malām ūdens, nomierinot savu ātrumu, iztek uz filtra virsu. Cauri filtram iztekošais ūdens ar drenāžas caurulēm (B) satek krājējvadā (A) un aiztek pa novadu (J) uz tīrūdens rezervuāru. Filtra pretestība tīrā filtrā ir 40 līdz 50 cm ūdens staba, bet, uzņemot netīrumus, tā palielinās līdz 4 m, un tad filtrs ir jātīra. Tīrīšanai noder 3 kārtīgas ietaises. Vienreiz filtru tīra ar atpakaļskalošanu no drenāžas (A, B), otrreiz ar ežektora palīdzību (D) un beidzot vēl ar kōna skalošanas ietaisi. Tīrīšanas process norit sekojošā ceļā (redzams 295. zīm.). Aiztaicot tīrūdens pieteci (M) un noteci (J) un attaisot skalojamā ūdens pievadu (N) un netīrā ūdens noteci (K), jau lielāko daļu netīrumu izskalo, tomēr netīrumi, kas tiprāk pieķērušies pie smilšu graudiņiem, ar to netiek atskaloiti. Lai tas notiktu, laiž darbā spiedūdens ežektoru (L), kas, līdzī raujot smilti, paceļ to pa stāvcauruli (E) un, slīdot pa širmjveidīgām plāksnēm (F), nogulda smagāko smilti, bet vieglākos netīrumus novada uz netīrā ūdens noteci (K). Lai arī nepaliktu kaut kur stūros neatskalotas smilts daļiņas, iedarbina kōna skalošanas ietaisi (H). Tādā veidā nodrošināta vispilnīgāka smilts graudiņu noskalošana. Pēc skalošanas nobeigšanas un attiecīgo aizlaidņu aiztaisīšanas, kas aizņem nedaudz laika, nolīdzina smilšu virsu un laiž atkal filtru darbā, attaisot attiecīgos aizlaidņus.



295. zīm. Bollmaņa sist. ātrfiltrs.

Atdzelžošanas rezultāti. Pilnīga atdzelžošana maksātu dārgi, un tā parasti arī nav vajadzīga. Praktiski ūdeni var uzskatīt par pietiekami atdzelžotu, ja tas uzkrāts lielākā daudzumā vaļējā traukā, nerāžo nekādas duļķes vai dzelzs nosēdumus. Parasti tas ir tad, ja dzelzs saturs noslīdējis uz 0,2 mg/l, bet praktiski var apmierināties pat ar 0,3 mg/l, parastam patēriņam. Ja kādiem rūpniecības mērķiem vajadzīgs pilnīgi bezdzelzains ūdens, tad tāds jāsegādā ar ķīmisku reaktīvu palīdzību.

Mazas ietaises atsevišķu saimniecību vajadzībām konstruē uz tā paša atdzelžošanas principa kā lielās, tikai visa ietaise vienkāršāka un izbūvējama, tā sakot, mājas kārtībā. Visvienkāršākā ietaise, kuŗu var katrā saimniecībā, ja vajadzīgs, ietaisīt, ir t. s. Dunbara muca. Tā sastāv (296. zīm.) no 30—40 l tilpuma mucas, kuŗā ievietota 30 cm bieza kārtā tīri mazgātas filtrsmilts, rupjumā 1—1,5 mm. Smilts no virsas pārklāta ar 1 mm biezu cinka skārdi ar 2 mm lieliem caurumiem. Apakšējā

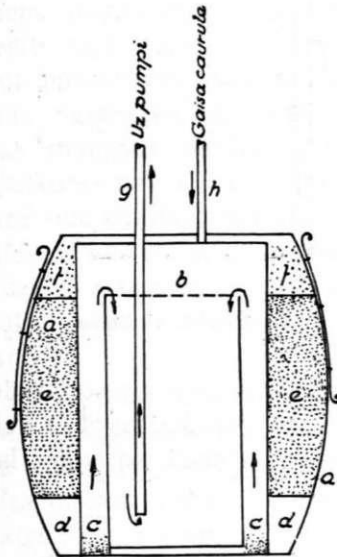


296. zīm. Dunbara muca atdzelžošanai.

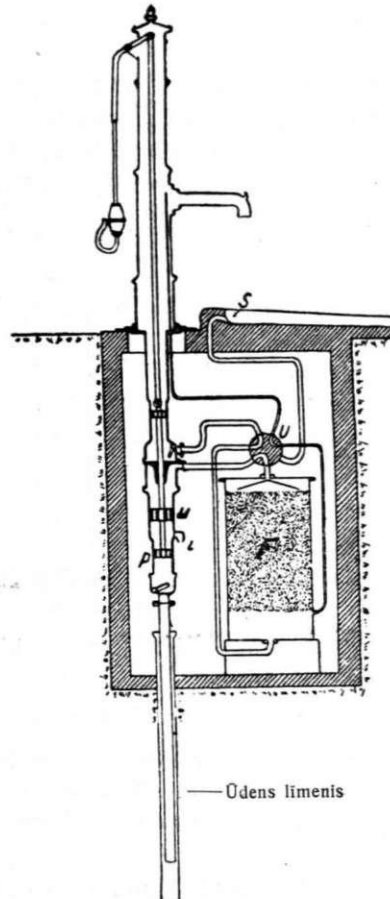
daļā ietaisīta tīrūdens notece ar aizgriezni, kas no filtra puses aizsargāta pret smilts ietūkšanu ar smalku misiņdrāts audumu. Ja ūdeni nepumpē, tad mucu var papildīt pēc vajadzības vairākreiz dienā, bet ne vairāk par 8 reizēm, sevišķi, ja ūdens ļoti dzelžains. Ja ūdeni pumpē, tad tam var likt krist no dušas, no zināma augstuma. Nakti atstāj filtrmucu tukšu, ar vaļēju izteces aizgriezni. Filtram jāiestrādājas, kas var ilgt dažas dienas vai pat nedēļas. Ja filtrs piesērē, kas var notikt pēc 2—4 mēn., atkarīgi no dzelzs daudzuma, tad vajadzīgs skalot ar ūdeni no apakšas, noņemot caurumaino skārdi, pie kam skalošana jāizdara tik ilgi, kamēr no pārgāzes vada nesāk iztecēt tīrs ūdens. Zem

filtrmucas uzstāda lielāku tīrūdens mucu, lielumā pieskaņotu ūdens patēriņam. Ūdeni no mucas ņem, attaisot aizgriezni, bet nesmeļot ar trauku tieši no mucas.

Atdzelžošanas mucu var arī ietaisīt ielaižamu akā (297. zīm.). Ietaise, 30—40 l tilpuma muca, taisīta ar dubultsienām, kuŗu piepilda vidū (e) ar smalku smilti, bet apakšā (d) un augšā (f) ar smalkiem oļiem. Cilindrā (b), kas ievietots mucā, ietaisīts vēl otrs cilindrs, zemāk par ārējo, un pār kuŗa virsējām malām ūdens tek pāri. Ūdens mucā ietek no virsas (muca iegremdēta akā). Pumpējot ūdeni, tas tek caur smilti, filtrējas, tad tek pār iekšējā cilindra virsējo malu un ietek sūcējvadā (g.) Sūcējcaurule noiet gandrīz līdz mucas dibenam, bet gaisa caurule (h) eobeidzas augšpus ūdens līmeņa. Sūcot ar pumpi, ūdeni tiek iesūkts arī gaiss no gaisa caurules, kas tad sajaucas ar ūdeni un tā veicina atdzelžošanas procesu.



297. zīm. Atdzelžotājs, ielaižams akā.

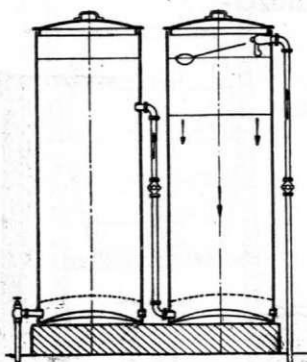


298. zīm. Bastardpumpis.

Arī šādu ietaisi var sagatavot mājas kārtībā, bet akā ielaistā muca nav pastāvīgā uzraudzībā, un tikai, kad vairs ūdens no pumpja nenāk, var zināt, ka filtrs piesērējis, un tad muca jāizvelk no filtra jāatjauno. Labāk pārredzama ir pirmā ietaise (296. zīm.).

Cits aparāts, bet jau dārgāks, ir t. s. «B a s t a r d p u m p i s» (298. zīm.). Ietaise sastāv no īsta pumpja un no oļu filtra. Pumpja cilindram, ar sūcēj- un spiedējvārstuļiem, pāri ievietots otrs divreiz tik liels, gaisa cilindrs, pie kam pumpējot pēdējā tiek iesūkts gaiss no vārstuļa, kas ir sānos, jo arī gaisa cilindrs pievienots pie tās pašas virzuļa stangas kā pumpis. Tātad pie katra pumpja cēluma rodas ūdens un gaisa savienojums, kas, virzulim ejot uz leju, tiek spiests filtra cilindrā. No šejienes tīrītais ūdens pa otru spiedējcauruli nonāk izteces vadā. Abi spiedējvadi krustojas krusta aizgrieznī. Ja šo aizgriezni attiecīgi pagriež, gaisa un ūdens maisījums var no pumpja iet ačgārņu ceļu, t. i. tecēt caur filtrcilindru no apakšas uz augšu. Tāds stāvoklis vajadzīgs filtru skalojot.

M a z u s a t d z e l ž o t ā j u s izgatavo visas speciālas firmas, piem., Berkefelda, tāpat arī Permutita — filtru s-bas. Berkefelda firma izgatavo mājas vajadzībām filtrus no magnomasas, kas koagulē dzelzi un tātad to aiztur. Tai pašā laikā aiztur arī lielus ogļskābes daudzumus, tā atbrīvojot ūdeni no agresīvas ogļskābes. 299. zīm. rādītais filtrs —



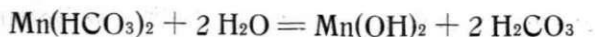
299. zīm. Atdzelzotājs ar ūdens krātuvi pēc Berkefelda sistēmas.

atdzelzotājs sastāv no istā atdzelzotāja ar kontaktmasu, un no tīrūdensvertnes, no kuņas ūdeni var saņemt tieši, vai to ievadot iepriekš lielākā krājvertnē. Tāda ietaise dod 60—80 l tīrūdens stundā un noder lauku saimniecībām, dzelzceļu stacijām, vasarnīcām u . t . t.

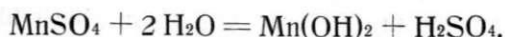
d) Atmangānošana (Entmanganung, Устранение марганца, Demanganisation, Manganese Removal).

Mangāns sastopams parasti kopā ar dzelzs bikarbonātu, un tad tas atdzelžošanas procesā izkrīt kopā ar dzelzi. Novērots, ka mangāns dažreiz kavē dzelzs izkrišanu, un kamēr paliek ūdenī vēl mangāns, nevar pilnīgi arī izdabūt ārā dzelzi.

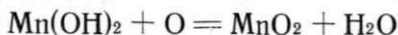
Mangāns ūdenī atrodams parasti vai nu mangānbikarbonāta, $[\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2]$ vai mangānsulfāta (MnSO_4) veidā. No šiem savienojumiem, tiem hidrolītiski saskaldoties, rodas mangānhidroksids $[\text{Mn}(\text{OH})_2]$, pēc ķīmiskas reakcijas:



vai



Mangānhidroksids uzņem skābekli vai no ūdens tieši, vai ūdeni aerējot, un pāriet nešķīstošā mangāndioksīdā (MnO_2 — pazīstams arī ar nosaukumu pirolusīts):



Ūdensvada praksē izšķir 2 mangāna veidus: 1) viegli atšķirāmu un 2) grūti atšķirāmu. Atkarīgo no tā, kādā veidā mangāns ūdenī atrodas, jāizvēlas atmangānošanas metode. Metodes ir ķīmiski, mehāniskas vai bioloģiskas, vai abu kombinācijas. Pirmā metode ir līdzīga atdzelzēšanas metodei ar koksa aerātoriem vai smilšu filtriem, ar nolūku piegādāt vajadzīgo skābekli oksidēšanai. Izrādījies, ka skābekļa uzņemšanu katalītiski veicina uz filtra materiāla graudiņiem nogulsņētais mangāna dioksīds. Lai filtrs vieglāk iestrādātos, ieteikts tajā ielaist kalijpermangānāta šķīdumu. Ja tas būtu dārgi, var lietot pulverizētu dabisku pirolusītu, ko ieskalo filtrā. Ja ūdens satur daudz ogļskābes, tā jāneitrālīzē ar kaļķi, pie kam izrādījies, ka vislabāk mangāns izšķīst, ja pH vērtība ir 7,4—7,5. Sevišķi liels kaļķa piejaukums nav vēlams, jo kaļķis nogulstas uz filtrmateriāla graudiņiem. Katrā ziņā uz materiāla graudiņiem nogulušās dūņas laiku pa laikam jānoskalo, kā to dara ar atdzelzēšanas aerātoriem. Ja mangāna saturs mazāks kā dzelzs saturs un viegli atdalās, tad jau atdzelzēšanas procesā mangāns atdalās aeratora virsējā kārtā ātrāk kā dzelzs, ko var pazīt pēc violetās nokrāsas.

Grūti atšķirāmu mangānu atdala ķīmiskā ceļā, lietojot alumīnija sulfātu, kam vajadzīgi reakcijas baseini. Dažreiz vēl pēc tam jāpiejauca kaļķis, lai ūdeni alkalizētu, ja tas saturētu daudz skābju. Organiskas vielas dažreiz traucē ķīmisku vielu, piem., kaļķūdens iedarbību, tad vajadzīgs iepriekš organiskās vielas pārveidot, piem., ar kalijpermangānātu ($10\text{--}20 \text{ g/m}^3$).

Atmangānošanai lieto arī permutitfiltrus. Šim mērķim permutītu sagatavo no natrija ceolīta ar mangānchlōrida palīdzību, pie kam izveidojas vārāmā sāls un mangānpermutīts. Tālāk šo mangānpermutītu apstrādā pakāpeniski ar 1-, 2, un 3% kalijpermangānāta šķīdumu, tad, mainoties bazēm un mangānam oksidējoties, izveidojas ļoti

augsti vērtējams ar skābekli bagāts apskābļošanas sastāvs (MnO_2), kas nogulstas uz permuītu, dodams visai masai brūnu nokrāsu. Šim nogulumam ir stipras apskābļošanas īpašības, un tas ir mangānpermutita aktīvā daļa, tā, kas atmangāno ūdeni. Iedarbība izbeidzas līdz ar skābekļa iztēriņu, tad mangānpermutīts atkal jāreģenerē ar 2—3% kalijpermanganāta šķīdumu. Tāda reģenerācija nemaksājot vairāk par 0,3 sant./m³ tīrīta ūdens. Atmangānošanai ar permuītu noder vaļēji vai slēgti filtri, līdzīgas konstrukcijas kā atmikstināšanai lietotie.

Bioloģiskā metode dibinās uz mangāna uzņēmēju organismu darbību. Vēc Volmara metodes, kas vispirms izmēģināta Drēzdenes ūdens apgādes iestādē, lieto oļu filtrus no 3 mm rupjiem oļiem, kas ievietoti divstāvu baseinos, 1,4 m augstos. Filtrus iepilda mangānu uzņēmējas baktērijas un algas, it īpaši *Crenothrix manganifera*, *Clostridium fusca*, *Ciderocastro* un c. Ūdens tek caur filtru zem spiediena. Pieņem, ka dažu mangānbaktēriju darbība dibinās uz to, ka tās savu dzelzs saturu apmaina pret mangānu. Kamēr pie ķīmiski mehāniskām metodēm atmangānošana notiek virsējos slāņos, bioloģiskos ķermeņos tā iespiežas daudz dziļāk. Filtra lielumu var pieņemt 1 m² katra 25 m³/st. tirāmā ūdens. Ja filtrā sakrājas dūņas, tās jānoskalo ar ūdens iespiešanu no apakšas.

Pēdējā laikā ieteic kā pilnīgai atdzelžošanai, tā arī atmangānošanai ūdeni pārchlōrēt ar 3—5 mg/l Cl_2 , tad filtrēt caur smilšu filtru, pirolusit-filtru un beidzot caur aktīvu ogli. Chlōra iedarbību izskaidro ar dzelzs resp. mangāna apskābļošanu ar skābekli, ko chlōrs izspiež no ūdens.

e) Atskābļošana un atgāzēšana.

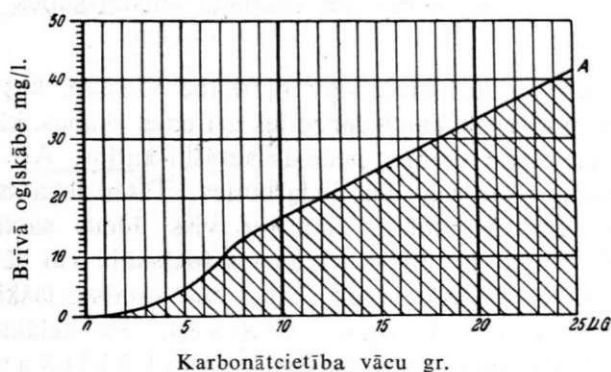
Kā jau minēts (39. l. p.), dažas gāzes un skābes ūdenī var būt ļaunas tai ziņā, ka tās bojā vadu un rezervuāru materiālus, ja tās atrodas t. s. agresīvā veidā. Dzelzs materiāli sarūsē, betona materiāli sadrūp, svins izšķīst un var ūdeni padarīt par ļoti lēni darbojošos indi (konstatēts Leipcigā). Tādas ļaunas gāzes resp. skābes galvenā kārtā ir ogļskābe un skābeklis. Skābekli ūdens uzņem no gaisa. Ogļskābe ūdenim dod patīpamu, atspirdzinātāju garšu, bet, lai cik tā būtu patīkama dzeramam ūdenim, tomēr agresīvā ogļskābe no ūdens jāatdala. Agresīvās ogļskābes daudzums tātad zināmā ūdenī ir jānosaka ar analīzi. Praktiski ķīmiķi lieto tādu paņēmieni, ka slēgtā pudelē ieber iepriekš nosvērtu pulverizēta marmora daudzumu, uzlej ūdeni un ilgāku laiku (vairāk dienas) pudēles saturu bieži sakrata, beidzot no šķīdinātā marmora daudzuma ūdenī tad var izrēķināt agresīvās ogļskābes daudzumu. Arī svinu šķīdinātāja ūdens īpašība ir ar analīzi jānosaka. Var to darīt piem., tādā ceļā, ka pudelē ar ūdeni ieliek 2 plānus svina skārda gabaliņus un pēc ilgāka

laika iedarbošanās ar analīzi nosaka svina daudzumu ūdenī. Vai arī šaurā svina caurulē tur ūdeni zem spiediena un otrā dienā nosaka ar analīzi svina daudzumu.

Secinājumus par ogļskābi var iegūt, zinot ūdens cietību un pH lielumu. Šīs atkarības pētījot atrasts, ka ūdens var būt agresīvs, tātad jāatskābina, ja (v. gr. = vācu grādi)

pie karbonātcietības:	pH lielums mazāks par:
0—3 v. gr.	8,0
3—4 „ „	7,9
4—5 „ „	7,8
5—6 „ „	7,7
6—7 „ „	7,6
vairāk par 7 „ „	7,5—7,4

Arī no sekojošas diagrammas (300. zīm.) var viegli nolasīt, kad zināms ūdens ir agresīvs, tātad jāatskābina. Diagramma sastādīta ar karbonātcietību vācu grādos uz abscises un brīvo ogļskābi mg/l uz ordinā-



300. zīm. Agresivitātes robežas noteikšana.

es ass. Ievilkta līkne ir robeža, zem kuras lielumi svītrotā laukumā neprasa atskābināšanu. Tātad, ja piem., ūdenim ir karbonātcietība 20 v. g., bet brīvās ogļskābes (kā agresīvās, tā neagresīvās) ir 25 mg/l, tad tāds ūdens nešķīdina ne dzelzi, ne ogļskābu kaļķi, ne betonu. Ja turpretim 20 v. gr. cietā ūdenī brīvās ogļskābes būs 40 mg/l, tad tāds ūdens ir jāatskābina, ja grib atbrīvoties no tiem ļaunumiem, ko sagādā agresīvā ogļskābe.

Agresivitātes apsvēršanai jāievēro arī izšķīdušais skābeklis. Ja agresīvā ūdenī ir daudz skābekļa, tad attīstās atsevišķi rūsas bumbuļi, pie vidēja skābekļa daudzuma ceļas dulķainums, bet, ja skābekļi trūkst, dzelzs tiek vienkārši šķīdināta un tikai vēlāk, ūdenim nemainīgi stāvot, ogļskābe izgaiso, un tad rodas dzelzs hidroksida pārslas. Ja pH vērtība

ir 7,6 līdz 8,0, tad skābekļa iedarbība un tātad dzelzs šķīdināšana ir tik maza, ka praktiski to var neievērot. Bet jo mazāka ir pH vērtība, jo ievērojamāks kļūst skābekļa iespaids uz vadu, armatūru un ūdensmērītāju, kā arī veļas bojājumiem. Skābeklis veicina arī svina šķīdināšanu, skābos ūdeņos un sevišķi tādos ar mazu karbonātcietību. Mīksts ūdens šķīdina gandrīz arvien svīnu, un it sevišķi, ja tajā ir gaisa skābeklis un agresīvā ogļskābe.¹⁾

Ja skābekļa trūkst, ūdens svīnu nešķīdina, pat ja tā agresīvās ogļskābes saturs ir lielāks. Turpretim ūdenī bez brīvās agresīvās ogļskābes, bet ar pietiekamu daudzumu skābekļa un ja kalcijs karbonāta daudzums ir pietiekami liels, uz vadu sienas attīstās arvien aizsargkārtiņa, kas izsarga vada materiālu no šķīšanas. Dzelzs vadus vajadzētu tādēļ ūdenī būt brīva skābekļa ne mazāk par 5 mg/l. Ja dzelzs vadus ūdenī ir daudz brīvās agresīvās ogļskābes un ir skābekļa trūkums, tad abu parādību iedarbība kopā bojā vadus ļoti ātri. Skābekļa trūkumu var novērst ar aerāciju, karbonātu trūkumu un ogļskābes daudzumu ar kalķa piejaukšanu.

Jāievēro arī, ka daudzkreiz nav ogļskābe vienīgā, kas ūdenim piešķir agresīvas īpašības. Var iedarboties arī citas skābes, kā kramskābei, humusskābes un tauku skābes, pēdējās sevišķi katlos. Arī sērūdeņradis, sulfidi un dažādas citas sāļis var iedarboties. Tātad iekams izšķīrās par atskābināšanas ietaises izbūvi, jāapsver viss ūdens sastāvs. Īstenībā jāizšķīrās, vai izdabūt no ūdens skābes (ogļskābi vai sērūdeņradi) vai arī gāzes, (skābekli, sērūdeņradi). Tātad būtu ietaises jāšķīro atskābļošanas un atgāzēšanas ietaisēs. Pa lielākai daļai grūti šķīrot, kādas sastāvdaļas būtu jāatdala. Atskābļošanas metodes var būt 1) mehāniskās: aerācija, termiskā atskābļošana, atskābļošana ar vakuumu, 2) ķīmiskās: marmorfiltrī, magnēzītmēte, magnēzija metalla metode, kalķhidrata metode un sōdas metode.

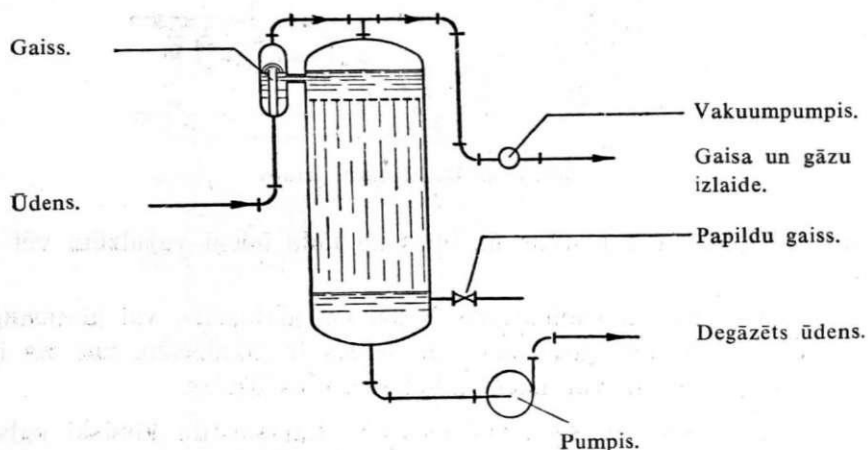
1. **Mehāniskā atskābļošana** notiek ar aerāciju (347. l. p.), vai ūdenim ļaujot krist caur gaisu tieši, vai atsītoties pret ripām, vai ar Amsterdāmas izputekļotājiem, vai laižot ūdenim tecēt caur koksu, ķieģeļu uzkrāvumiem un t. t. — ar paņēmiem, kas jau pazīstāmi. Jāmin, ka nolīšana caur gaisu prasa lielus laukumus, jo uz 1 m² var likt nolīt 6—10 l./sek. Arī jāgādā par labu gaisa cirkulāciju, tomēr jāuzmanās, lai pie ļoti stipras aerācijas neizdzītu nevien agresīvo ogļskābi, bet arī

¹⁾ M. Bīmanis — Odens un kanālīzācijas vadu korrozija. Žurnāla «Satiksme un tehnika» 12. n-rā, 1942. g.

neagresīvo, kas tad veicinātu bikarbonāta izkrišanu un ūdens būtu duļķains.

Gaisa iepūšana ūdenī, ogļskābes izskalošanai vēl maz lietots paņēmieni, jo vajadzīgs liels gaisa daudzums un metode iznāk dārga. Bet ar gaisa iepūšanu aiztaupa ūdens pacelšanu, un tas var nākt metodei par labu, sevišķi, ja jāietaupa novietnes laukuma lielums pumpētavas un aerācijas ietaisēs. Gaisu iepūš ar tādām pašām ietaisēm kā tām ko lieto notekūdens tīrīšanas praksē ar aktīveto dūņu metodi. Gaisu iespiež ar kompresoru, un sadalīšana notiek rezervuāra dibenā ar šobrīd par vislabāku atzīto metodi, spiežot gaisu caur porainām filtrplātnēm.

Gāzu izvilkšana ar vakuumu ir jau sen pazīstams paņēmieni, bet ūdensvadu praksē lielākā mērā lietot to nāktos grūti, jo ekspluatācija izmaksā dārgi. Metodes būtība ir tā, ka ūdenim liek izlīst rezervuārā, kuŗa gaisu izpumpējot sagādā zināmu vakuumu. Labākai sadalīšanai liek ūdenim līt tādā evakuētā, slēgtā katlā (301. zīm.) caur sietu.

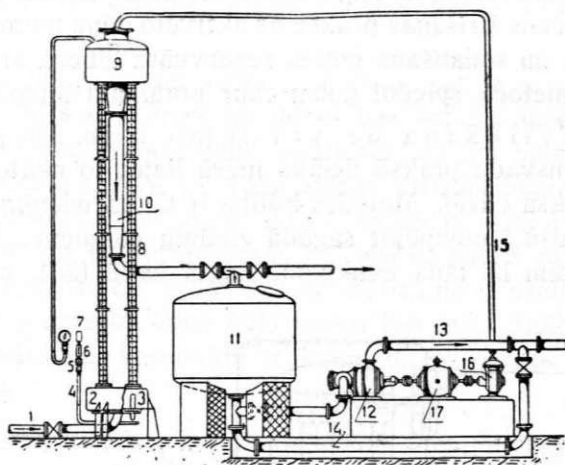


301. zīm. Degāzēšana vakuumā.

Katlā uztur gaisa spiedienu, zemāku par atmosfērisko, ar gaisa pumpja palīdzību. Uz tā paša principa pamata ir vācu sanitārietaišu s-bas konstruētais aparāts (302. zīm.). Tādā aparātā ūdens nonāk vispirms sadalītājā (2), kur tam piejauc zināmu nomērītu daudzumu (6) tīra filtrēta (7) gaisa. Lai gais ar ūdeni labi sajauktos, maisījumu laiž caur sevišķām viļņveidīgām caurulēm (8) un novada katlā (9), kuŗā attīstās liels vakuums un no kuŗa tad atdalījušās gāzes (ogļskābi) nosūc ar sevišķu gaisa pumpi (16). No gāzēm atbrīvotais ūdens nonāk pa cauruļu vadu (10) ātrā spiedfiltrā (11), no kurienes jau iztek tīrs ūdens, ko novada uz tīrūdens rezervuāru.

Lietojot vakuuma aparātu, jāuzmanās, lai skābekļa daudzums ūdenī nenokristu zem 3 mg/l, jo tad varētu atkal ūdenī attīstīties dzelzs.

Ar mehāniskām (atgaisošanas) metodēm nevar praktiski samazināt brīvās ogļskābes daudzumu zemāk kā līdz 5—7 mg/l. Cietiem ūdeņiem (pēc diagr. 300. zīm., tādiem, kuŗa cietība būtu vairāk par 5—7 v. gr.) tāds daudzums paciešams, bet mīkstiem ūdeņiem varētu paliekošā ogļ-



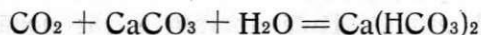
302. zīm. Degāzēšanas ietaise.

skābe vēl paturēt agresīvās īpašības un tādu ūdeni vajadzētu vēl tālāk atskābināt.

Ja ūdens bez atskābināšanas ir arī vēl jāatdzelžo vai jāatmangāno, tad metodu lietošana jāsaprāt. Ja ūdens ir jāatdzelžo, tad tas ir arī jāatskābina, jo citādi var ūdenī atkal sarasties dzelzs.

1. **Ķīmiskā atskābināšana.** Lai saistītu ķīmiski ogļskābi, ūdeni laiž vai caur marmora, vai magnēzīta filtriem, vai piejauc ūdenim kodīgo nātriju, sōdu vai kalķūdeni. Ķīmisku iedarbību var raksturot ar formulām:

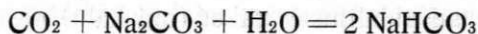
a) izlietojot marmoru ogļskābes saistīšanai:



b) ar kalķi:



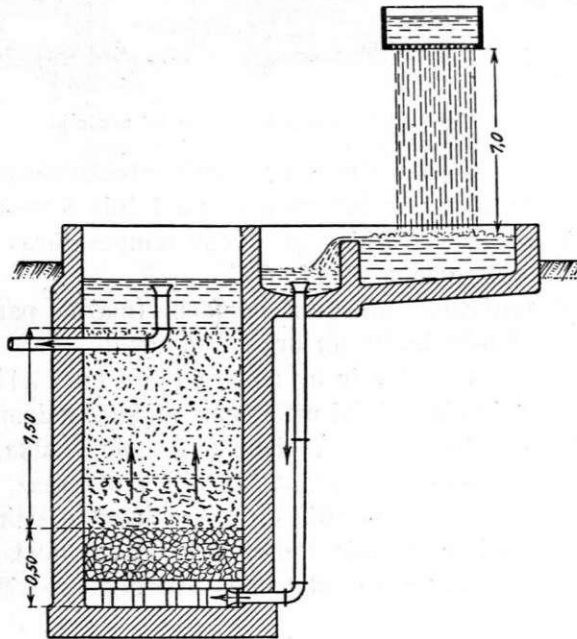
c) ar sōdu:



d) ar kodīgo nātriju:



Kā redzams, lietojot kaļķi attīstās kalcijs bikarbonāts, t. i. palielinās ūdens cietība. Tātad metodi var ar sekmēm lietot dzeramā ūdenim, kam lielāka cietība nenāk par ļaunu. Mazgājamam un katlu ūdenim palielināta cietība nav vēlama. Bet no otras puses, ogļskābes saistīšana ar ķīmikāliju piejaukumiem, ir lēts un ērts paņēmieni un neprasa lielas ietaises. Praktiski visvairāk izmēģināta un lietota metode ir ar marmora filtriem. Filtrus uzber no 3—8 mm rupjiem marmora gabaliņiem, 60 līdz 150 cm augstu, pie kam zem šīs filtrakas ir 30 cm biezs pabalsta slānis no rupjākiem marmora gabaliņiem, rieksta lielumā. Iepriekš aerētais ūdens (303. zīm.) tek caur filtru, mazākām ietaisēm no apakšas, kamēr lielākām, tāpat kā citiem filtriem, no augšas. Ja filtrs darbojies ilgāku laiku, 1 līdz 3 mēnešus, to izirdina un atdūņo, spiežot cauri no apakšas gaisu ar ūdeni. Marmora patēriņu rēķina ap 0,8 g uz katru 1 g brīvās

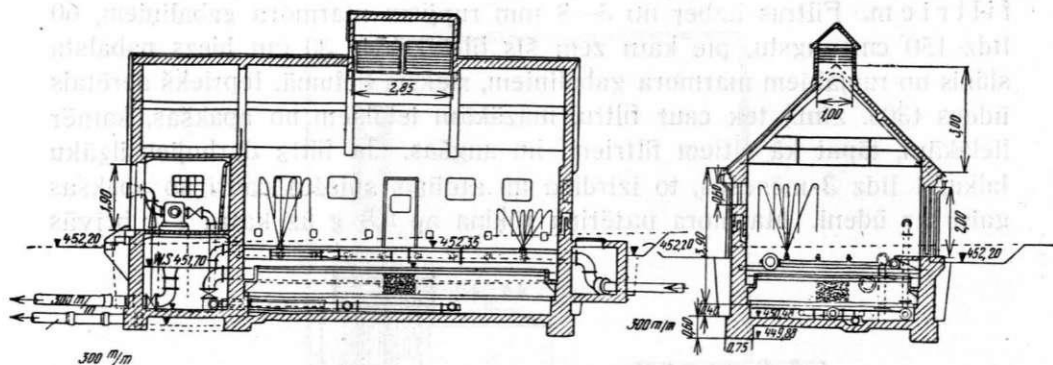


303. zīm. Atskābināšanas schēma Frankfurtē pie Mainas.

ogļskābes ūdeni. Uz katrēm 10 mg/l atšķirtās ogļskābes ūdens cietība palielinājas par 1,27 v. gr. Atkarīgi no ogļskābes daudzuma ūdenī, var caur 1 m² marmorfiltra diennaktī izlaist ap 80 m³ ūdens. Lielāka ietaise parasti kombinēta ar ūdens izslāķšanas ierīci (304. zīm.). Līdzīgi ātrfiltriem arī marmorfiltrus var konstruēt kā slēgtus spiedfiltrus, tātad bez brīva ūdens līmeņa.

Marmorfiltriem noder materiāls, kas nav sevišķi ciets, tātad nebūtu

grūti aiztiekams. Tālāk marmors nedrīkst saturēt arsēnu un dzelzi. Ja marmora materiāls satur dzelzi, vai arī ūdens satur daudz dzelzs, tad attīstās dzelzs hidroksīds, kas aplāj materiāla gabalīņu virsmas un padara to nederīgu. No tā secināms, ka ūdens, kas satur dzelzi, iepriekš jāatdzelžo. Spiediena zaudējums, ūdenim ejot caur filtru, nav liels, ap 20 cm. Kontakta laiks ar marmoru vajadzīgs 40—60 min. ilgs, atkarīgi



304. zīm. Atskābināšanas ietaise ar aerāciju.

no agresīvās ogļskābes satura un no vēlamās atskābināšanas. Ar to var izrēķināt filtrātrumu, kas var būt robežās no 1 līdz 5 m/stundā, un filtra lielumu. Ļoti daudz arī atkarājas no ūdens temperatūras un, piem., pie 20°C darbība ir 3 reiz lielāka kā pie 6°C.

Marmorfiltri ieteicami mīkstiem ūdeņiem (mazāk par 6 v. gr.) un tādiem, kas satur daudz dzelzs un organisku vielu.

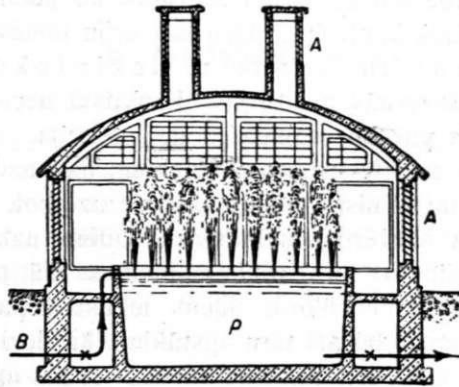
Cits atskābināšanas veids ir ar piesātinātu kalķūdeni. Šīs metodes lietošana jāizvēlas tā, lai attiecīgais kalķa daudzums automātiski pieskaņotos ūdens sastāvam. Ja piejauc par daudz kalķa, ceļas duļķes, kas ūdeni dzeršanai padara nederīgu. Ja kalķa par maz, iedarbība būs nepietiekama. Ir konstruēti aparāti, kas šo uzdevumu vairāk vai mazāk labi izpilda. Vispārīgi šī metode tomēr vēl nav tā nostabilizējusies kā marmora filtri un tās lietošanai jāatrodas attiecīgo speciālistu (ķīmiķu) rīcībā.

Skābekļa izdzišana no ūdens vajadzīga, ja tas kopā ar ogļskābi izdara agresīvu darbu pie vadu materiāliem. Dzeramam ūdenim gan reti būs sastopama vajadzība izņemt skābekli no ūdens, bet katlu ūdeni sagatavojot tāda vajadzība var rasties. Ķīmiskā ceļā to var izdarīt ar sekojošiem paņēmieniem: a) ar filtriem, kas pildīti ar dzelzs vai mangāntērauda viļu skaidām. Ļaunums tas, ka ar attīstījušos dzelzs hidroksīdu filtrs piesērē, un tas kļūst nederīgs, kamēr to neatjauno ar jaunām skaidām; b) ar natrija sulfīta piejaukšanu, kas oksidējas par natrija sulfātu:



Lieto arī sērdioksīdu, kas pārveidojas ūdenī par sērskābi, pieliekot vēl natrona sārmu, kas pārvēršas nātrija sulfītā un ar skābekli oksidējas par nātrija sulfātu. Nepietiek tomēr ar to vien, ka skābekli atvelk ūdenim, jāgādā, lai tas neietiek atkal no jauna.

Sērūdeņradis (H_2S) daudzreiz sastopams artēziskos ūdeņos, bet, nākot ar gaisu sakarā, tas viegli izzūd. Šim mērķim var arī lietot vienkāršus aerātorus (305. zīm.), ja sērūdeņradis pats no sevis neizzūd.



305. zīm. Aerātors sērūdeņraža izdzīšanai.

Aerātoros ar dušām ūdenim vajadzīgs krist no 1,5—2,5 m augstuma. Var lietot vienkārši caurumainas caurules $d = 50-75$ mm, kas noliktas 0,3—0,5 m attālumā, ar caurumiem 4—6 mm — 0,15—0,20 m attālumā. Aerātoru ievieto ēkā, kas stipri vēdināma. Bet tādu vienkāršu metodi var lietot tikai tad, ja sērūdeņraža maz, 5—15 mg/l. Ja sērūdeņraža daudz, tad jālieto ķīmiski līdzekļi, piem., chlōrs vai kalija permangānāts.

Beidzot vēl jānorāda, ka daudzreiz ūdensvadu čuguna un dzelzs caurules var no oglskābes ļaunā iespaida izsargāt, tās pārklājot ar pretrūsas līdzekļiem. Tādi ir — laba vairākkārtīga asfaltēšana vai pārklāšana ar sīderostēnu, inertolu vai citiem, gan patentētiem, līdzekļiem.

26. Ūdens dezinfekcija.

Atkarīgi no ūdens avota, ūdenī atrodam vairāk vai mazāk baktēriju. Vismazāk baktēriju ir labā gruntsūdenī, kur to skaits var būt tikai ļoti neliels. Gruntsūdenī, kas ņemts no lielāka dziļuma, un artēziskā ūdenī baktērijas varētu ietikt tikai nejaušā ceļā. Tādiem ūdeņiem dezinfekcija nevar būt vajadzīga. Turpretim virszemes ūdeņos, upēs un ezeros, baktērijas, un to starpā patogēnās baktērijas var viegli ietikt, un to skaits var būt liels. Ar tīrīšanas paņēmieniem: filtrēšanu, baktēriju skaits gan samazinās, tomēr viņu var pat pie visrūpīgākās filtrēšanas palikt ūdenī

vēl daži desmiti, un to starpā var atrasties arī patogenas baktērijas. Sevišķas aizdomas varētu rasties epidēmiju laikā: dizenterijas, tīfa, choleras. Tāpat arī pie mākslīgiem gruntsūdeņiem, ko sagādā no akām upes tuvumā, ūdenim filtrējoties no upes; arī te sevišķi pa lielūdens laiku akā var ietikt baktērijas, to stapā patogēnās. Lai būtu pārliecība, ka ūdens patiešām ir nevainojams, baktēriju skaits tajā nedrīkstētu būt lielāks par 10 līdz 100 cm³. Ja ceļas šaubas, ka ūdens var būt inficēts ar patogēnām baktērijām, tas ir jādezinficē. Tātad redzams, ka ūdenim vajag atrasties arvien zem lietpratīgas kontroles. Visu baktēriju nonāvēšanu, kā zināms, sauc par sterilizāciju, turpretim ar dezinfekciju iznīcina galvenā kārtā visas patogēnās baktērijas. Praktiski necenšas panākt pilnu sterilizāciju, bet gan var būt vajadzīga dezinfekcija.

Jāatgādina, ka dezinfekcijas paņēmieniem nav uzdevums ūdeni iztīrīt, un mehānisko un ķīmisko ūdens sastāvu uzlabot, bet galvenais nolūks ir tikai padarīt baktērijas nekaitīgas. Ūdens uzlabošanas ziņā pat dažreiz ar dezinfekciju var būt otrāds panākums. Tā, piem., ūdeni dezinficējot ar lielu daudzumu hlōra, ūdens iegūst nepatīkamu garšu un smaku. Jāpievērš uzmanība arī tam apstāklim, ka dezinfekcijai vajadzīgi sarežģīti aparāti, un ja tie nefunkcionē kārtīgi vai pat apstājas, var celties ļoti nevēlamas sekas. Tā piem., Milvoki pilsētā, 1916. g., bijusi vajadzība pārtraukt chlōrēšanu tikai 8 stundas, pie stipri netīra ūdens. Kā konstatēts, sekas no tā bijušas tās, ka 50.000—60.000 cilvēku saslimuši ar vēdera slimībām, 400—500 ar tīfu un bijuši 40—50 nāves gadījumi.

Ūdens dezinfekcijas metodes ir jaunlaiku atradums. Metodes dibinātas daļai uz fizikāliem, daļai uz ķīmiskiem paņēmieniem. Pie fizikālām metodēm pieskaitāmas: novārišana un ultravioletie stari, bet pie ķīmiskām — chlōrēšana, ozōnēšana, kaļķošana un c.

a) Novārišana.

Ūdeni vārot pēc uzvārišanās 30 min. ilgi, var domāt, ka visas baktērijas nobeidzas. Bet patogēno baktēriju nonāvēšanai pietiek arī īsāks vārišanas laiks, un pat uzskata par nepietiekamu, ja ūdeni tur 10—15 min. uzsildītu līdz 75°C. Šādu dezinfekcijas līdzekli var tomēr lietot tikai mājāsaimniecībā, ja jālieto apšaubāms ūdens. Tikai arī te jāunums tas, ka ūdens, no kuŗa vārot izdzītas visas gāzes, arī gaiss un ogļskābe, tāpat dažas sāļis. (kalcija, magnēzija), nav garžīgs, un, lai to padarītu garžīgāku baudišanai, jāpieliek dažādas garžas vielas: augļu sula, tēja, citroni, vīns un t. t., vai jāiepumpē ogļskābē. Vēl jāievēro, ka vāris ūdens uzņem ļoti kārtīgi gaisu un tādā ceļā tajā var ietikt arī baktērijas, ja gaiss nav tīrs. Lielākā mērogā, pilsētu apgādē ar ūdeni, šāda metode nav lietojama, jo tā prasītu dārgus vārišanas un dzesināšanas aparātus

un ekspluatācijas izdevumus. Tas pats sakāms arī par destillētu ūdeni, jo tam ir tādas pašas īpašības kā vāritam ūdenim. Destillētu ūdeni sagādāja senāk Baku pilsētā, un pie tā jāķeras daudzreiz uz kuģiem.

Ūdens atdzisināšana līdz ļoti zemei temperatūrai dezinfekcijas ziņā nedod nekādus praktiskus panākumus. Ir konstatēts, ka tifa un choleras dīgļi var pat ledū uzturēties dzīvības spējīgi vismaz vairākus mēnešus.

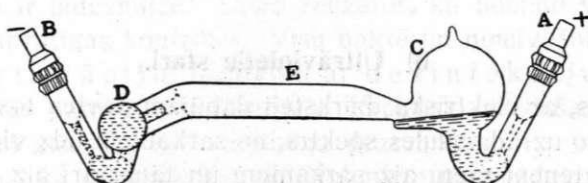
b) Ultravioletie stari.

Kā zināms, ar elektrisku dzirksteli dabūjam nevien tos parasti izteiktos 7 starus, ko uzrāda saules spektrs, no sarkaniem līdz violetiem, bet arī vēl citus, kas ieņem vietu aiz sarkaniem un tāpat arī aiz violetiem malu stariem. Pirmie ir ultrāsarkanie, otrie ultravioletie stari. Ultrāsarkanie stari ir silti stari un apskatāmā jautājumā tiem nav nozīmes. Turpretim ultravioletiem stariem ir ļoti stipras ķīmiskas īpašības, un tie spēj nonāvēt īsā laikā, dažās sekundēs, nevien baktērijas, bet arī sporas, kas citiem līdzekļiem grūti sasniedzams. Domā, ka šie stari rada organismā sevišķas ķīmiskas pārmaiņas, no kā protoplazmas šūniņa zaudē savu dzīvības spēju. Kas attiecas uz spektra redzamo staru viļņu garumu, tad, kā zināms, visīsākie violetie stari redzami līdz viļņu garumam $410\mu\mu^1$) un visgarākie redzamie sarkanie stari $810\mu\mu$. Ultravioletajiem stariem ir viļņu garums 400 līdz $194\mu\mu$. Baktērijām nāvīgs gaismas spēks sākas jau zilā gaismā ar viļņu garumu $490\mu\mu$ un ir visspēcīgāks pie $194\mu\mu$. Arī saules stari satur ultravioletus starus, bet tie nonāk līdz zemes virsai stipri vāji, tātad sterilizācijai maz noderīgi. Tādēļ sterilizācijai ultravioletie stari jāsaģādā ar mākslīgiem gaismas avotiem. Tam mērķim visnoderīgākās izrādījušās kvarca lampas, pildītas ar dzīvsudraba tvaikiem, kas strādā ar līdzstrāvu (normāli 220 V., 3,5 A.), izdod vienlīdzīgu gaismu un ir ļoti izturīgas. Parastais stikls absorbē gandrīz pilnīgi ultravioletus starus, tātad tie stiklam cauri neiziet, un tādēļ jālieto stikla vietā kvarcis. Dzīvsudraba kvarca lampas konstruētas pēc principa, ka dzīvsudraba tvaiki spīd, ja tiem iet cauri elektriskā strāva retinātā gaisa telpā. Lampa ir caurules vai cilindra veidīga (306. zīm.), no kausēta kalna kristalla $d = \text{ap } 15 \text{ mm}$, un 10 cm gara. Caurulītes galos atrodas elektrodi: pozitīvais no dzelzs, negatīvais no dzīvsudraba, kas ievietoti mazā paplašinājumā. Lampu iedezina, to pagriežot ap horizontālu asi un galu ar dzīvsudrabu viegli paceļot uz augšu. Tad daļa dzīvsudraba pavedienveidīgi pārlīst uz pozitīvā elektroda pusi, tā noslēdzot elektrisku ķēdi. Lampiņu nolaižot pīr-

¹⁾ Ar apzīmi $\mu\mu = 0.001 \mu = \text{milimikrons}$; mikrons $\mu = 0.001 \text{ mm}$.

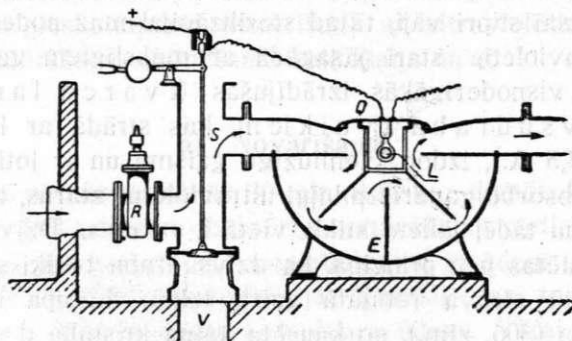
matnējā stāvoklī, dzīvsudraba pavediens pārtrūkst un rodas gaismas loks, kurā tad daļa dzīvsudraba pārvēršas tvaikos, kas spīd tik ilgi, kamēr strāva netiek pārtraukta.

Dzīvsudraba kvarca lampas ir daudzu firmu konstruētas, tā piem., Vestinghauza (Parizē) firmas pēc amer. inž. Kūpera Hēvita (Cooper Hewitt) izgudrojuma. Tāpat arī citu firmu konstruēti attiecīgi sterilizācijas aparāti. Nosacījums tādām sterilizācijas ietaisēm ir tas,



306. zīm. Dzīvsudraba kvarca lampa.

ka ūdenim jāiet tuvu gašām staru avotam plānā kārtā. Izrādījies, ka ultravioletie stari spīd ūdenim cauri un nonāvē mikroorganismus tikai līdz 0,3 m biežā kārtā un arī tad tikai tad, ja ūdens ir dzidrs, nav duļķains. Kā zināms, vispārīgi staru stiprums ir apgriezti proporcionāls attāluma kvadrātam, un tādēļ sterilizācijas ātrums ir dažādā attālumā no lampas dažāds, un 10 cm attālumā stari baktērijas nonāvē 1 sek., pie kam gan jāmin, ka arī staru iespaidam uz dažādām baktēriju sugām ir dažāds: vienas pretojas staru iespaidam ilgāk kā otras. Lampas sterilizācijas aparātā jāievieto tā, lai ja iespējams visus starus izmantotu mikroorganismu nonāvēšanai.

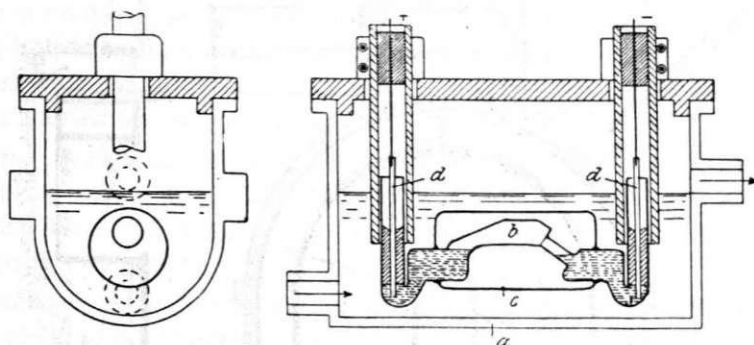


307. zīm. Ultravioleto staru aparāts, Vestinghauza.

Vestinghauza sterilizācijas aparāta (307. zīm.) dzīvsudraba lampa (L) ievietota taisnstūrīnā kastē (Q), ar kvarca sienīnām. Kaste ievietota čuguna puscilindriskā silē (E), ar 3 šķērssienu, no kurām 2 piesienas kvarca kastei, trešā atstāj spraugu. Ūdeni aparātā ielaiž, āttaisot aizlaidni (R) un, pateicoties šķērssienu, tas aparātā labi samaisās, un

visām daļiņām ir dota iespēja iet 3 reiz gar kvarca lampu. Lai gadījumā, kad strāva pārtrūkst, neietiktu ūdensvadā nedezinificēts ūdens, ir ietaisīts drošības vārstulis (S), ko tur cieti elektromagnēts, bet kas tūlīt atveras, kad strāva apstājas, un ļauj ūdenim notecēt uz kanalizāciju.

Arī citāda veida aparāti konstruēti (308. zīm.) pieturoties prasībai, lai ūdens ietu plānā kārtā lampai gaŗām un būtu zem staru iespaيدا 5 līdz



a — čaula, b — kvarca lampā, c — aizsargmantelis, d — strāvas pievads.

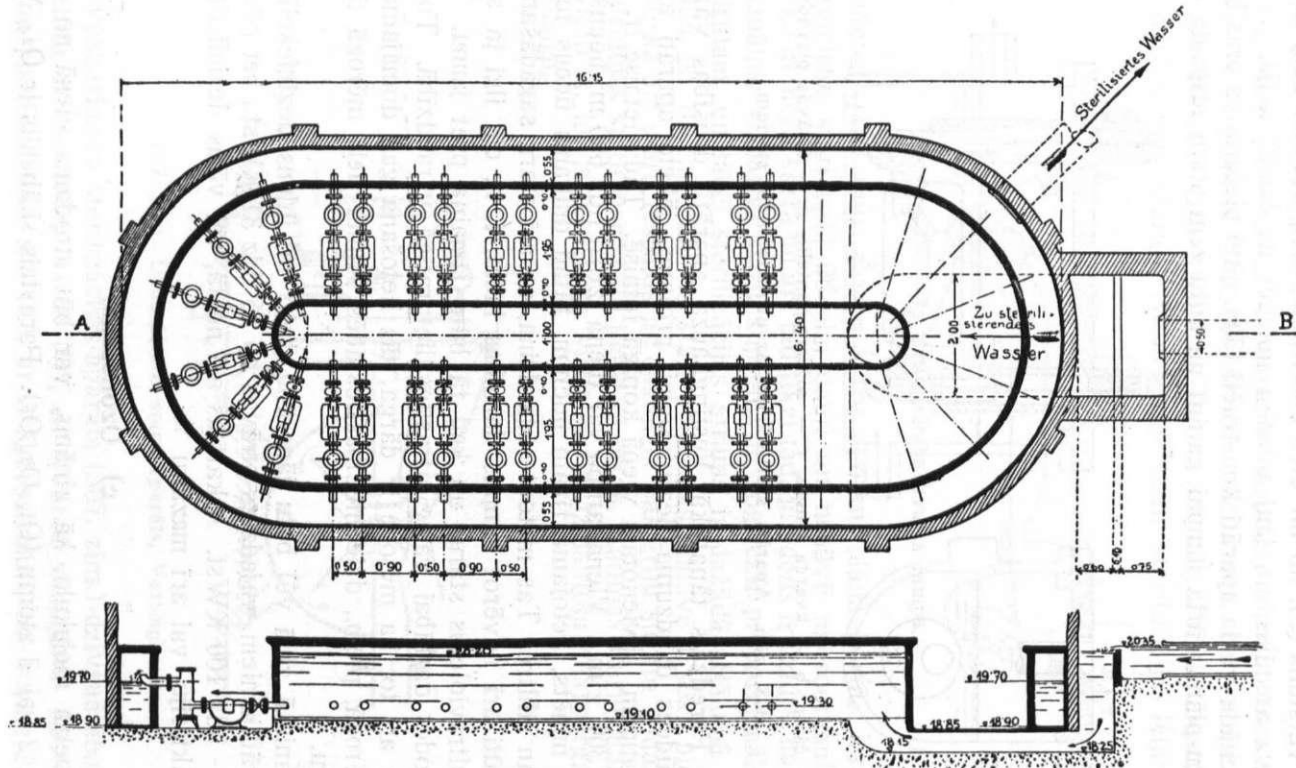
308. zīm. Aparāts sterilizācijai ar ultravioletiem stariem.

10 sek. Paredzēts tāpat kā Vestinghauza aparātā drošības vārstulis. Lielāka ūdens daudzuma dezinfekcijai, protams, jālieto aparāti ar vairākām lampām, apvienotām vienā kopīgā ietaisē. Tāda ietaise ir, piem., Amienā (309. zīm.). Viena lampā var dienā iztīrīt līdz 600 m³ ūdens. Metode, kā minēts, lietojama tīram ūdenim, tā tad duļķains ūdens iepriekš jāiztīra un jāfiltrē. Tas metodi sadārdzina, un arī staru sagādāšana nav lēta. Grūti arī novērot lampas darbības laiku, t. i., cik ilgi tā spējīga attīstīt ultravioletos starus un kad tā būtu jāmaina pret jaunu. Vispārīgi metodes darbībai vajag atrasties lietpratīgā uzraudzībā. To ievērojot, un arī to, ka metode ir dārga, tās lietošana gan domājama tikai mazā mērogā, piem., dziedniecības iestādēs, kamēr lielā mērogā tā būtu par dārgu.

Techniskā ziņā vēl būtu jānorāda, ka 1 m³ ūdens dezinfekcijai pēc vācu norādījumiem, vajadzīgs strāvas ap 26 līdz 31 KWst., bet pēc amerikāņu — līdz 100 KWst. Atkarājas arī no tā, vai vēlas dezinficēt visas 100% baktēriju, vai arī mazāku %.

c) Ozōnēšana.

Skābekļa molekula, kā zināms, var būt atrodama vienā no 3 veidiem: 1, 2 vai 3 atomu (O₁, O₂, O₃). Parastais skābeklis ir O₂. Vienatoma skābeklis, t. s. topošais vai nascentais, ir tas, kas pie ķīmiskiem procesiem attīstās pirmā kārtā un enerģiski iedarbojas uz



309. zīm. Lielāka sterilizācijas ietaise ar ultravioletiem stariem.

organiskām vielām un baktērijām, tās apskābļojot. Vienatoma skābeklis nav pastāvīgs un tūlī, vienā momentā, pāriet divatomīgā. Bet arī trīsatomu skābeklis nav sevišķi pastāvīgs, un tas, apskābļojamo vielu klātbūtē, viegli atdod vienu atomu, pārvērzdamies 2 atomu skābeklī; atdotais 1 atoma skābeklis ir tāds pats kā minētais nascentais, kas iedarbojas kā enerģisks apskābļošanas līdzeklis. Trīsatomu skābekli (O_3), kā zināms, sauc par ozonu. Tas ir nomanāms no stipras smaržas, ja tā saturs ir jau 1 mg/l. Starp citām ozona īpašībām mināms, ka tas šķīst ūdenī $0^\circ C$ — daudzumā 39,4 mg/l, pie 15° — 25,9 un pie 32° — 7,7 mg/l. Jo aukstāks ūdens, jo vairāk tas uzņem ozona.

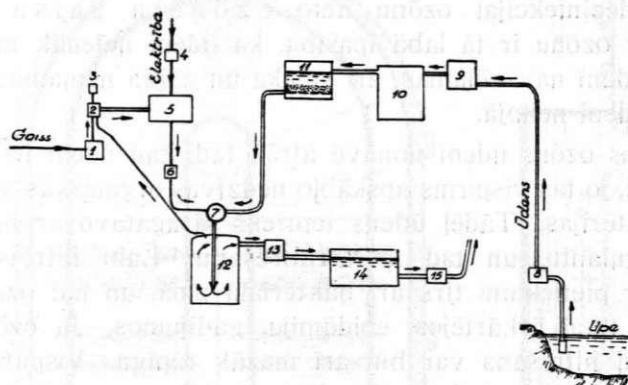
Ūdens dezinfekcijai ozonu lieto ozonēta gaisa veidā. Dezinfekcijai ar ozonu ir tā labā īpašība, ka ūdenī neienāk nekādas tādas vielas, kas ūdenī nav vēlamas, arī smaka un garža nemainās, paliek tikai O_2 , un tas ūdeni nebojā.

Baktērijas ozons ūdenī nonāvē ātrāk tad, kad ūdenī ir maz citu organisku vielu, jo tas vispirms apskābļo nedzīvās organiskās vielas un tikai pēc tam baktērijas. Tādēļ ūdens iepriekš jāsaģatavo ar nostādināšanu, lietojot koagulantu, un tad ar ātrfiltrēšanu. Labi filtrēts ūdens gan parasti jau ir pietiekami tīrs arī baktēriālā ziņā, un tad ozonēšana būtu attaisnojama tikai ārkārtējos, epidēmiju, gadījumos. Ja ozonēšanu lieto pastāvīgi, tad filtrēšana var būt arī mazāk rūpīga. Vispārīgi jāmin, ka ozonēšana ir dārga metode, prasa dārgu ierīci un speciālistu uzraudzību, kam jāseko ūdens sastāvam un kas piemēro tam ozona daudzumu. Panākumu ziņā ozonēšana varbūt arī nav labāka kā ievērojami lētākā chlōrēšana. Tomēr jāievēro viens ozonēšanas nepārspējams labums, tas, ka ūdenī neienāk nekādas svešas vielas, un vispārīgi metode ļauj ievērot vislielāko tīrību un lietot moderno tehniku. Ja elektriskā strāva sagādājama lēti, arī saimnieciskā ziņā panākumi var būt mazāk neizdevīgi.

Katra ozonēšanas ietaise sastāv no sekojošām daļām: 1) ozona sagādāšana no gaisa ar elektriskās augstsprieguma strāvas (6.000 V un vairāk) palīdzību. 2) Dezinficējamā ūdens saģatavošana ātrfiltrētos un 3) ozona iedarbības ietaise, sajaucot oonēto gaisu ar ūdeni (310. zīm.). Kas attiecas uz elektrisko strāvu, tad lieto 3 fazu strāvu, pie kam novērots, ka ar augstāku periodu skaitu palielinās ozona attīstīšanās; pienākošā strāva jāpārveido vajadzīgam spriegumam (4). Gaisa vēl sevišķi jāsaģatavo un vispirms jāiztīra no putekļiem, sodrējiem un t. l. (1). Tālāk novērots, ka ļoti mitrā gaisā ozons attīstās sliktāk kā sausākā. Tādēļ gaisu laiž caur sevišķu žāvētāju (2), kas sastāv no kolonnām ar kalcija chlōridu, vai caur saldētavas refriģeratoru, kur mitrums atdalās sasaldot. Arī gaisa temperatūrai ir nozīme ozona attīstībā, un vēlama cik iespējams zema temperatūra, ko sasniedz ar to pašu saldējamo maģīnu

palīdzību, ar ko nodalīja mitrumu (3). Tā kā ozonātorā no elektriskās izlādēšanās rodas siltums, tad te aparāts jādzesina ar aukstu ūdeni, kā tas būs redzams aparātu aprakstā.

Ozonu, kā minēts, sagādā elektriskā ceļā, un proti, ar mierīgu elektrības izlādēšanos gaisā (ar zilganu gaismu), starp 2 augstsprieguma poliēm. Aparātus ozona sagādāšanai konstruējušas daudz elektriskās firmas. Aparātu sistēmas atšķiras galvenā kārtā no elektrodu izvēles, un kā tādus lieto stiklu un metālu, vai stiklu un stiklu, vai metālu un metālu. Sistēmas atšķiras arī ar sprieguma lielumu un konstruktīviem sīkumiem. Pazīstamākās sistēmas ir: Siemens-Halske, Siemens-Otto, Siemens de Friese

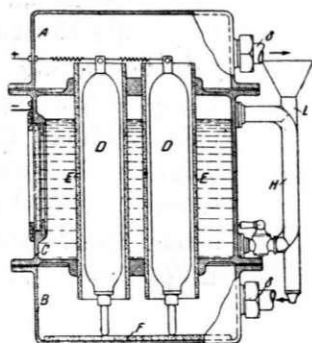


1. Gaisa filtrs. 2. Gaisa žāvētājs. 3. Gaisa dzesinātājs. 4. Strāvas pārveidotājs.
5. Ozona aparāts. 6. Regulātors. 7. Emulsētājs. 8. Ūdens pumpis. 9. Koagulanta ietaise.
10. Nostādināšanas baseins. 11. Ātrfiltrs. 12. Sterilizācijas tornis.
13. Atozōnētājs. 14. Tīrūdens rezervuārs. 15. Pumpis uz spiedrezervuāru.

310. zīm. Ozonēšanas ietaises schēma.

un Otto-Abraham-Marmjē (Marmier), pie kam jāpiebilst, ka pēdējā laikā visu sistēmu patentes apvienotas vienās rokās — «Ozona sabiedrībā Berlīnē». Ar ozonātoru principu var iepazīties no firmas Siemens un d H a l s k e ozona aparāta. Viens elements (311. zīm.) sastāv no galos cieta alumīnija cilindra (D), kas ietverts vaļējā stikla cilindrā $d=6$ cm, gar. 20 cm) (E). Alumīnija elektrods (D), kā + (pozitīvais) elektrods, uzstādīts apakšā uz izolējošas stikla plātnes (F). Tādi 6 līdz 8 ozona cauruļu elementi iebūvēti čuguna kastē, kas sadalīta 3 nodaļās. Vidējā nodaļā atrodas ūdens stikla cilindra vēsināšanai. Stikla cilindrs ir — negatīvais pols un savienots ar zemi caur ūdeni un čuguna kasti. Augšējā nodaļa noder ozonētā gaisa uzņemšanai, vidējā ievietoti elektrodi un apakšējā ienāk gaiss. Darba strāva ir 6.000 līdz 8.000 V, kuŗu pievada ar kopīgu apvienojumu alumīnija elektrodu virsējiem galiem. Ozonējamais gaiss, ieticis kastes apakšējā nodaļījumā, iet starp alumīnija un stikla

cilindriem un iziet virsējā nodalījumā kā ozōnēts gaiss. Starp abiem elektrodiem, aluminiņa un stikla cilindriem, notiek klusa strāvas izlādēšanās, kas parādās ar zilganu gaismu un novērojama caur kastes sienā ietaisītu stikla lodziņu; attīstās ozōns, kas piemaisīts gaisam, kuŗš tad sakrājas augšējā nodalījumā, no kurienes to aizvada uz sterilizācijas



A — vāks, B — dibens daļa, D — ozōncilindri, E — — stikla cilindri. F — izolējoša stikla plātne, H — dzesināmā ūdens notece, L — dzesināmā ūdens pietece, d — ozōnvadi.

311. zīm. Ozōnātors, Siemens-Halske sistēmas.

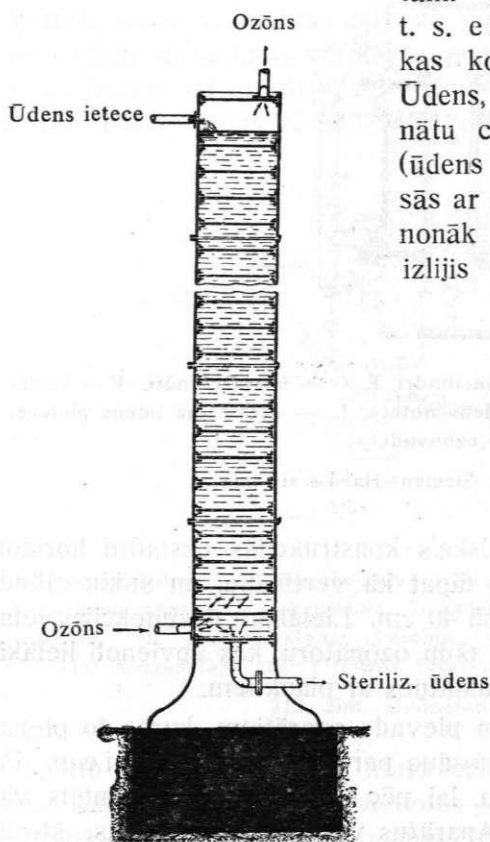
aparātiem. Vēlākās Siemens'a-Halske's konstrukcijās uzstādīti horizontāli elektrodi pa 6 kastē, ierīkoti tāpat kā vertikālie, un stiklu cilindri ņemti lielāki, diam. 8 cm un garumā 40 cm. Lielākām dezinfekcijas ietaisēm vajadzīgi desmit un pat simti tādu ozōnātoru, kas apvienoti lielākās baterijās, kuŗas novietotas lielos sastatņos ar plauktiem.

Ozōnēto gaisu no ozōnātoriem pievada aparātiem, kuŗos to piejauc dezinficējamam ūdenim un kuŗus nosauc par sterilizātoriem. Pēdējiem vajaga būt tā konstruētiem, lai pēc iespējas būtu garantēts visu ūdens daļiņu kontakts ar ozōnu. Aparātus var sadalīt 2 grupās: sterilizācijas torņos un emulsētājos.

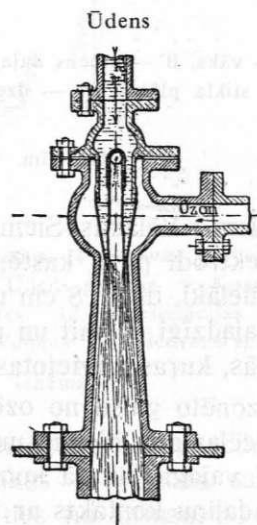
Sterilizācijas torņi dibināti uz tā paša principa kā aerātori pie atdzelzotājiem, t. i., to uzdevums sadalīt ūdeni smalkās daļiņās un virzīt no augšas uz apakšu, kamēr pretim nāk iespiestais ozōnētais gaiss. Piemēram noder Frieše's sterilizātors (312. zīm.), kas sastāv no metālliskas, cilindriskas kolonnas, augstumā 8—9 m, diam. 1—1,5 m, un sastādītas no atsevišķiem cilindra gabaliem. Kolonnā ievietoti 1—1,5 m atstatumā celuloīda diafragmas — sieti, ar lielu skaitu mazu caurumiņu diam. 0,7 mm, attālumā starp caurumu centriem 1,5—2 mm. Ozōnēto gaisu iespiež kolonnas apakšā pa cauruli, un tas, pa mazajiem caurumiņiem spieždamies uz augšu, labi samaisās ar ūdeni, ko laiž virsū, un tātd tek

pretim ozonētā gaisam. Dezinficētais ūdens notek uz tīrūdens rezervuāru, kamēr liekais ozons no virsējās daļas noiet pa cauruli atpakaļ uz ozonātoru, tā ietaupot ozonu.

Otto sist. sterilizātors sastāv no betona vai dzelzbetona kolonnas, diam. 2,5 m un vairāk, ar caurumainām šķērssieniņām vai bez tām. Ūdens un ozonētais gaiss sastopas t. s. emulsētājā, (313. zīm.), aparātā kas konstruēts pēc inžektoru principa. Ūdens, iztecēdams ar sparu caur sašaurinātu caurules galu, pie 4 m spiediena (ūdens staba), uzsūc ozonu un labi samaisās ar pēdējo. Ūdens un ozona maisījums nonāk sterilizatora apakšā pa cauruli, te izlijis ceļas uz augšu, un, iztekot no



312. zīm. Sterilizātors, Frieše's sist.



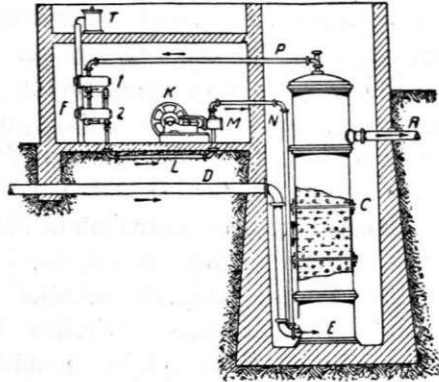
313. zīm. Emulsētājs, Otto sist.

sterilizatora, list pa kaskādēm, tā atbrīvojoties no liekā ozona. Sterilizatora augšā sakrājušos gaisu, kas vēl satur daļu neizmantota ozona, novada pa cauruli uz ozonātoru, iepriekš izžāvējot.

Nelielas ūdens tīrīšanas un dezinfekcijas ietaises, ar ozonu, novietojums sastāv no sekojošām ierīcēm (314. zīm.). No ozonātorā (F) ozonētais gaiss pa cauruli (L) pienāk kompresoram (M) un no šejienes pa cauruļu vadu (N) sastopas ar ūdensvadu (D) un kopā nonāk sterilizatora torņa apakšā. Caur sterilizatoru pacēlušos ūdeni novada pa cauruļu

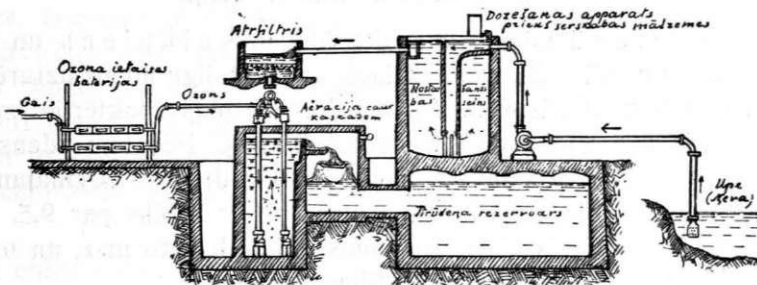
vodu (R) uz tīrūdens rezervuāru, kamēr liekais ozōns iet pa cauruli (P) atpakaļ uz ozōnātoru.

No 1 m³ gaisa var iegūt 3—4 g ozōna. Praktiski lieto koncentrāciju 1,5 līdz 2,5, t. i. tādu gaisu, kas satur 1 m³ gaisa 1,5 līdz 2,5 g



314. zīm. Ozōnēšanas stacija shēma.

ozōna. Ozōnēšanai patērē 0,5 līdz 1 m³ ozōnēta gaisa uz 1 m³ ūdens, pie kam daudzumu nosaka ar tādu aprēķinu lai, izejot no torņa vēl ūdenī atrastos brīvs ozōns (tas viegli izgaiso, ūdenim tekot pār kaskādēm vai vienkārši iztekt rezervuārā). Kontaktam vajadzīgs 10 līdz 15 min., lai būtu pietiekama garantija, ka patogēnās baktērijas nonāvētas. Īsāks kontakta laiks, kā tas dažreiz praksē sastopams, vēl nedod pietiekamu garantiju. Pēc Erlwein'a 1 kg ozōna sagādāšanai vajadzētu



315. zīm. Ozōnēšanas ietaise shēma Pēterpilī.

17—25 KWst. Pieņemot 20 KWst., pa 5 Rpf./ KWst., un 2,5 g uz 1 m³ ūdens, elektrības maksa uz 1 m³ ūdens būtu $\frac{2,5 \times 5 \times 20}{1000} = 0,25$ Rpf. Faktiskie izdevumi, pieskaitot amortizāciju un ekspluatācijas izdevumus varētu būt ap 1 Rpf./1 m³ ūdens. Chlōrēšana maksā daudz mazāk.

Vislielākā no agrāk izbūvētām (Siemens-Halske 1911. g.) ozonēšanas stacijām Pēterpilī (tg. Leningradā) (315. zīm.) 50.000 m³ ūdens tīrīšanai dienā. Ūdens nāk no Nevas upes un pēc 30 g/l m³ alumīnija sulfāta piejaukšanas nonāk nostād. bas. ar 2 st. caurteces laiku. Pēc tam ūdens nāk uz ātrfiltru (Hovatsona sist., kur smilts vietā lietots sileksa materiāls, kas ir sadauzīts krams). Filtrātrums 4,5 m/st. Filtra biezums 1 m, ar graudiņu rupjumu 2 mm. Ozona ražošanas ietaise sastāvēja no 128 ozonaparātiem, katrs ar 6 elementiem. Siemens'a-Halske's sist. aparāti strādā ar spriegumu 6.500 V pie 500 periodiem. Gaisu izžāvē saldēšanas ietaisēs. Ozonēto gaisu ievada caur emulsētāju sterilizācijas torņos $d = 1$ m, $h = 6-7$ m; to ir 5 un tie taisīti no betona. Katrā tornī maisījumu ievada ar 4 emulsētājiem, ar katra jaudu 125 m³/st., tātd katrs tornis iztīra stundā 500 m³. No torņiem ūdens tecēja pār kaskādēm uz tīrūdens rezervuāru. Visa ietaise ievietota sevišķā mašīnu mājā, kurā novietotas arī darba un spēka mašīnas. Stacijas izdevumi bijuši ap 2 kap./1 m³, bet pa revolūcijas laiku ietaise apstādināta un tās vietā ieviesta ūdens chlōrēšana. Arī Paderbornā, kur ietaise bija līdzīga aprakstītajai, atmainīta pret dezinfekciju ar chlōrgāzi. Turpretim Francijā ozonēšana sāk attīstīties lielā mērā. Parīzē ar ozonu dezinficē 300.000 m³/d., Nansi p. 100.000 m³/d. un Tuluzā visu piegādāto ūdeni.

Ozonstacijas ietaises būves izdevumi dažādi, atkarīgi no ūdens sastāva un no vietējām cenām uz mašīnām. Priekš 1914. g. tāda izbūve varēja izmaksāt 50 līdz 100 RM:1 m³ diennaktī tīrāmā ūdens. Mazāka stacija dārgāka, kā liela.

d) Dezinfekcija ar kodīgo kaļķi.

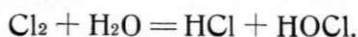
Houstons Londonā ieteica piejaukt ūdenim kaļķpienu un tad to nostādināt lielos nostādināšanas baseinos, ar 12 st. ilgu ūdens uzturēšanos. Ar to panāk ūdens atkrāsošanu, kā arī diezgan plašu baktēriju iznīcināšanu un vispārīgi organisko vielu samazināšanos. Pēc tam ūdens jātīra ātrfiltru. Cik kaļķa ūdenim jāpiejauc, jānoskaidro ar mēģinājumu. Ir atrasts, ka B. coli nobeidzas ūdenī, ja tajā pH ir lielāks par 9,5. Ar to tad jāsapņo vajadzīgais CaO daudzums. Metodi lieto maz, un maz arī vēl izpētīts, kā to lietot dažādas cietības ūdeņiem.

e) Chlōrēšana.

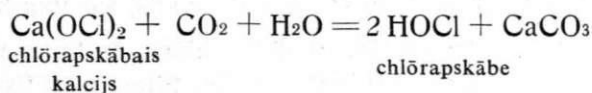
Dezinfekcija ar chlōrkaļķi ir jau sen pazīstama, un to lietoja dažādu atkritumu, piem., atējaš bedrū dezinfekcijai. Vēlāk sāka lietot chlōrkaļķi arī notekūdens dezinfekcijai. Ūdens apgādes mērķiem dezinfekciju ar chlōrkaļķi sāka lietot tikai šī gada simteņa sākumā (apm. 1907. g.) un

šķidro chlōru šim mērķim sāka lietot vēl vēlāk. Šobrīd no chlōra preparātiem lieto dezinfekcijai chlōrkaļķi (Perchloron, kalcija hipochlōritu), vai natrija hipochlōritu (NaClO — elektrolītisko chlōru), vai jaunākā laikā chlōrgāzi (šķidro chlōru). Visi šie reaktīvi ir samērā diezgan lēti, izņemot varbūt elektriskā ceļā ražoto natrija hipochlōritu, kas ir dārgāks kā citi minētie chlōra preparāti.

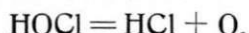
Chlōrēšanas metode dibināta uz dažādām ķīmiskām reakcijām, kas rodas ar hidrolīzi vai ogļskābes iespaidā, chlōru ievēdot ūdenī. Chlōrs pārvēršas tad pa daļai sālsskābē un chlōrapskābē:



Tā, piem., no kalcija hipochlōrita dabūjam reakciju:



Chlōrapskābe (HOCl) ir ļoti nepastāvīga un drīz pārvēršas par sālsskābi (HCl), atbrīvojot skābekli:



Skābeklis vispirms atdalās kā 1 atoma skābeklis vai topošais (nascentais) skābeklis, un domā, ka arī te tas ir tas, kas enerģiski apskābļo organiskās vielas un nonāvē baktērijas. Tāds pastāv neilgi un pārvēršas par parasto skābekļa gāzi (O_2). Šāda oksidācijas teorija dibināta uz novērojuma, ka chlōra daudzums baktēriju nonāvēšanai ir vajadzīgs jo lielāks, jo lielāks daudzums atrodas ūdenī oksidējamu vielu un īstenībā baktēriju nonāvēšana sākas tad, kad citas oksidējamās vielas ir jau apskābļotas. Izteiktas arī citas domas par chlōra iedarbību, piem., ka baktēriju nonāvēšana stāv sakarā ar chlōrapskābes iespaidu. Tāda hipoteze radusies tāpēc, ka chlōrs, kombinācijā ar amonjaku, par chlōraminu sauktā savienojumā (NH_2Cl) arī nonāvē baktērijas, gan lēnāk, bet stiprā mērā, un te nascentā skābekļa nav. Lai nu būtu kā būdams fakts paliek tas, ka chlōra iespaids uz baktērijām galīgā rezultātā ir pietiekami konstatēts.

Pie chlōrēšanas attīstījusies sālsskābe savienojas ar baziskām vielām par neitrālām sālim.

Chlōrkaļķis.

Chlōrkaļķis tirgū pazīstams arī ar nosaukumu balināmais pulveris. To iegūst, piesātinājot sausu, dzēstu kaļķi ar chlōru:



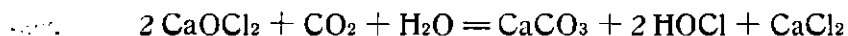
tā tad kaļķi ūdens vietu ieņem chlōrs, kamēr ūdens atdalās. Kā redzams, chlōrkaļķa sastāvā var būt dažādas vielas, kas atrodas kaļķī, tāpat arī, atkarīgi no chlōra reakcijas uz kaļķi, var būt arī vēl neaiztiktas kaļķa daļas.

Nākot ūdenī, chlorkaļķis sadalās chlōrkalciņā (CaCl_2) un chlōrapskābā kaļķī vai kalcija hipochlōritā [$\text{Ca}(\text{OCl})_2$]:

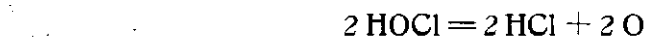


Chlōrkalcijs ir inerts un apskābļošanas procesā dalību neņem. Aktīvā daļa turpretim ir kalcija hipochlōrits [$\text{Ca}(\text{OCl})_2$], kas, kā tas jau minēts, ņem dalību apskābļošanā un dezinfekcijā un kas ar ūdeni atrodos ogļskābi pārvēršas, nodalot chlōrapskābi (HClO), kas tālīn pārvēršas par sālsskābi (HCl), pie kam atdalās skābeklis, sākumā kā nascentais.

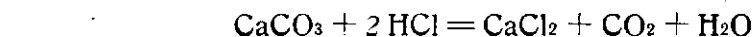
Teorētiskā chlōrkaļķa sastāvā ir 49% chlōra, no kuŗa puse ir inerta, bet otrai pusei ir divkāŗša aktivitātes spēja, tā tad teorētiskā chlōrkaļķī varētu būt 49% aktīva chlōra. Praktiski tirgū dabūjamā chlōrkaļķī ir aktīvā chlōra 25—38%. Stāvot brīva gaisa iespaidā, chlōrkaļķa aktīvā chlōra daudzums samazinās, uzņemot no gaisa ogļskābi un pārvēršoties pa daļai chlōrkalciņā:



Tālāk pārvēršas:



un turpmākā gājiēnā atkal:

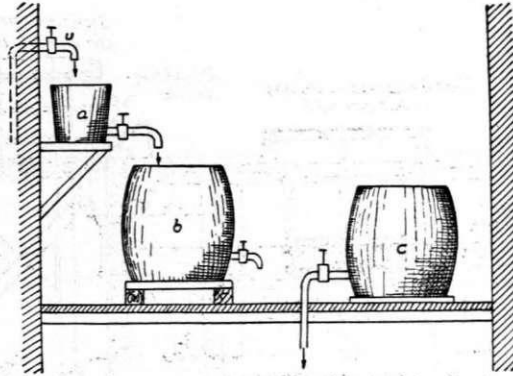


un CO_2 var atkal tālāk iedarboties uz chlōrkaļķi. Kā redzams, pieaug inertā chlōrkalciņa (CaCl_2) saturs un līdz ar to samazinās aktīvā chlōra daudzums. Var chlōrkaļķa sakrišanas procesu samazināt, uzglabājot to vēsā, tumšā, bet labi vēdināmā vietā, ne pilnīgi blīvā iepakojumā. Bļivos, noslēgtos traukos uzglabātais chlōrkaļķis var attīstīt gāzes, kas var eksplodēt. Chlōra zaudējums labi uzglabātā chlōrkaļķī var būt 0,5 līdz 3% mēnesī. Aktīvais skābeklis, kas attīstās chlōrkaļķa lietošanas procesā un izdara apskābļošanu un dezinfekciju, sastāda ap 22,5% no aktīvā chlōra. No tā redzams, cik nepieciešams izpētīt aktīvā chlōra saturu, un tas jādara pastāvīgi un visādā ziņā ar katru jaunu chlōrkaļķa porciju.

Sterilizācijai lietojamā chlōrkaļķa daudzums jāpieskaņo ūdens raksturam. Ja lietots pa daudz chlōra, tad pasliktinās ūdens garža un smaka (līdzīga karbolskābes vai jodoforma smakai), tādēļ katrā gadījumā jānoskaidro tieši vajadzīgā aktīvā chlōra daudzums. Jāņem vērā, ka reakcijas gaitā chlōrs vispirms patērējas ūdenī atrodos organisko vielu un dzelzs

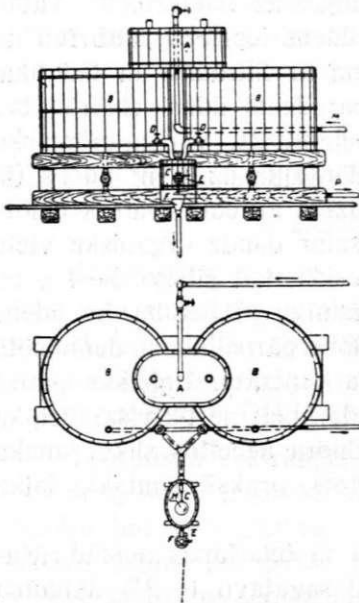
sāļu apskāblošanai, un tikai pēc tam iedarbojas uz baktērijām. Tātad redzams, ka lai samazinātu chlōra patēriņu, ūdens iepriekš jāatbrīvo no organiskiem un neorganiskiem piemaisījumiem ar filtrāciju un tad tikai jādezinficē. Parasti to tā arī dara, un, ja paredzēts ūdeni chlōrēt, tad to iepriekš filtrē ātrfiltrā. Ja ūdens iepriekš filtrēts, vai ja organisko vielu saturs nav liels, pietiek 1 līdz 2 g chlōrkaļķa uz 1 m³ ūdens (ja aktīvā chlōra saturs ir 35%, ja mazāk, vajadzīgs attiecīgi vairāk chlōrkaļķa). Ja turpretim ūdens nav filtrēts vai satur daudz organisku vielu vai dzelzi šķīstošā un nepilnīgi apskābļotā veidā, tad jālieto 3—4 g un pat vairāk chlōrkaļķa uz 1 m³. Lai iegūtu pilnīgu pārlicību, ka ūdens pietiekami dezinficēts, paredz vēl nelielu chlōra pārpalikumu definicētā ūdenī, kādus 0,1 līdz 0,2 mg/l pēc 30 min. ilga kontakta. Labākas chlōra izmantošanas dēļ, un ņemot vērā, ka chlōrs iedarbojas ne tik visai ātri, kā to sasniedz, piem., ar ozōnu, un arī lai no chlōra neceltos slikta smaka un garža, tātad, lai viss chlōrs būtu izmantots, praksē kontakta laiku pūlas pēc iespējas dot 2—3 st. ilgu.

Parasti chlōrkaļķi ūdenim piejauc priekš tā ielaišanas nostādināšanas baseinā. Dezinfekcijas mērķim chlōrkaļķi sagatavo 1—2% šķīduma veidā sevišķos toveros, un tad attiecīgā daudzumā piejauc ūdenim. Sagatavošanas ietaišu vienkārša schēma domājama šāda (316. zīm.). Neliel-



316. zīm. Chlōrkaļķa sagatavošanas schēma.

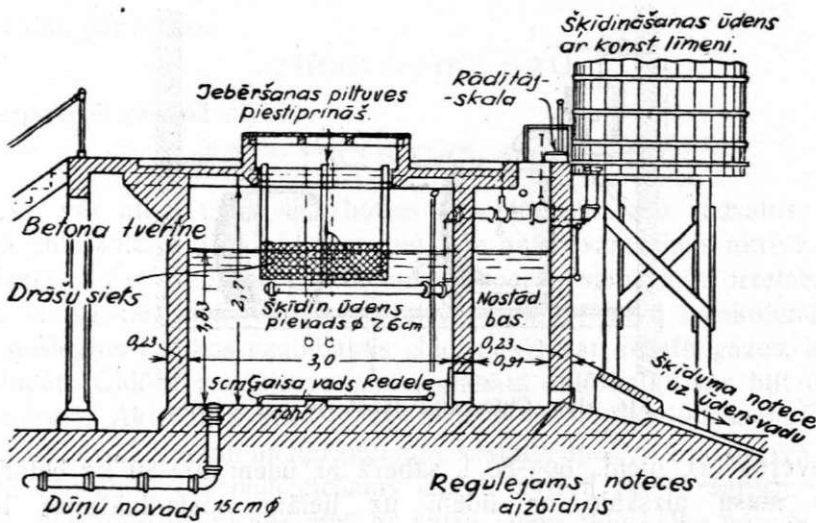
los toveros (a), piem., 60—80 l, saberž ar ūdeni 50—80 kg chlōrkaļķa. Biezo masu aizskalo ar ūdeni uz lielām nostādināšanas bākām ($2 \times 1\frac{1}{2} \times 2$ m) vai mucām (b) līdz 6 m³ tilpuma, kurās maisījums paliek kādas 12 st., lai nostātos. Tādu bāku vajadzīgas 2. Noskaidrojies piesātinātais atšķaidījums (chlōrūdens) satur līdz 20% chlōrkaļķa vai 0,50 līdz 0,66% aktīvā chlōra. To pārlej vai pārpumpē uz darba bāku (c), no kurās reaktīvu novada uz tirāmo ūdeni. Arī darba bākas taista 2, lai vienu pildītu, kamēr otru iztukšo, bet var iztikt ar 1 darba bāku, ja dozēšana



317. zīm. Chlōrkālķa sagatavošanas toveris.

attiecīgi ierīkota. Pastāvīgas ietaises izveido vairāk vai mazāk ērtai rīcībai (317., 318. un 319. zīm.). Daļa chlōrkālķa paliek tovera dibenā neizšķīdusi, no kā sakrājas dūņas, kas jānovāc. Tā ir viena no neērtībām chlōrkālķa lietošanā. Chlōrkālķa šķīdums arī saēd traukus, kā dzelzs, tā arī koka. Ieteicams koka traukus apmet iekšpusē ar stipru cementa apmetumu (uz dzelzs tīkla), labi noagrudinātu. Dzelzs daļas jāpārklāj ar asfalta laku. Noder arī dzelzsbetona bākas, iekšpusē ar labi noslīpētām virsām. Kā izturīgākie materiāli pret chlōrkālķa šķīduma iespaidu minami ebonīts, stikls, gumija, svins, labi asfaltēta dzelzs, gluds betons.

Ar chlōrkālķi jāapietas uzmanīgi, sevišķi, ja ir liels daudzums un pastāvīgi ar to jādarbojas. Chlōrkālķa pulveris ir kodīga substance, kas iespiežas elpošanas



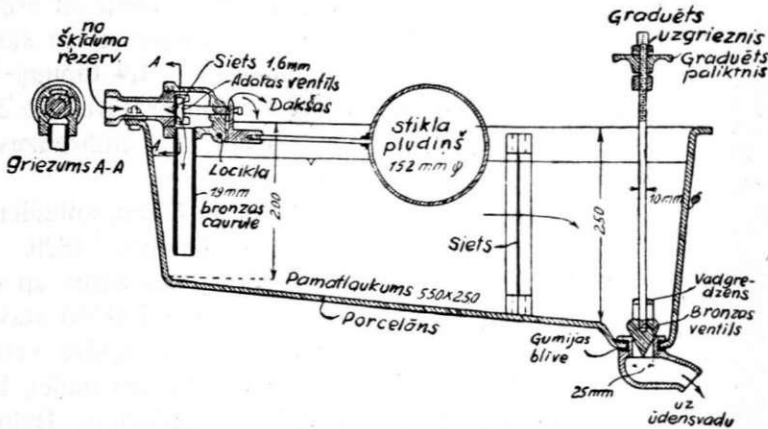
318. zīm. Chlōrkālķa sagatavošanas aparāts.

organos un ir kaitīga. Tādēļ gadījumos, kad chlōrkālķi lieto pastāvīgi lielos daudzumos, vēlams izdarīt atšķaidīšanu slēgtās, labi ventilētās telpas nodalījumā kurā cilvēks iekšā neiet, bet kurā ievietota, piem., chlōrkālķa muca ar attaisītu vienu galu, kas no ārienes pieejams, un ūdeni tādā

telpā iespiež pa cauruli ar uzgali. Tādā ceļā chlōrkaļķi šķīdina un šķīdums notek no telpas dibena uz tālākām darba tvertnēm.

Dažādi chlōra preparāti.

Chlōrkaļķa lietošana, kā redzams, ir saistīta ar dažādām neērtībām. Lai no tām atbrīvotos, ir mēģināts atrast ērtāk lietojamus chlōra preparātus chlōrkaļķa vietā. Kā vienu no tādiem ieteic kaporitu (Caporit, arī Perchloron), tīru kalcija hipochlōridu $[Ca(HCl)_2]$, kas satur līdz 75% aktīva chlōra. Kaporīts stāvēdams nezaudē savu chlōra saturu, jo nepie-



319. zīm. Chlōrkaļķa piejaukšanas aparāts.

velk no gaisa ne mitrumu, ne ogļskābi, un ir labs dezinfekcijas līdzeklis, kā viens pats, tā kopā ar kalija permangānātu. Lietojot vēl aktīvo ogli, ieteic sekojošu paņēmieni, kas gan lietojams tikai maziem ūdens daudzumiem, piem., ceļojumos. Vispirms ūdenim piejauca pastiles veidā dozētu kaporitu. Pēc $\frac{1}{4}$ st. iedarbības, ūdeni allaž samaisot, piejauca aktīvo ogli (hidrofinu). Vēl pēc $\frac{1}{4}$ st. ūdeni nofiltrē sevišķā filtrācijas ietaisē. Firma nosaukusi šādu līdzekli dezinfekcijai par karbosterilu un slavē kā līdzekli, kas dod iespēju iegūt labu, garžīgu un veselīgu ūdeni bez novārišanas.

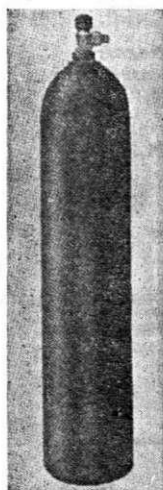
Kaporitam līdzīgs dezinfekcijas līdzeklis ir magnocids, kas izgatavots no magnēzijas savienojumiem.

Elektrolitchlōrs ir elektriskā ceļā izgatavots natrija hipochlōrits, kas jaunākā laikā daudz vietās lietots peldu iestādēs. To izgatavo no vārāmās sāls ar elektrolīzi sevišķos aparātos. Metode tika vienu laiku lietota Leņingradas ūdensvadiem (1916.—1917. g.), bet atmesta kā dārga, jo vajadzīgi dažādi aparāti preparāta izgatavošanai uz vietas. Transportam un uzglabāšanai tāds hipochlōrits neder, jo nav pastāvīgs. Francijā lieto t. s. Žavela ūdeni (eau de Javelle), kā

izgatavošanai nelieto tīro nātrija hipochlōritu. Tīrs nātrija hipochlōrita preparāts var saturēt līdz 75% aktīvā chlōra.

Chlōrgāze.

Pēdējā laikā, pēc pirmā pasaules kara, sāka dezinficēšanai lietot šķidro chlōru vai, labāk sakot, chlōrgāzi. Amerikā gan lietoja šo līdzekli arī priekš kara, un šobrīd Amerikā ir daudzas pilsētas, kas dezinficē ūdensvadiem ūdeni ar chlōrgāzi. Eiropā varētu arī minēt lielākās pilsētas, kas šo līdzekli lieto: Leipciga, Ļeņingrada un daudz citas. Chlōrgāze šķīst ūdenī un proti, pie 760 mm gaisa spiediena vienā ūdens tilpumā var šķīst pie 0° — 4,6, pie 15° — 2,2 un pie 30° — 1,9 tilpumi chlōrgāzes, tātad pie parastās istabas temperatūras ap 2,2 tilpuma. Pie 0° un 760 mm spiediena 1 l chlōrgāzes sver 3,22 g, bet šķidrā chlōrs 1,56 kg.



320. zīm. Šķidra chlōra balons.

Chlōrgāze sašķīdinās pie 0°C ar 7 atm. spiedienu, un to laiž tirgū parasti tērauda balonos (320. zīm.) $d = 8'' = 20$ cm un $h = 5' = 1,5$ m, kas satur ap 45 kg šķidra chlōra (1 kg Rīgā maksāja ap 1 Ls) un stāv zem spiediena 5 līdz 9 atm. Kamēr chlōrs ir šķidrā veidā, tā spiediens uz balona sienām gandrīz līdzīgs nullei, bet ar temperatūras pieaugumu pačēlas arī spiediens. Baloni izmēģināti uz 22 atm. spiediena, un pie lielāka spiediena tie var pārplīst, tādēļ chlōra baloni jāuzglabā vēsā vietā, un nav jātur saulē. To ievērojot, siltās zemēs lieto chlōra vietā p e r c h l ō r o n u, kas nav jūtīgs pret lielu karstumu.

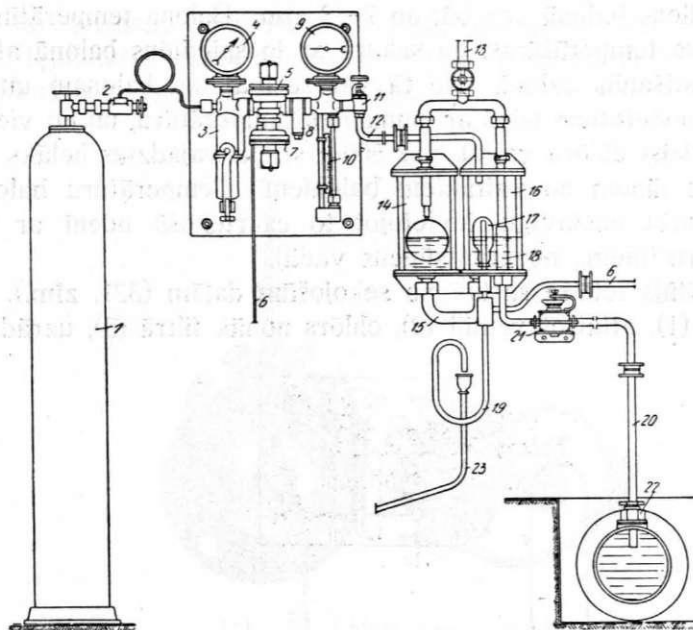
Dezinficētājas īpašības chlōrgāzei ir ļoti stipras, un šai ziņā 1 svara vienība chlōra var jau līdzināties 3—5 chlōrkalķa svara vienībām. Parastajiem ūdeņiem pietiek 0,1 līdz 0,3 g chlōra uz 1 m^3 ūdens. Protams, netīriem ūdeņiem chlōra daudzums jāņem attiecīgi lielāks.

Chlōra baloniem vajag būt pilnīgi blīviem, lai gāze nevarētu izplūst ārā, kas varētu būt bīstams tuvākai apkārtnē, jo chlōrgāze ir indīga. Ļoti noderīgi turēt pretgāzes maskas chlōrēšanas aparātu tuvumā.

Chlōrgāzes ievadīšanai ūdenī konstruēti daudzi un dažādi aparāti, sevišķi Amerikā. Tos var sagrupēt pēc 2 metodēm: 1) direktā vai tiešā metode, pie kuŗas noteiktu daudzumu chlōrgāzes vai nu izlaiž tieši, vai iespiež ar spiedūdeni dezinficējamā ūdenī (firmas Bamag-Meguīn un citu aparāti); 2) indirektā vai absorbcijas metodē, pēc kuŗas izgatavo vispirms koncentrētu chlōrūdeni ar 1 līdz 5 g chlōra 1 litrā, un to tad ielaiž attiecīgā daudzumā dezinficējamā ūdenī, tiešā un nemitīgā strāvā. Chlōrūdens īpatnējais svārs līdzinās gandrīz tīra ūdens īpatnējam svāram, un

tādēļ var sagaidīt labu sajaukšanos ar dezinficējamo ūdeni un arī labus rezultātus. (Aparāti no Chlōratora s-bas Berlinē pēc Ornstejn'a metodes.)

Kā vienai, tā otrai metodei nepieciešami pirmā kārtā aparāti, kas chlōru sagatavo piejaukšanai vajadzīgā veidā un rēgulē piejaukšanas daudzumu. Tādus aparātus var nosaukt par chlōra dozētājiem, vai



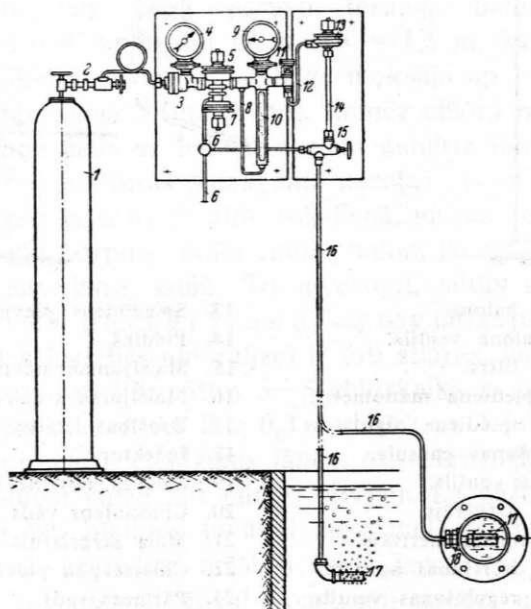
- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Chlōra balons. | 13. Spiedūdens pievads. |
| 2. Chlōrbalona ventsils. | 14. Pludiņš. |
| 3. Chlōra filtrs. | 15. Maisījumam ūdensvads. |
| 4. Augstspiediena manometrs. | 16. Maisījuma trauks. |
| 5. Chlōra spiediena rēgulātors. | 17. Drošības ietaise. |
| 6. Atgaisošanas caurule. | 18. Inžektors. |
| 7. Drošības ventsils. | 19. Smakas noslēdzējs. |
| 8. Skābes uztvērējs. | 20. Chlōrūdens vads. |
| 9. Zemspiediena mērītājs. | 21. Māla aizgrieznis. |
| 10. Chlōra mērišanas aparāts. | 22. Chlōrievada pievienojums. |
| 11. Chlōra rēgulēšanas ventsils. | 23. Pārteces vads. |
| 12. Chlōrgāzes vads. | |

321. zīm. Chlōrgāzes dezinfekcijas aparāts.

vienkāršāk chlōrētājiem. No aparāta iztekošais gāzes daudzums vai ar gāzi piesātinātais ūdens daudzums atkarīgs no izteces cauruma lieluma un no spiediena lieluma. Kamēr spiediena un cauruma lielumi paliek negrozīti, chlōra doze paliek negrozīta. Tātad daudzuma maiņas

pie pastāvīga spiediena var notikt tikai ar izplūšanas cauruma lieluma maiņu, saskaņā ar vajadzīgo dozi, kas atkarīga no dezinficējamā ūdens daudzuma un labuma prasībām. Grūtības dozēšanai var radīt tas apstāklis, ka spiedienu, zem kāda gāze ietiek chlōrātorā, grūti uzturēt pastāvīgu. Spiediens nav atkarīgs no chlōra daudzuma balonā (pa darba laiku gan samazinās chlōra daudzums balonā, bet spiediens nemainās, kamēr tikai chlōrs ir šķidrā veidā), bet gan no temperatūras. Tā, piem., 20°C spiediens balonā var būt ap 7—8 atm. Balona temperatūra atkarīgas no gaisa temperatūras, un sakarā ar to spiediens balonā atkarīgs no gāzes attīstīšanās balonā. No tā var secināt, ka balonam un chlōrētājam jābūt ievietotiem telpā ar nemainīgu temperatūru, un no viena balona nevajag izlaist chlōru vairāk par 500 g/st. Ja vajadzīgs lielāks daudzums chlōra, tas jāņem no vairākiem baloniem. Temperatūru balonam var, piem., uzturēt pastāvīgu, ievietojot to caurtekošā ūdenī ar pastāvīgu temperatūru (piem., no gruntsūdens vadā).

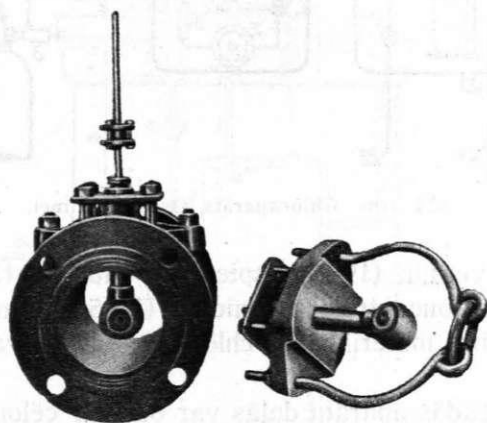
Chlōrētāja ietaise sastāv no sekojošām daļām (321. zīm.). Vispirms no balona (1), attaisot ventili (2), chlōrs nonāk filtrā (3), uzrādot zināmu



322. zīm. Chlōrēšanas ietaise (direktas sist.), pēc Bamag-Meguín, Berlīnē.

1. chlōra balons; 2. ventilis; 3. chlōrfilters; 4. augstspiediena manometrs; 5. chlōra spiediena rēgulātors; 6. atgaisošanas ventilis; 7. pārspiedienu ventilis; 8. savienošanas vads; 9. zemspiediena manometrs; 10. chlōra mērīšanas aparāts; 11. chlōra rēgulātorā ventilis; 12. savienojuma vads; 13. atsitējventilis; 14. kontroles caurule; 15. trijvirziena ventilis; 16. ievads; 17. sadalīšanas smidzinātājs; 18. ievadītāja iestiprinājums.

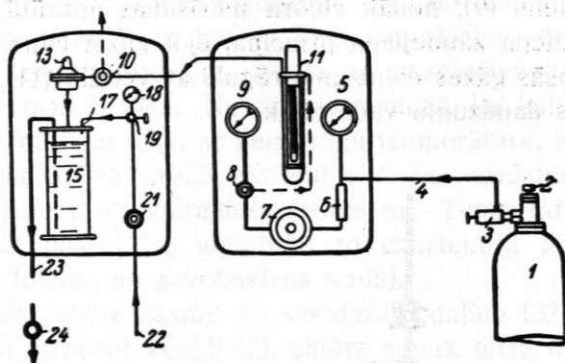
spiedienu (4). Filtrs var būt taisīts no sērskābē samērcētas stikla vates, un tas aiztur iespējamus netīrumus un mitrumu. Sausā, tīrā chlōrgāze nu iet caur spiediena rēgulātoru (5), kas augsto spiedienu, ar kādu chlōrs nāk no balona, pārvērš darba spiedienā 1—1,5 atm. un uztur tādu spiedienu nemainītu ar drošības ventilu (7) un atgaisošanas izlaidņa (6) palīdzību. Ejot vēl caur skābju uztvērēju (8) un uzrādot pazemināto spiedienu (9), nonāk chlōra mērīšanas aparātā (10), kas konstruēts uz spiediena zaudējuma principa, ejot gāzei caur zināma lieluma cauruli. Izplūdušās gāzes daudzumu rēgulē ar ventilu (11), un tās sagatavoto chlōrgāzes daudzumu vada tālāk.



323. zīm. Chlōra ievada aparāts.

Pēc direktās metodes (Bamag-Meguina sist. 322. zīm.) noteiktu daudzumu chlōra ievada tieši ūdenī ar sadalīšanas izsmidzinātāju (17), kas taisīts no speciālas masas, ko chlōrs neaiztiec, tāpat arī visi vadi un ventīļi jāizgatavo no materiāliem, ko chlōrs neaiztiec (piem., kaučuka). Ievadīšanu var pēc Bamaga metodes arī izdarīt ar sevišķu lokveidīgu kameru (223. zīm.), kurā ievadīts spiedūdēns tangetiālā virzienā, ar ko kamerā izceļas ūdens virpuļošana un kameras centrā attīstās vakuums. Pa otru vadu nonāk kamerā chlōrgāze, un spiedūdēns maisījums ar chlōru centrifugālspekā iespaidā iziet no kameras ūdensvadā, labi sajaukdamies ar ūdeni. Ar tāda aparāta palīdzību var maisījumu viegli ievadīt kaut kurā ūdensvada vietā, izurbjot attiecīga lieluma caurumu un, pēc maisījuma kameras iestiprināšanas, vietu attiecīgi noblīvējot. Parasti ieteicams aparātu ievietot uz pumpja sūcējvada, bet var arī uz spiedējvada, bet tad aparātam jāiztur zināms pretspiediens. Var arī ievietot uz vada, kas iet no filtra uz tīrūdēns rezervuāru.

Pēc indirektās metodes (Ornstein'a) (324. zīm.), chlōru no mēritāja (11) ielaiž samaisīšanas kolonnā (15), pie kam chlōram jāiet caur atpakaļsitēju vārstuli (13), kam jāattur mitruma ieplūšana chlōra sagatavošanas aparātūrā. Chlōra izlaišanai no aparāta, kad aparāts nedarbojas, jāietaisā atsevišķa izlaide (10). Samaisīšanas kolonnā ielaiž arī spiedūdēni, kas iet

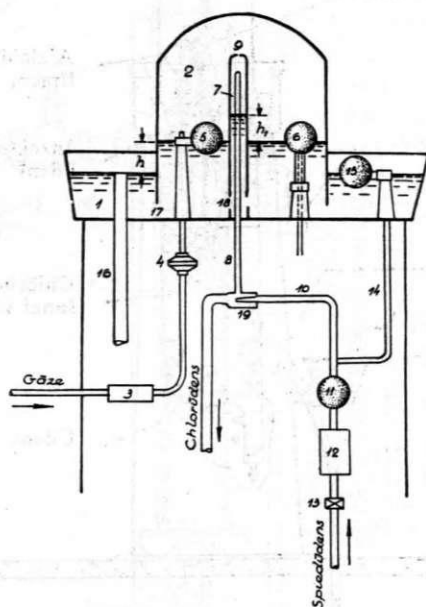


324. zīm. Chlōraparāts, Ornstein'a met.

caur rēgulējamu ventili (19) un spiediena rādītāju (18). Samaisīšanas kolonnā tad rodas koncentrēts chlōrūdens (1—5 g/l, un to tad pa cauruli no ebonita vai cita materiāla, ko chlōrs nebojā, ievada dezinficējamā ūdenī.

Neblīvumi dažādās aparātu daļās var būt par cēloni gāzes izplūšanai apkārtne, kas ļauni atsauktos uz darbiniekiem. Šo ļaunumu cenšas novērst ar ietaisēm, kurās chlōrs stāv zem vakuuma. Tādi vakuuma chlōratori ir vairāk sistēmu, sevišķi ZASV. Viena tāda aparāta konstrukcija ir Vollesa un Tīrnena firmas (Wallace and Tiernen). Schēmatiski aparāts sastāv (325. un 326. zīm.) no kastes (1), kas pildīta ar ūdeni līdz zināmam augstumam. Kastē no virsas ielaists apgāzts stikla kupols (2), kam apakšā ir caurumi (17), pa kuriem ūdens iekļūst kupolā. Tātad kupola virsējā daļā ir noslēgta telpa gāzei, kurā chlōrgāzi ievada caur lodes aizgriezni (5) pēc tam, kad tā ir gājusi caur filtru (3) un redukcijas aparātu (4). Kupolā sacēlas gāzes, kas tālāk pa nelielu caurumu (9) ieplūst caurulītē (8), kurā ieslēgta lielākā diametra stikla caurulē (7), ar caurumiem apakšā (18) ūdens ieplūšanai. Gāze pa cauruli (8) nokļūst ežektorā (19), kas darbojas no spiedūdēns. Spiedūdēni ievada (13) ežektorā caur filtru (12) un spiediena reducētāju (11) ar cauruli (10), no kurās iet nozarojums (14) uz ūdens kasti, kurā ūdens ietek caur lodes aizgriezni (15), ar to uzturot noteiktu ūdens līmeni kastē. Chlōratoram sākot darboties, ūdens līmenis visās daļās ir viens un tas pats, bet tālāk ežektors sāk izsūkt zem kupola noslēgto gaisu, attīstot vakuumu. Līdz ar to ūdens

līmenis kupolā sāk pacelties, un kad nonāk pie gāzes ieplūdes lodes aizgriezņa, tas attaisās un kupolā ieplūst chlōrgāze, kas tad atradīsies zem spiediena, mazāka par atmosfērisko (h_1). Gāze pa mazo caurumiņu (9) iztek uz ežektoru, līdz ar ko ūdens līmenis caurulē (7) ap gāzes novadu (8) būs augstāks par zināmu lielumu (h_1), kas atkarīgs no gāzes daudzuma, kurš ietek pa mazo caurumiņu (9) un notek uz ežektoru.



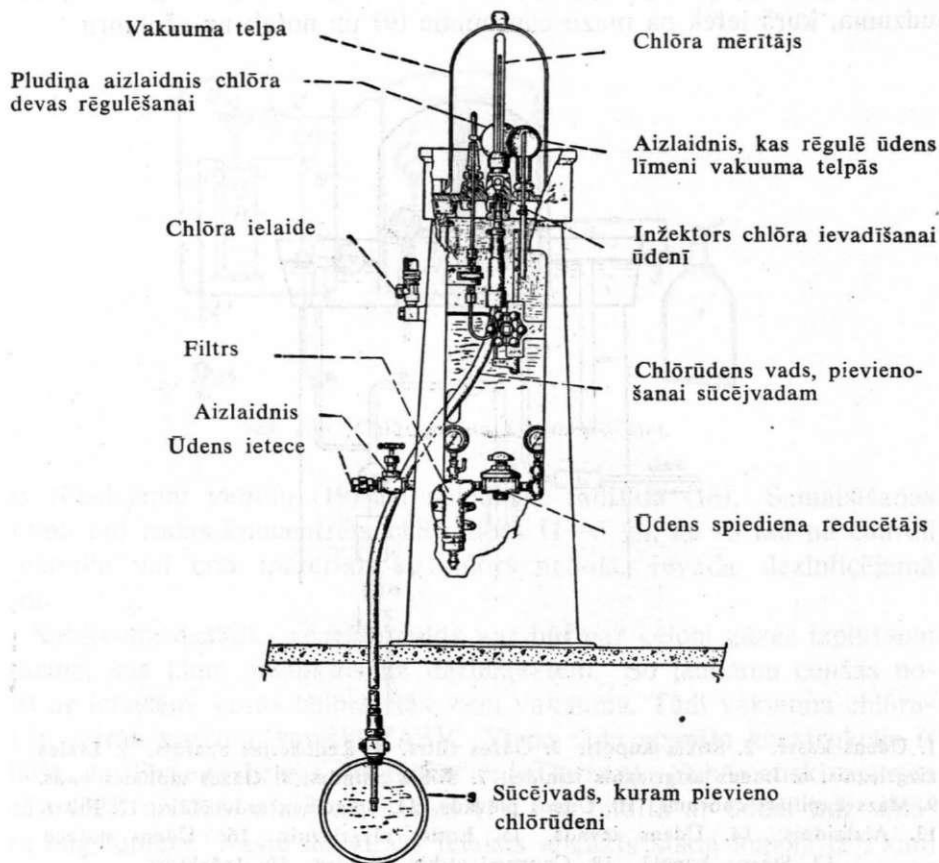
1. Ūdens kaste. 2. Stikla kupols. 3. Gāzes filtrs. 4. Reducijas aparāts. 5. Lodes aizgrieznis. 6. Lodes aizgrieznis izlaidei. 7. Stikla cilindrs. 8. Gāzes izplūdes vads. 9. Mazs kapillārs caurums. 10. Ūdens pievads. 11. Spiediena reducētājs. 12. Filtrs. 13. Aizlaidnis. 14. Ūdens ievads. 15. Lodes aizgrieznis. 16. Ūdens notece. 17. Starpa kupolā. 18. Caurumi stikla cilindrā. 19. Inžektors.

325. zīm. Vakuumchlōrizētāja schēma.

Tādā ceļā zem kupola gāze atradīsies pastāvīgi zem viena un tā paša spiediena, un arī gāzes daudzums, kas nonāk ežektorā, būs pastāvīgs un tā lielumu var novērot no ūdens līmeņa starpības (h_1). Ja gāzes pietece zem kupola apstātos, piem., kad gāzes balons iztukšojies, tad tās vietā caur sevišķu lodes aizgriezni (6) ieplūst gaiss, tā izsargājot gāzes vadus no ūdens iekļūšanas. Aparāts, kā redzams, ir diezgan vienkāršs (325. un 326. zīm.) un galvenā priekšrocība ir tā, ka gāzei nav iespējams izplūst apkārtņē. Vakuumchlōrētāji, kā jau minēts, ļoti izplatīti Amerikā. Jaunākā laikā arī Eiropas firmas izgatavo uz līdzīgiem principiem dibinā-

tus aparātus. Tā, piem., Vācijas firmas, Chlōratora s-ba un arī Bamag-Meguin firmas konstruē tādus aparātus.

Krievijā ļoti izplatīti Remesņicka chlōratori. Remesņicka chlōrizētājs redzams 327. zīm. Tos izgatavo gāzes daudzumiem 25 g/st. līdz 1 kg/st. un lielākus. Attaisot ventili (17), kas atrodas uz balona ar šķidro chlōru, pēdējais izplūst un pār-

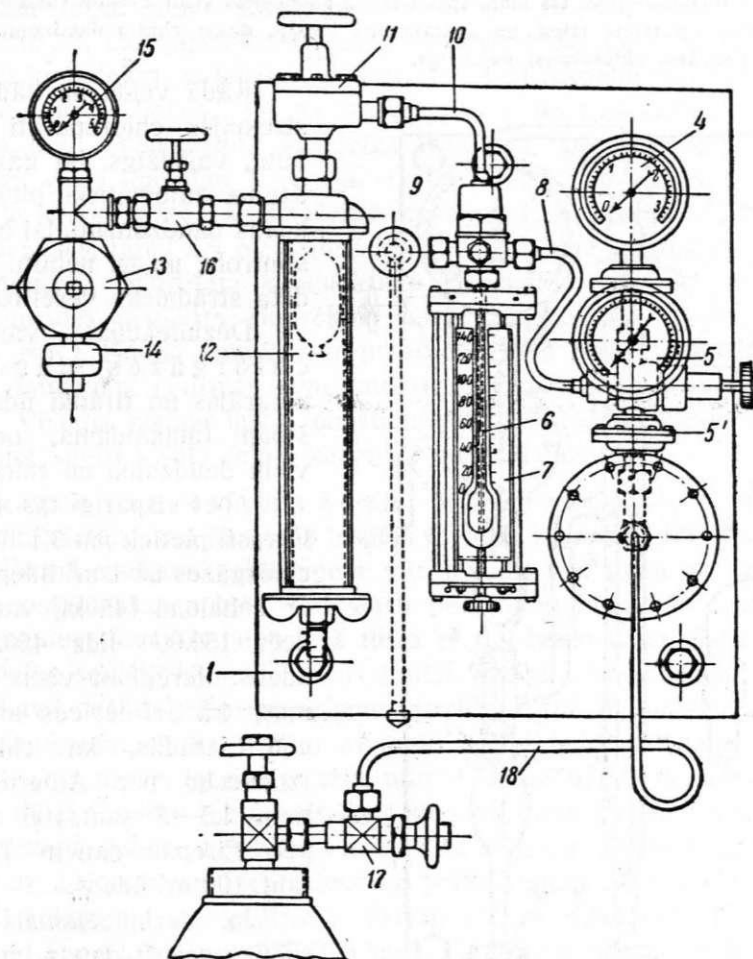


326. zīm. Vakuumchlōrētājs, Vollesa un Tīruena.

vēršas gāzē. Redukcijas vārstulis samazina spiedienu no 5—6 at uz zemāku spiedienu (1—1,5at). Caur mēritāju aizejošais (6) chlōrs sajaucas ar nelielu daudzumu pietekošā ūdens samaisītājā (12) un iegūto chlōrūdeni tad piejauc apstrādājamam ūdenim.

Remesņicka vakuumchlōrētājs (328. zīm.), ko arī izgatavo Krievijā, sastāv no redukcijas vārstuļa (1), rēgulētāja ventīļa (2), chlōra mēritāja (3), ūdens strāvas ežektora (4) un aizsarga (5). Chlōrs no balona pa vaŗa cauruli (13) tiek pievadīts rēgulētājam vārstulim (1), kas uztur pastāvīgu spiedienu. Ar tādu konstantu spiedienu chlōrs nonāk pie mēritāja (3). Ežektors izsūc chlōru no sūcējkameras (mēritāja (3) virsējā daļā), un tur attīsta vakuumu. Ežektorā chlōrs sajaucas ar ūdeni un chlōrūdeni tad novada uz chlōrēšanas vietu. Pateicoties vakuumam mēritāja augšējā daļā (chlōra kamerā), caur aizsargietaisi (5) izplūst nedaudz gāzes. Aizsarga (5) nozīme ir nelaist

izplūst telpā chlōram no chlōrkameras, gadījumā, ja šai mēritāja daļā vakuuma vietā, kas vajadzīgs normālai aparāta darbībai, attīstītos, kaut arī neliels, pārspiediens. Tas var gadīties, ja ežektorā ietiek maz ūdens un tā sūcējdarbība samazinās, un tad mēritājā varētu ieplūst daudz vairāk chlōra nekā normāli paredzēts. Tādā gadījumā ežektors vairs nespētu uzsūkt visu chlōru, kas caur rēgulētāju vārstuli ieplūstu mēritāja chlōrkamerā, un tad zem chlōra spiediena aiztaisītos aizsargs un chlōrs nevarētu iz-

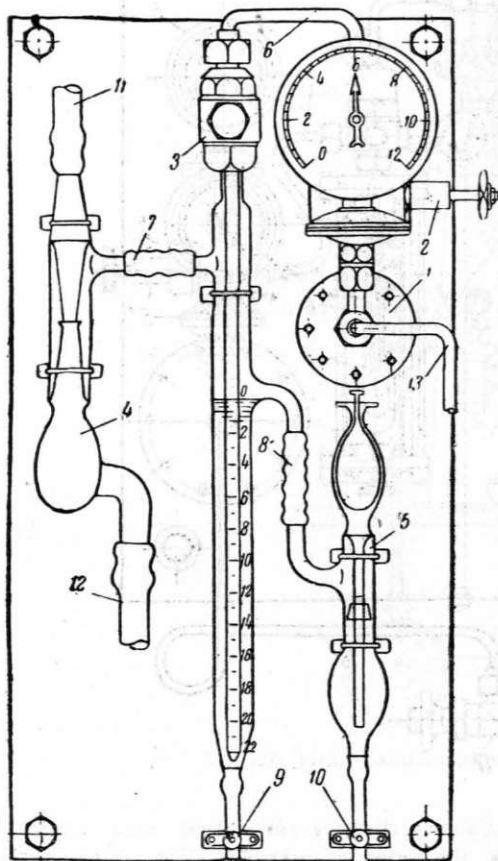


327. zīm. Remesņicka chlōrētājs.

1 — marmora dēlis, 2 — redukcijas klape, 3 — rēgulējais aizgrieznis, 4 — zemspiediena manometrs, 5 — augstspiediena manometrs, 5¹ — filtrs, 6 — chlōra daudzuma mēritājs, 7 — aizsargs mēritājam, 8 — caurule, kas savieno rēgulētāju aizgriezni ar mēritāju, 9 — nolaišanas aizgrieznis un caurule, 10 — caurule, kas savieno chlōra mēritāju ar atgriezvārstuli, 11 — atgriezvārstulis, 12 — sajaucējs, 13 — redukcijas vārstulis ūdenim, 14 — ūdens filtrs, 15 — manometrs, 16 — ūdens aizgrieznis, 17 — noslēdzējs ventilis, 18 — caurule, kas savieno noslēdzējventili ar filtru.

plūst telpā. Rēgulētājs ventīlis (2) savienots ar mērītāju (3) ar vaļa cauruli (6). Mērītājs (3) savienots ar ežektoru un ar aizsargu ar gumijas caurulēm (7 un 8). Apakšējie gali mērītāja ārējām caurulēm un aizsarga caurulēm ir ar aizspiedējiem (9 un 10). Viss aparāts montēts uz marmora tāfeles 520×330 cm. Ūdeni ežektorā ievada no ūdensvada spiedējvada ar gumijas cauruli (11). No ežektora ražoto chlōrūdeni aizvada ar gumijas cauruli (12) uz lietošanas vietu.

Vakuumchlōrētājiem tās labās īpašības, ka pateicoties visur esošam vakuumam, gāze nevar izplūst apkārtējā telpā, un aparāts dod iespēju dozēt chlōra daudzumu tikai tik lielu, cik patiešām chlōrēšanai vajadzīgs.



328. zīm. Remesnicka vakuumchlōrētājs.

Kādā veidā un kādas konstrukcijas chlōraparāti arī nebūtu, vajadzīgs, lai gāzes daudzums automātiski pieskaņotos ūdens daudzumam, lai būtu ērta kontrole, un lai nebūtu apdraudēta strādnieku veselība.

Dezinīcijai vajadzīgais chlōrgāzes daudzums atkarājas no tīrāmā ūdens īpašībām (duļķainuma, organisko vielu daudzuma un rakstura un t. t.), bet vispārīgi tas nav liels. Parasti pietiek jau 0,1 līdz 0,3 g chlōrgāzes uz 1 m^3 ūdens, tā kā ar 1 balonu (45 kg var dezinīcēt 150.000 līdz 450.000 m^3 ūdens. Ierēķinot visus izdevumus, kā arī ierīces amortizāciju, izrādās, ka chlōrēšana izmaksāja pēc Amerikas datiem 1,5—5 sant./100 m^3 , bet pēc Eiropas datiem 7,5—12,5 sant./100 m^3 ūdens.

Ja dezinīcējamais ūdens spējīgs saistīt daudz chlōra, lai ierosinātu lielā daudzumā organisko vielu apskābļošanu, tad var izrādīties par vēlamu piejaukt 3—5 reiz lielāku chlōra daudzumu, nekā tas noteicams ar chlōrsaistības skaitli. Tādā gadījumā notiek pārchlōrēšana, kas iespaido arī ūdens garžu, jo ūdens pieņem chlōra garžu no liekā chlōra. Tad vajadzīgs ūdeni atbrīvot no chlōra garžas un smakas, atchlōrēt, ko izdara ar dažādiem paņēmieniem, vai nu piejaucot natrija tiosulfātu (antichlōru, fiksāžas sāli, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), vai filtrē-

jot caur aktivētu ogļu filtru, par ko turpmāk runāsim (422. l. p.), sakarā vispārīgi ar ūdens smakas un garžas uzlabošanu (420. l. p.).

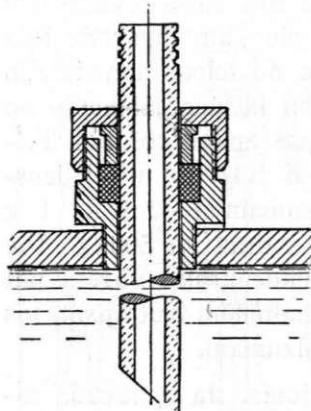
Chlōrētāji novietojami atsevišķā telpā, kurā tomēr var ieiet no pumpētavas vai filtrietaisēs. Telpai vajadzīgas atsevišķas durvis uz āru, pa kurām var ienest pilnos balonus un iznest tukšos. Chlōrētāja telpai jābūt siltai, 15 līdz 20°C. Ja chlōrētāju ir vairāk kā 1, piem., 2, tad vajadzīgs trešais rezervuārs. Ja ietaise ir maza, tikai ar vienu komplektu, vajadzīgs vismaz paredzēt iespēju chlōrēt ar chlōrkalķi, ja aparāts bojāts. Telpas apgaismošanai un tīra gaisa ievadīšanai jāietaisa logi. Vēdināšana vajadzīga mākslīga, pie kam jāparedz līdz 5 kārtīga gaisa apmaiņa 1 stundā. Gaiss jānosūc no telpas apakšas, jo chlōrs ir smaga gāze. Vēdināšanas aparāta darbā laišana jāiekārto no telpas ārpuses, tāpat arī elektrības ieslēgšana, telpas apgaismošanai. Telpas lielums 2 chlōrētāju komplektiem jāparedz 6 līdz 10 m³. Ūdensvada caurules diametrs jāaprēķina ūdens daudzumam 1—2 l uz 1 g chlōra. No 1 balona stundā var ņemt gāzes ne vairāk kā 500 g. Pie lielāka daudzuma caurules stipri atdzistu un pievadcaurules varētu pat aizsilt. Vēlams, ziemas laikā, ienestiem aukstiem baloniem ļaut apsilt, tos novietojot sevišķā siltā telpā, kādam 2 dienu daudzumam.

Chlōru var ievadīt ūdenī dažādās vietās. Ja to ievada sakarā ar filtrietaisi, tad jāparedz iespēja ievadīt, kā priekš filtra, tā arī pēc filtra. Pirmā gadījumā chlōrūdeni var ievadīt vai kopā ar koagulantu priekš nostādināšanas bas., vai starp pēdējo un filtru. Pēc amerikāņu novērojumiem ievadīšanai priekš filtra ir tas labums, ka chlōrs veicina koagulāciju, sevišķi tādu vielu, kas grūtāk padodas koagulācijai. Pie tam chlōrs kavē dažādu mikroorganismu attīstību filtrā un samazina arī baktēriju daudzumu, tā ka filtram atvieglo darbu baktēriju samazināšanai. Bet no otras puses, kā jau minēts, pilnīgi netīra ūdens dezinfekcijai vajadzīgs lielāks chlōra daudzums, kas iziet organisko vielu apskābļošanai. To ievērojot, ieteic divkārt šu chlōrēšanu, sadalot chlōra daudzumu uz 2 daļām, un 1 daļu ievadot priekš ūdens nostādināšanas, otru pēc filtrācijas. Tādā gadījumā varētu chlōra daudzums būt pirmajā daļā 1—1,5 mg/l, otrā — 0,3—0,5 mg/l. Chlōrējot priekš nostādināšanas bas., var samazināt zināmā mērā koagulanta daudzumu.

Ja chlōru ievada pumpja sūcējvadā, tad vajadzīga laba chlōrūdens sajaukšana ar pumpējamo ūdeni, lai nenodalītos chlōra gāze, kas bojātu vadacaurules un pumpju materiālu. Tāda gāzes nodalīšanās var notikt, ja tā nav pietiekami sajaukusies ar ūdeni, un pa chlōrūdens pievadu tad var nonākt sūcējvadā. Tā novēršanai ietaiša nelielu rezervuāru, kurū ievieto tā, lai ūdens līmenis tajā līdzinātos ūdens līmenim chlōrētāja maisītāja aparātā, un rezervuāru savieno ar cauruli, kas pievada chlōrūdeni, ar

ko chlōrētājs būtu nodrošināts ar ūdens piegādi. Gāzes atdalīšanās no dezinficētā ūdens pašā sūcējvadā iespējama, un, lai to novērstu, jāierīko pievienojumi cik iespējams tuvu pumpim, un uz sūcējvada nedrīkst būt nekādas paaugstinātas vietas, kurās varētu sakrāties gāze.

Ievads sūcējvadā notiek ar porcelāna, ebonīta vai sudraba cauruli (329. zīm.), kas iestiprināta blīvslēgā, novesta līdz sūcējvada caurules vidum un apakšā nogriezta zem 45° . Uz pievada caurules vajaga būt aizlaidnīm, kas vajadzīgs tā noslēgšanai, ja ūdens kustība pa sūcējvadu apstāos, piem., ja pumpi apstādina.



329. zīm. Chlōrūdens ievads sūcējvadā.

Chlōrūdens ievadīšana tieši no chlōrētāja nav iespējama, bet vajadzīgs to iespēst vai ar sevišķiem ežektoriem vai spiedējpumpjiem. Visa ietaise ir grūti iekārtojama, un tādēļ šāds ievadīšanas veids reti sastopams.

Kontakta laiks, kas vajadzīgs chlōra iedarbībai uz dezinficējamām vielām, reakcijai, aprēķināms ne mazāk kā $30 \text{ min.} = 1800 \text{ sek.}$ Pie tam jāgādā par labu chlōra samaisīšanos ar ūdeni. Lai reakcijai vajadzīgo kontakta laiku iegūtu, vajadzīgs pēc chlōra piemaisīšanas ūdeni ievadīt kādā baseinā un tikai pēc tam virzīt uz izdalīšanas tīklu. Tieši dezinficēto ūdeni ievadīt izdalīšanas tīklā var tikai tad, ja pirmais ūdens patērētājs atrodas pietiekamā attālumā, t. i., lai ūdens pie viņa pienāktu ne ātrāk, kā pusstundu pēc chlōra piemaisīšanas. Ja, piem., ūdens tek ar ātrumu $0,8 \text{ m/sek.}$, tad līdz pirmajam ūdens noņēmējam vajadzētu būt ne mazāk par $0,8 \times 1.800 = 1.440 \text{ m.}$ Ja attālums mazāks, tad patērēšanas vietā jāietaisa speciāli rezervuāri patērētājam, lai iegūtu vajadzīgo kontakta laiku. Pareizāk tomēr šādā gadījumā būtu kontakta vajadzīgos rezervuārus ietaisīt ūdens sagādāšanas vietā.

Chlōrēšana jāvada rūpīgi un lietpratīgi. Kā jau minēts, uzstādāma prasība, lai 15 min. pēc chlōra piejaukšanas ūdenī atrastos vēl tikai apm. $0,1 \text{ mg/l}$ chlōra, vai tikdaudz, cik pēc aprēķina vai mēģinājuma vajadzīgs, lai būtu garantija, ka paredzētais baktēriju daudzums patiešām nonāvēts. Izstrādātas metodes, kā to var viegli pārbaudīt. Olševskis un Sperlings konstruējuši sekojošu aparātu, kas daudz vietās tiek lietots. Zināmā laikā, vairāk reizes dienā, ielaiž ūdeni 3 blakām stāvošos stikla traukos. Kreisajā automatiski pietek jodcinka stērķeļu šķīdums, labajā benzidina šķīdums. Vidējā nepielej klāt neko. Ja chlōra deva ir

bijusi pareiza, tad kreisajā tāpat kā vidējā ūdens krāsa nemainīsies, bet labajā jābūt zilai nokrāsai.

Chlōramins.

Chlōramins ir chlōra un amonjaka maisījums. Ja ūdenim piejaukts vairāk chlōra kā vēlams un tam no tā radusies slikta smaka un garža, tad to var novērst, piejaucot ūdenim amonjaku. Tad, amonjakam un chlōram vienā laikā iedarbojoties uz ūdeni, rodas chlōramini, kam gan nav tik stipra dezinfekcijas spēja kā chlōram, bet par to tā pastāv ilgāk. Amonjaka daudzums attiecībā pret chlōra daudzumu atkarīgs no ūdens sastāva un svārstās starp 2—10 daļām chlōra uz 1 d. amonjaka. Pēc amerikāņu piedzīvojumiem pietiek 0,25 mg/l amonjaka (NH₃), lai novērstu vēlāk piejauktā chlōra smakas izcelšanos. Tātad amonjaks jāpiejauc iepriekš chlōra, un izrādījies, ka amonjaka piejaukšana pēc chlōrēšanas vairs nenonem chlōra smaku, ja tāda ir attīstījusies. Amonjaks viegli šķīst ūdenī, tātad to var viegli piejaukt vienkārši ielejot dezinficējamā ūdenī. Chlōramini lietojami tādā gadījumā, ja iespējams dot vismaz 2 st. kontakta, pie kam tad to dezinfekcijas spēja ir pat lielāka kā vienādei porcijai chlōra, un tā vēl palielinās pie pH vērtības zem 7,0. Pēc amerikāņu aprēķina 1 m³ apstrādāšana ar chlōraminu izmaksā 0,04—0,06 Rpf./m³.

Ar amonizāciju izdarīti mēģinājumi Ļeņingradā 1938. g. oktobrī^{*)}. Iz dažādiem vietējiem iemesliem chlōra pārpalikums ūdenī, ko ievada pilsētas tīklā, jātur 0,22—0,35 mg/l, pie kāda chlōra daudzuma jau ūdenī jūtama nepatīkama smaka. Amonizācijai lietoja amonjaka gāzi, ko piegādāja šķidrā veidā balonos pa 20 kg amonjaka. Dozēšanai uzstādīja 2 Ogoņezova sistēmas amonizētājus, ar jaudu 1 kg/st. No dozētāja amonjaku ievada amonizēta ūdens veidā no filtriem nākošā ūdensvā, un 6 sek. pēc tam ievada chlōru. Attiecības starp amonjaku un chlōru svārstījās no 1 : 4,4 līdz 1 : 6 (amonjaka 0,11—0,14 mg/l, bet chlōra 0,52—0,7 mg/l). Kontakta laiks 1,5—3 st. Noskaidrojās, ka ar amonizāciju var dezinfekcijai vajadzīgo chlōra daudzumu samazināt par 19%, bet jāpagarina kontakta laiks. Ja bez amonjaka chlōra iedarbība uz baktērijām norisinās 5—10 min., tad ar amonjaku 20—30 min. Parastais kontakta laiks ir 1—2 st., pielaižot paliekamo chlōru 0,2—0,35 mg/l un baktērijas 20/1 cm³.

No Ļeņingradas izmēģinājumiem atzīmējami sekojoši praktiski dati. Pieņemot paliekošo chlōru 0,24 mg/l, vajadzīgs piejaukt chlōra 0,78 mg/l bez amonizācijas vai 0,63 mg/l ar amonizāciju. Amonjaka attiecības 1 : 4 nekoagulētam filtrāta ūdenim un 1 : 6 koagulētam filtrāta ūdenim. Izmaksa uz 1000 m³: bez amoniz. chlōra (1630 rub./t) 0,78 · 1,630 = 1 rbl. 27 k., amoniz. chlōra 0,63 · 1,630 = 1,03 rbl. un NH₃ (2948 rb./t) 0,12 × 2,948 = 35 kap., kopā 1,38 rbl., t. i. 11 kap. (8,7% dārgāki, kas tomēr ar ūdens maksu (1000 m³ — 112,36 rbl.) nav daudz.

Ietaise ar 2 Ogoņezova ist. amonizētājiem maksāja 5,5 tūkst. rbl.

Chlōramina vietā, kas attīstās pašā ūdenī, Heidena (Heyden) ķīmiskā fabrika izgatavojusi gatavu chlōramina preparātu ar nosaukumu Chlōr-

^{*)} Журн. Водоснабж. и сан. техн. 1941 № 3 стр. 15.

amin-Heyden, ar 24% aktīvā chlōra. Tas ir tikpat stiprs dezinfekcijas līdzeklis kā chlōrkaļķis, un labāks tai ziņā, ka chlōrkaļķa chlōra saturs ar laiku samazinās, kamēr chlōramins ir pastāvīgs produkts. Pie tam vieglāk noteicams lietojamais daudzums, un tas arī nav kaitīgs, jo nekairina glotādu. Arī vismazākā daudzumā tam ir dezinfekcijas spēja. Lieto dzeramā ūdens dezinfekcijai, piem., 5 mg/l, bet virszemes ūdens tiešai dezinfekcijai ap 20 mg/l, kontakta laiku rēķinot 30 min. Lietojot chlōraminu, var samazināt alumīnija koagulanta daudzumu.

Chlōraminu lietderīgāki lietot, kad vajadzīgs dezinfekcijai liels chlōra daudzums, vai kad ūdens satur fenolus.

Katodīnmetode.

Jau no seniem laikiem bija pazīstams, ka dažiem metalliem, nākot sakarā ar ūdeni, ir dezinficētāja spējas. Tā, piem., zināms, ka Aleksandram Lielajam viņa kara gājienos veda līdz ūdeni sudraba traukos, jo tā tas vislabāk uzglabājās. Biologs Negeli (Nägeli) savos pētījumos 1893. g. novēroja, ka ūdens, kas bijis sakarā ar kādiem metalliem: varu, dzīvsudrabu vai ar slāpēkļskābu sudrabu, iegūst zināmu iespaidu uz mikroorganismiem, tos nonāvējot. Tā kā metalla, piem., sudraba daudzums ūdenī bija vajadzīgs ļoti mazs, tad tā iedarbību Negeli apzīmēja par oligodīnamisku (oligos — mazs), un pašu iedarbības spēku par oligodīnamiju. Vēlākie pētnieki atrada, ka tādām mazām sudraba daudzumam ir dezinficētāja īpašības. Noskaidrojās, ka iedarbība dibinās uz ļoti maza daudzuma metalliķnū atrašanos ūdenī. Tā, piem., *bact. coli* no sudraba nobeidzas, ja tas atrodas ūdenī 0,040 mg/l daudzumā. Procesa būtību domā notiekam šādi. Pozitīvie sudrabiņi, sastopoties ar negatīviem baktērijas iņņiem, iespīēžas baktērijas olbaltumā un ierosina ķīmiskus savienojumus, kas nobeidz baktēriju. Noskaidrojies, ka tīrā sudraba iņņi nav tik darbīgi kā sudraba savienojumu iņņi, piem., chlōrsudraba, vai slāpēkļskābā sudraba.

Novērojumus mēģināja lietot ūdens dezinfekcijai. Ģ. Krause 1928. g., Minchenē ieteica kādu sevišķu sudraba preparātu, kuŗu nosauca par katodīna sudrabu, kam esot ļoti lielas oligodīnamiskas īpašības, lielākas nekā visiem līdz šim pazīstamiem preparātiem. Ar šo preparātu apvilka ar sevišķu uzpūšanas metodi porcelāna gredzentiņus, vēlāk smiltis graudiņus, un no tiem sastādīja filtru, caur kuŗu laida dezinficējamo ūdeni. IZRādījās, ka dezinfekcija notiek tikai tad, ja ūdens atbrīvots no suspendētām un arī koloidālām vielām, jo tās nogulstas uz apsudrabetām virsmām un pēdējās zaudē savu dezinficētāju spēju. Kontaktam vajaga ne divas, bet 6 stundas. Leningradas prof. Moisejevam izdevās atrast metodi, kā viegli sagatavot sudrabetu upes smilti

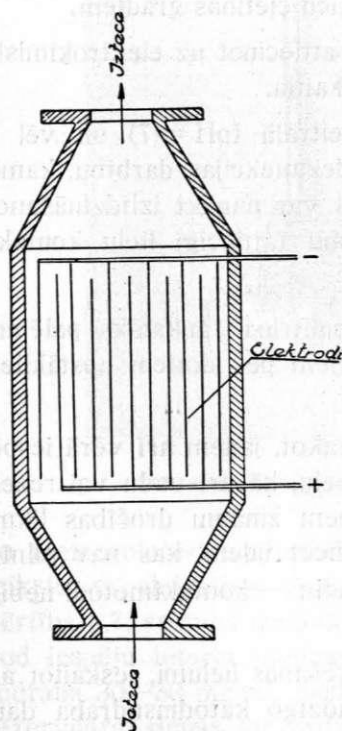
ar ļoti aktīvām īpašībām. Tādas smilts sagādāšana izmaksājos 1 kg — 66 kap. No tādas smilts sastāda filtru, kādu 0,30 m biezu, caur kuŗu ūdens iet ar ātrumu 5 m/st. un pēc tam vēl ūdenim jāuzturas baseinā ne mazāk par 2 stundām. Tas vajadzīgs tādēļ, lai noslēgtos dezinfekcijas process, jo arī pašas ūdens daļiņas iegūst aktīvētas īpašības, un stiprāk aktīvās var vēl kontakta laikā iedarboties uz mazāk aktīvām, tādā veidā veicinot dezinfekcijas procesu. Filtri strādā kā nepārpludināti filtri, jo vēlama gaisa cirkulācija filtrā.

Kā liekas, ķīmiski ūdens sastāvs, kas filtrēts caur apsudrabotu smilti, nemainās. Ūdens garža varbūt pat uzlabojas, jo ūdens piesātinās ar skābekli. Tik mazā daudzumā (1 litrā 0,015 mg), cik ūdenī ietiek sudraba, tas cilvēka veselībai nav kaitīgs. Tomēr lielā mērogā metodi lietot nāktos grūti, tādēļ ka tā ir dārga, sevišķi vēl ar to, ka vajadzīga ļoti rūpīga priekštīrīšana, jo citādi sudrabotā smilts pārklātos ar vielām, kas aktīvītāti traucētu, sevišķi ar organiskas dabas koloidālām vielām. Cie-tība un pH vērtība procesu neiespaido, turpretim sulfīdi bojā sudraba darba spēju, ar sudraba sulfīda attīstību.

Filtrāciju caur apsudrabotu smilti mēģināts aizstāt ar tiešu sudraba sāļu, piem., slāpēkļskāba sudraba, piemaisīšanu ūdenim. Bet paņēmiens izrādījies dārgāks un jāpieskaņo attiecīgs preparāta daudzums ūdens sastāvam un daudzumam, kamēr filtrācija notiek automātiski.

Līdzīgi sudraba iōniem arī dažu citu metālu iōniem ir dezinficētāja īpašības. Tā, piem., vara un dzīvsudraba iōniem, bet tos metālus nelieto, jo tie ir indīgi.

Dezinfekcijas metode ar sudraba iōniem ir jauns paņēmiens, jo praktiska tā lietošana sākās ar 1928. g. Ievērojot grū-tības, ar kādām bija jā sastopas, it īpaši apsudrabotas smilts sagādāšanā, mēģināja atrast jaunus ceļus metodes praktiskai lietošanai. Tādā ceļā radās jauns veids, e l e k t r o k a t a d i n m e t o d e, pēc kuŗas ūdenī attīsta sudraba iōnus ar vājas līdz-strāvas palīdzību no masīviem, attiecīgi veidotiem sudraba elektrodiem, pie tam var iegūt vairāk vai mazāk iōnu, atkarīgi no izlietotās strāvas. Ietaises svarīgākā daļa ir t. s. a k t ī v ē t ā j s (330. zīm.), kuŗā atrodas elektrodi un caur kuŗu tekot,



330 zīm. Aktīvētāja schēma.

ūdens uzņem sudraba ionus elektrolitiskā ceļā. Aktīvētājs sastāv no stipra dzelzs rezervuāra, kas izoderēts ar sevišķu izolējošu masu. Aktīvētājā ielikta sudraba plātnes, vairāk vai mazāk stipras, pēc vēlamā darbības ilguma, gar kuŗām tad tek dezinficējamais ūdens. Elektrodu polāritāti maina noteiktos posmos, lai nepieķertos kaut kur vielas, kas elektrolizē parasti virzās uz anodu. Šāda elektrokatinā ietaise strādā ar līdzstrāvu, ar spriegumu ne vairāk par 1,6 V, lai nenotiktu ūdens saskaldīšana. Kā strāvas avots noder 2 V akumulatori. Ja rīcībā ir maiņstrāva, var dabūt attiecīgo līdzstrāvu ar transformatora un iztaisnotāja palīdzību. Strāvas stiprums, atkarīgi no ietaises lieluma, atsevišķām vienībām var būt 0,02 līdz 10 A. Vispārīgi kā strāvas, tā arī sudraba patēriņš ir ļoti mazs, un ekspluatācijas izdevumus, ieskaitot 10 gadu amortizāciju, vācu ietaisēm rēķina ar 0,6 līdz 6 Rpf./m³, atkarīgi no ūdens baktēriālā satura. Vispārīgi uz ietaises izdevumiem ir nozīmīgi sekojošie apstākļi:

1. Ūdens elektriskā vadītspēja, kas atkarājas no ūdens sastāvā atrodošamies izšķīdušām sāļīm, brīvām skābēm un no temperatūras. Atkarīgi no šiem apstākļiem jāaprēķina ietaises lielums. Katram ūdenim ir zināma elektrības vadīšanas spēja, ko nosaka ar A/m² (amperi uz m²) anodlaukuma. Tā, piem., atrasts, ka Minchenes ūdensvada ūdens dezinfekcijai būtu vajadzīgs 1 A/m² anoda pie 10 vācu cietības grādiem.

2. Iespējamā strāvas izmantošana, kas, attiecinot uz elektroķīmisko ekvivalentu, jāaprēķina ar 50% no teorētiskā skaitļa.

3. Zināms iespaids ir pH vērtībai. Neitrālā (pH = 7) un vēl jo vairāk alkaliskā (pH > 7) reakcija paātrina dezinfekcijas darbību, kamēr skābā (pH < 7) to palēnina. Abos gadījumos var panākt izlīdzināšanos, attiecīgi noskaņojot aktivēšanu un pēcdarbību (attiecīgi lielu kontaktlaiku).

4. Ūdens temperatūra: siltāks ūdens paātrina, aukstāks palēnina dezinfekciju. Noteicot ietaises lielumu, jāpieņem pēc dotiem apstākļiem vismazākā ūdens temperatūra.

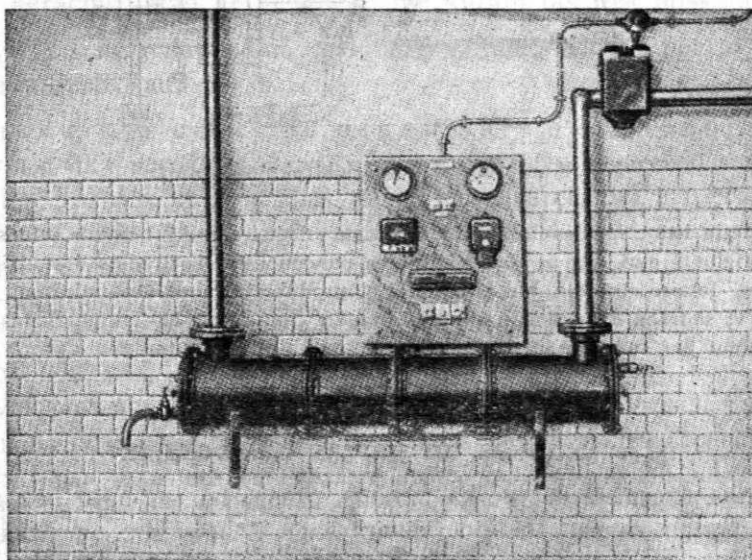
5. Ietaisi projektējot un tās izmērus nosakot, jāņem arī vērā iespējamie sudrabiņu zaudējumi no suspendēto vielu, kā arī vadu vai rezervuāru sienu adsorpcijas. To ievērojot, pieņem zināmu drošības likmi, atkarīgi no apstākļiem, un tā var arī dezinficēt ūdeni, kas nav pilnīgi atbrīvots no suspendētām vielām, kas ar katadin — kontaktmetodi nebija iespējams.

Dažādiem mērķiem ieteikti sekojoši aktivēšanas lielumi, ieskaitot arī iespējamo adsorpcijas patēriņu, izteicot vajadzīgo katodinsudraba daudzumu mg/l:

dzeņamam ūdenim	0,025—0,150 mg/l
mazgāšanas ūdenim	0,150—0,200 „
ledus izgatavošanai	0,400 „
minerālūdeņiem	0,025—0,100 „
dažādiem ēdamu un dzeņamu lietu rūpniecības mērķiem (piem., pienotavām, desu fabrikām, alus brūvētavām u. t. t.)	0,025—0,600 „

Elektrokatadinmetodes lietošanai vajadzīgie aparāti ir samērā vienkārši, neprasa lielu telpu novietnei un jādomā, ka atsevišķiem mērķiem tie atradīs lietošanu plašā mērā. Arī ūdens piegādē atsevišķām saimniecībām un ietaisēm metode lietojama.

Maza elektrokatadina ietaise Heidelbergas tuvumā (pilsētas ogļu noliktavas rajonā) var noderēt piemēram (331. zīm.). Ietaise strādā no 1931. g. Ūdeni pievada no avota 5 m³/st., bet tas satur daudz baktēriju un, atkarīgi

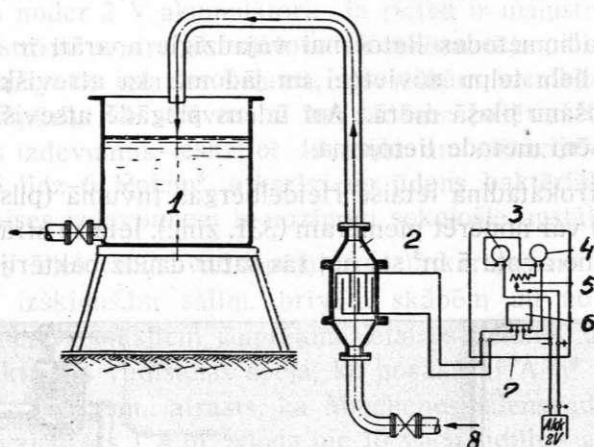


331. zīm. Elektrokatadinetaise ar horizontālu aktīvizētāju.

no meteoroloģiskiem apstākļiem, dažreiz daudz bakt. coli. Ūdens ļoti mīksts, tā elektrības vādišanas spēja 0,25 A/m² anodas laukuma, pH vērtība 6,7, strāvas izmantošana ap 40%. Krājbaseins un spiedrezervuārs dod iespēju ieturēt kontaktu ne mazāk par 10 st. Aktīvēšanai pietiek sudraba 30—50 mg/m³, neskatoties uz to, ka daļu no šā sudraba absorbē rezervuāra sienas un vadu caurules. Ietaise strādā ar pārtraukumiem, un kad krājbaseins piepildījies, ar pludiņa palīdzību izslēdzas ūdens

pietece un strāva uz katadinaparātu automātiski. No krājbaseina sevišķs pumpis ūdeni paceļ uz spiedrezervuāru dažas stundas dienā, un kamēr pumpis strādā, aktīvētājs ir slēgts.

332. zīm. redzama schēmatiskā veidā elektrokatadina ietaise, ko lieto pienotavām, alus darītavām, ledus fabrikām, lopu kautuvēm u. t. t. Ietaise pēc šāda veida izgatavo vācu Katadina s-ba Mīnchenē dažādiem mērķiem. Sevišķi labi panākumi no-



332. zīm. Schēmatiska elektrokatadinietaise.

vēroti bezdīglu ledus izgatavošanā. Tā Drēzdenes ledus fabrikā lietotais ūdens saturēja 6000 koli dīglus 1 cm^3 , bet ar elektrokatadina paņēmieniem apstrādāts 6 st. laikā palika bez dīgliem. Ietaise strādāja, pie 10—20 $\text{m}^3/\text{st.}$ produkcijas ar strāvas stiprumu 2,5—3 A pie 1—1,5 V, sudraba daudzums 0,400 mg/l. Izgatavojot dienā 200 t kristalledus, tas prasīja izdevumus par sudrabu 3,5 Rpf/t ledus.

27. Smakas un garžas uzlabošana.

No laba dzeramā ūdens, kā zināms, prasa, lai tas būtu bez smakas un ar patīkamu garžu. Pēdējo ūdenim sagādā ogļskābe un dažas sāļis. Bet, diemžēl, ne arvien ūdens apgādei iespējams iegūt tādu labu ūdeni, un jāapmierinās ar mazāk labu, bet tad tas jāuzlabo, lai būtu lietojams. Slikta smaka cēloņi var būt ļoti dažādi. Varētu tos ierindot divās grupās: dabiskos un rūpnieciskos. Pēdējos var novērst vai vismaz samazināt ar rūpīgu uzraudzību un ielaižamo notekūdens kontroli. Tas pats arī attiecināms uz netīru kanalizācijas notekūdens ielaišanu ūdens tvertnēs, kas varētu nodarēt ūdens apgādei. Dabiskie smakas un garžas cēloņi meklējami dažādu mikroorganismu dzīves nosacījumos, pūšanas procesu ierosinātajos un t. t. Arī dažas neorganiskas vielas var iespaidot ūdens smaku un garžu: dzelzs, sērūdeņradis, mangāns un c. Bet arī ar

ķīmiskām vielām ūdeni tīrot, tas var iegūt nepiederīgu smaku un garžu. Lietojot, piem., kā koagulantu kaļķi (dezinfekcijas vai atmikstināšanas nolūkā), ūdens pieņem vieglu kaļķa smaku, kurās novēršanai ūdenim jāpiejauca ogļskābe, lai samazinātu tā pH, kā to dažās Amerikas tīrīšanas ietaisēs arī dara.

Vislielāko iespaidu smakas ziņā tomēr ūdens iegūst no chlōra, ko lieto tā dezinfekcijai. Pats par sevi jau chlōrs lielākā daudzumā ūdenim dod nepatīkamu smaku, bet jo lielāks iespaids vēl ir, ja ūdens satur fenolus, tad attīstās ļoti nepatīkama smaka, līdzīga jodoformam. To ievērojot, visos gadījumos, kad ūdeni chlōrē ar dezinfekcijas nolūku, vajadzīga arī dechlōrēšana ar līdzekļiem, kādi turpmāk būs minēti.

Sērūdeņradis sastopams gruntsūdenī, it īpaši no dziļām arteziskām akām. Bet sērūdeņradis var arī attīstīties no organisku vielu pūšanas procesiem, no tādu baktēriju darbības, kas reducē sulfātus. Sērūdeņradi, kā jau minēts, var tāpat kā ogļskābi no ūdens izdabūt laukā ar labu aerāciju, tātad ar metodēm, pie kurām tas tiek apskābjots.

Dzelzs lielā daudzumā dod ūdenim tintes garžu, bet to var novērst ar atdzelžošanu.

Smaku, kas ceļas no organiskiem savienojumiem, var novērst tikai sarežģītākā ceļā. Virszemes ūdeņos, sevišķi seklos ezeros un lēni tekošās upēs, it īpaši mākslīgos ezeros, bet arī gruntsūdens krātuvēs, ja tajās ūdens uzglabāts ilgāku laiku, — ūdens var pieņemt nepatīkamu smaku un garžu, kas ceļas no mikroorganismiem un to atkritumu produktiem. Tādai parādībai par cēloni ir sevišķas šķiras organismi, it īpaši algas (glīves), kas attīstās periodiski zināmos un nezināmos apstākļos. Ja šādi organismi attīstās lielā mērā, ūdens var būt duļķains vai pieņemt kādu nokrāsu, dažreiz uz ūdens virsas. Nevēlamo parādību apkaņošanai ieteikti un lietoti dažādi līdzekļi. Lielākās ūdens krātuvēs lieto vara sulfātu (vara vitriolu) (CuSO_4), kuŗu ūdenī ievada tādā ceļā, ka pie laivas piestiprina maisu vai kurvi ar preparātu, un tad ātri velk pa ūdeni ar to aprēķinu, lai stundā izšķīstu ūdenī ne vairāk par 45 kg un lai vienā vietā nesakrātos tik daudz sulfāta, kas nonāvētu zivis, jo zivīm nāvīgi jau ir 1,2 mg/l (forelēm 1,2, karpām 2,8, lidaķām 3,5 mg/l). Vajadzīgā porcija vara vitriola jānosaka ar laboratorijas mēģinājumiem, jo tā ir atkarīga no organismu šķirnēm un daudzuma un no ūdens sastāva un temperatūras. Lielākai daļai organismu pietiek 0,1 līdz 1,0 mg/l, bet ir arī gadījumi, kad vajadzīgs vairāk, pat līdz 15 mg/l vitriola. Vara sulfāta lietošana ūdens tvertnēs tomēr nav vēlama tādēļ, ka kaitīga zivīm, un arī vispārīgi to tagad reti lieto. Algu un sēnišu apkaņošanai izrādījies par noderīgu chlōrs kopā ar varu. Šim mērķim lieto aparātus līdzīgus Ornstein'a chlōrgāzes aparātiem. Sagatavotā

aparātā chlōrūdeni sadala 2 strāvās, no kurām vienu ievada tieši tīrāmā ūdenī, kamēr otru laiž caur trauku, kas pildīts ar vara atkritumiem un pēc tam ievada tīrāmā ūdenī. Chlōrūdens, ejot caur vara atkritumiem, šķīdina daļu metalla, veidojot vara chlōrīdu. Nobeigušies organismi un algas no ūdens jāatdala (piem., ar filtrāciju), jo citādi tie sāktu pūt un smaka celtos par jaunu.

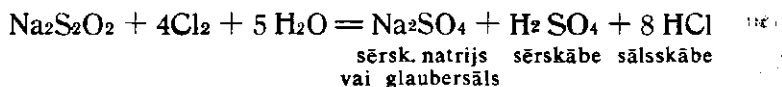
Nepatīkamu garžu un smaku virszemes ūdens iegūst no notekūdens, ko ielaiž no mājsaimniecībām vai rūpniecībām. Visnepatīkamākie šai ziņā ir izrādījušies notekūdeņi no gāzes fabrikām, koka dedzinātavām, naftas pārstrādāšanas fabrikām, darvas tecinātavām un t. l., jo tie satur fenolu vai fenolam līdzīgas vielas. Tāpat satur fenolu atmosfēriskie nokrišņi minēto fabriku tuvumā un darvotu ielu noskalojumi. Ja šādu vielu daudzums ir mazs, tad ūdens pašiztīrīšanās spēja ar tām tiek galā, sevišķi vasaras laikā. Arī fenols, tādā gadījumā stipri atšķaidīts, ļaunumu neatnesīs, jo tam pašam nav stipri satūta garža. Bet nu lielāks ļaunums ceļas, ja ūdens jāchlōrē dezinfekcijas nolūkā. Chlōrs ar fenolu savienojas par chlōrfenolu, kas, pat ļoti lielā atšķaidījumā, ūdenim piešķir stipri sajūtamu nepatīkamo jodoforma garžu un smaku. Kamēr atsevišķa fenola vai atsevišķa chlōra garža šķīdumu koncentrācijā pat vēl 1 mg/l nav sajūtama, abu maisījumā, chlōrfenolā, jau var garžu sajūst atšķaidījumā 0,002 mg/l (pēc Gross'a). No chlōrfenola garžas var izvairīties, ja dezinfekciju izdara nevis ar chlōru, bet ar kādu citu dezinfekcijas līdzekli. Ja tas nav iespējams, dārguma vai citu apstākļu dēļ, tad var lietot chlōramīnus, par kuriem jau bija minēts (415. l. p.). Kā redzējām, chlōramīni attīstas, ja ūdenim piejauc iepriekš amonjaku un tad chlōru vai amonjaku un chlōru kopā sajauktus. Chlōramīni ir ķīmisks savienojums, chlōra ar amonjaku, un mēdz izšķīrt monochlōramīnus (NH_2Cl), dichlōramīnus (NHCl_2) un trichlōramīnus (NCl_3). Tīru, ķīmisku chlōramīnu īpašības vēl nav pietiekami izpētītas. Amerikā ir ar vairāk vai mazāk panākumiem lietoti amonjaks ar chlōru, ar nolūku noņemt ūdenim chlōrfenola un citas garžas un smakas. Novērots, ka chlōramīni vājina chlōra aktivitāti, tātad samazina tā spējas ātri savienoties ar fenoliem, un reakcijai vajadzīgs ilgāks laiks. Piejaucot ūdenim pietiekamā daudzumā amonjaku, var noņemt chlōra garžu un smaku, un tāpat chlōrfenola smaku, tomēr citu smaku, sevišķi to, kas ceļas no mikroorganismiem, nevar novērst.

Pēc jaunākiem pāņēmieniem, kā chlōrfenola, tā arī cita veida garžu un smaku ūdenim noņemt ar lielākas porcijas chlōra piejaukumu, 3 līdz 4 reiz vairāk nekā vajadzīgs tikai baktēriju nonāvēšanai. To apzīmē ar jēdzienu «pārchlōrēšana» (Ueberchlorung, superchlorination). Ar pārchlōrēšanu pārvērš chlōrfenolus un citas smakas

un garžas vielas tādās vielās, kas vairs nav sajūtamas mūsu jūtu orgāniem, t. i., ko nevaram vairs saost vai sagaržot, bet paliek pāri tikai stipri sajūtama chlōra garža un smaka. Chlōrfenols pāriet polichlōrfenolos, kuņiem piegarža mazāk sajūtama. Tādu lielu chlōra daudzumu var ūdenim piejaukt kaut kuņā tīrīšanas pakāpē, parasti pēc ātrfiltrācijas. Bet nu liels chlōra piejaukums piedod ūdenim nepatīkamu chlōra smaku un garžu, un tādēļ ir pēc $\frac{1}{2}$ līdz 7 st. iedarbības (ilgums jānosaka ar mēģinājumu) atkal jāatbrīvo.

Atchlōrēšanai, kā jau aizrādīts, lieto sekojošus papēmienus: a) ķīmiskus līdzekļus: natrija tiosulfātu (fiksāžas sāli), vai sērdioksīdu un b) filtrāciju caur aktīvas ogles filtru.

Natrija tiosulfāta (pretgāzes) reakcija ir:



Attīstījušās skābes savienojas ar bāzēm par neitrālām sālim. Lai neitrālizētu 1 mg aktīva chlōra, jāpiejauc antichlōra 0,87—1,58 mg/l, atkarīgi no ūdens sastāva, kas jānoteic ar laboratorijas mēģinājumiem.

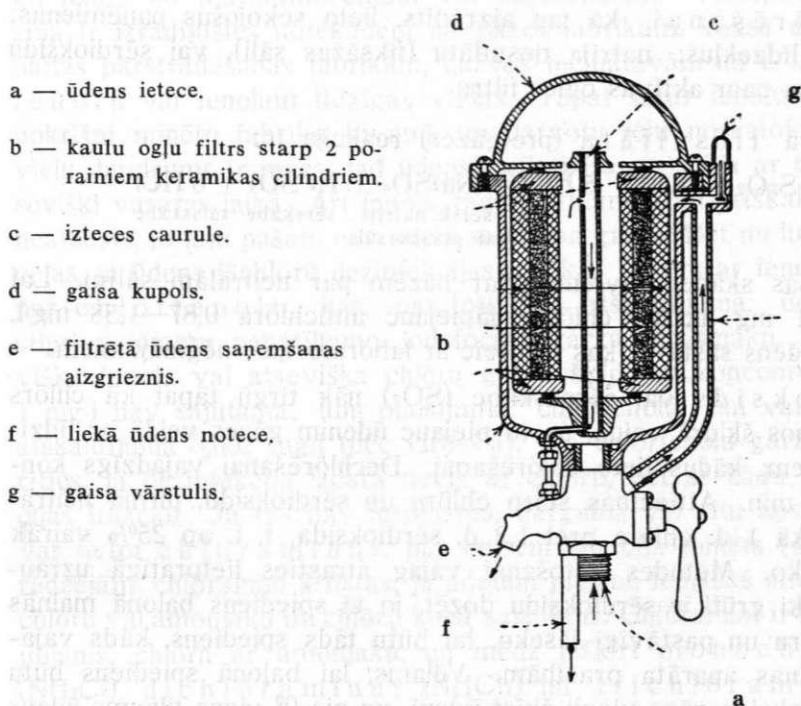
Sērdioksīds vai sērpaskābe (SO₂) nāk tirgū tāpat kā chlōrs tērauda balonos šķidrā veidā, un to piejauc ūdenim gāzes veidā ar līdzīgiem aparātiem, kādus lieto chlōrēšanai. Dechlōrēšanai vajadzīgs kontakts 10—15 min. Attiecības starp chlōru un sērdioksīdu, pirmā neitrālizēšanai, ir kā 1 d. chlōra pret 1,2 d. sērdioksīda, t. i. ap 25% vairāk pret teorētisko. Metodes lietošanai vajag atrasties lietpratīgā uzraudzībā. Sevišķi grūti ir sērdioksīdu dozēt, jo tā spiediens balonā mainās ar temperatūru un pastāvīgi jāseko, lai būtu tāds spiediens, kāds vajadzīgs dozēšanas aparāta prasībām. Vēlams, lai balonā spiediens būtu 5 atm. Sērdioksīda gāze viegli šķīst ūdenī, un pie 0° viens tilpums ūdens var uzņemt līdz 80 tilpumu gāzes. Šķidrā SO₂ sasilst pie —73°C, bet pārvēršas gāzē (vārās) pie 8°C.

Kā vislabākā jaunlaikā atzīta dechlōrēšanas metode ir aktīvo ogļu filtri, ar ko ūdenim atņem pat mazākos daudzumos fenolu resp. chlōrfenolu.

Koka ogles, kā arī dzīvnieku (kaulu) ogles ūdens tīrīšanai lieto jau no seniem laikiem, un ir literatūrā atrodams atzīmējums, ka ogļu filtri jau lietoti priekš 1800. g. Tādus filtrus lietoja galvenā kārtā māju filtriem, parasti kombinācijā ar smilti, un ir daudz patentētu mājas filtru konstrukciju no pagājušā gadu simteņa, kas dibinātas uz tīrīšanas principa ar ogli. Tā, piem., viens tāds filtrs, kas bija izplatīts (Amerikā vēl ap 1900. g.) dzeļama mājūdens sagatavošanai vietā, kur nebija ūdensvada ar labu

ūdeni, sastādīts (333. zīm.) no kaulu ogļu slāņa, kas ieslēgts starp 2 poraina māla cilindriem. Pēdējo uzdevums bija ūdeni filtrēt, kamēr oglei bija jānoņem ūdenim nepatīkamā garša un smaka. Lai gan mazā mērogā bija apmierināti ar ogļu filtru panākumiem, tomēr lielākām ietaisēm, pilsetu apgādei, atrada metodi par nelietojamu.

Ogli ūdens dechlōrēšanai sāka lietot Anglijā jau no 1910. g. Bet arī šim mērķim ogle izrādījās par nederīgu materiālu, jo, kā tagad mēs to teiktu, tai ir maza adsorbcijas un absorbcijas spēja. Ogle drīz piesērēja



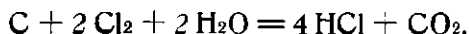
- a — ūdens izece.
- b — kaulu ogļu filtrs starp 2 porainiem keramikas cilindriem.
- c — izteces caurule.
- d — gaisa kupols.
- e — filtrētā ūdens saņemšanas aizgrieznis.
- f — liekā ūdens notece.
- g — gaisa vārstulis.

333. zīm. Māju filtri no 1899. g.

ar uzņemtajām vielām, sevišķi, ja nebija iepriekš no ūdens atdalītas suspendētās vielas. Domāja, ka notikuši ķīmiski procesi, bet, izdarot piesērējušā materiāla reģenerāciju, tāda doma izrādījās par nedibinātu. Tagad pazīstamā aktīvētā ogle var adsorbēt daudz vairāk vielu, tā, piem., fenolu kādū 100 lielāku daudzumu, nekā vienkāršā koka vai kaulu ogle.

Aktīvētās ogles izgatavošana un lietošana attīstījās pamazām, pakāpeniski. Materiāli ar ievērojamu adsorbcijas spēju bija pazīstami jau senāk, bet sevišķu vērību veltīja lētai ogles aktīvizēšanai pirmā pasaules kara laikā, kad aktīvās ogles sāka lietot pretgāzes maskām. Priekš kara augsti aktīva ogle bija dārga, un to lietoja galvenā kārtā farmaceitisku produktu un baudāmo eļļu izgatavošanā. Ūdens

apgādes vajadzībām gan, laikam, aktivēto ogli sāka lietot tikai 1928. g. Pirmie, kas lielākā mērogā, ūdens dechlōrēšanai, sāka lietot aktīvo ogli, iegūstot arī attiecīgo patenti 1927. g. 13. jūnijā, bija brāļi Oskars un Rūdolfs Adler'i, Karlsbādē (Vācijā). Viņu metode pastāv ūdens pārchlōrēšanā un pēc tam atchlōrēšanā, laižot caur aktivētu ogļu filtru. Pēc Dr. Adler'a un Dr. Pick'a (Aussigā), kas šo jautājumu pēc būtības pētījuši, brīvās chlōra molekulas, sastopoties ar aktīvo ogli, ūdenim klātesot, pāriet sālsskābē un gala rezultātā paliek brīva ogļskābe, kas ar ūdens karbonātcietumu tiek neitrālizēta. Reakcija šāda:



Kā redzams pēc šī uzskata, aktivā ogle adsorbē ūdenī šķīdinātas vielas un iedarbojas uz tām tādā ziņā, ka ķīmiski izveido cita sastāva produktus, kas līdz ar ūdeni tiek izskaloti. Šo parādību sauc par *mutāciju* un aktivās ogles filtru tad nosauc par *mutātoru*. Tā tad process chlōra uzsūkšanā vai dechlōrizācija ar aktivās ogles palīdzību ir ne tikai *adsorbcija*, bet arī *mutācija*. Chlōrs, sastopoties ar aktivēto ogli, sadalās iņnos, kas savienojas ar ūdens ūdeņradi par sālsskābi, atbrīvojot skābekli, kas ar ogli attīsta ogļskābi.

Aktivētā vai aktivā ogle ir sevišķs, augstvērtīgs produkts, ko izgatavo no koka, kūdras, ogļēm vai cita tam mērķim derīga materiāla, ar dažādiem patentētiem papēmieniem, ar karsēšanas un izskalošanas procesiem. Tā piem. malku vai kūdru sadedzina retortēs pie 400°C, bez gaisa pietikšanas. Tādā oglē vēl nav pilnīgi visas organiskās vielas saskaldījušās, un tajā ir poras vēl pildītas ar sausās destillācijas produktiem — ogļūdeņražiem. Turpmākā apstrādāšana notiek ar nolūku, minētās vielas izvilkt vai iznīcināt. Ar šo mērķi tādu nepilnīgu ogli apstrādā ar ūdens tvaikiem pie temperatūras 850°C. Tvaiki pie tādas augstas temperatūras apskābļo organiskās vielas un nodala metānu un ūdeņradi.

Pēc kādas citas metodes izejas materiālu (malku, kūdru) piesātina iepriekš ar koncentrēta cinkchlōrida (ZnCl₂) šķīdumu. Pie apdedzināšanas pēdējais nelauj uzkrāties porās sausās destillācijas produktiem, pats ieņemot to vietu. Pēc apdedzināšanas iegūto ogli izskalo ar ūdeni. Ūdens izvelk cinkchlōridu, un iegūtais šķīdums var atkal noderēt jaunas porcijas piesātināšanai.

Tādā ceļā iegūtā ogle satur daudz mikroskopiski mazas poras un kapillāres, kas sagādā lielu virsas kopību samērā ar masu, tā tad tādām ķermenim ir liela adsorbcijas un absorbcijas spēja. Kapillāru lielumam ir liels iespaids uz ogles adsorbcijas spēju, un kapillārēm jābūt mazākām par absorbējamo vielu molekulu lielumu. Tā tad ogle jāpieskaņo vielu

īpašībām, un ūdenim (aktīvo ogli lieto arī citām vajadzībām rūpniecībā, arī pretgāzes maskām, kur tā var būt rupjāka) jālieto ogle ar vismalkākām kapillārēm. Lai varētu dabūt īstu jēdzienu par šādām prasībām, jāmin, ka 1 m³ aktīvās ogles atrodas vairāk kā 100 m² virsu.

Kā noprotams, tāda ogle ar vismalkākām porām un kapillārēm var viegli piesērēt, kā no vielām, kas atrodas ūdenī, tā arī no procesā ražotiem produktiem. Vielas, kas atrodas ūdenī, var viegli aizsprostot kapillāres, un ar tām var apķerties no ārpuses ogļu graudiņi. No tā redzams, ka ūdenim jābūt iepriekš tīrītam, filtrētam, iekams to laiž caur aktīvo ogli. Bet arī no labi priekštīrīta ūdens, paša procesa rezultātā sarodas vielas (mellogēni), ar kurām poras un kapillāres piepildās. No visa tā aktīvā ogle ar laiku zaudē savu aktivitāti, un tā jāreaktivē, vai, kā to arī saka, jāremontonē. Vispirms filtru skalo no apakšas ar ūdeni, kā to dara pie parastajiem ātrfiltriem, atskalojot tādā ceļā vielas, kas apķērušās ap filtra graudiņiem. Galvenais reģenerācijas paņēmieni tomēr ir ar karstu sōdas šķīdumu. Sōda neitrālizē sālskābi, attīstot vārāmo sāli, kas viegli no filtra izskalojama. Sōdas šķīdumu iespēž no apakšas, no pumpja spiedējvada, pa ceļam to sasildot ar tvaiku līdz 80—100°C. Šķīdumu, kas savu uzdevumu izpildījis, var atkal lietot atkārtoti, un tādā veidā viens un tas pats sōdas šķīdums lietojams vairākkārtīgi, un izskalošanai ar sōdu ir galvenā kārtā uzdevums atjaunot ķīmisko līdzsvara stāvokli ogļu masā. Pēc Adler'a reģenerācija jāizdara ar sarežģītākiem paņēmieniem. Pēc izskalošanas ar ūdeni ogli vēl skalo ar 1—2% sōdas atšķaidījuma maisījumu ar chlōrūdeni, pēc tam ar kalcija chlōrida 0,5—2% atšķaidījumu un beidzot vēlreiz ar ūdeni. Chlōrūdens piemaisīšanai uzdevums saskaldīt un apskābļot organiskās vielas, kas filtrā varētu būt uzkrājušās, bet ar kalcija chlōridu grib neitralizēt sārmainību. Ar laiku aprakstītā reģenerācija tomēr vairs nepalīdz, un ogle ir pamatīgi jāatjauno, to karsējot speciālās krāsnīs, kapillāres iztvaicējot, un tā atjaunojot ogles sūklveidīgo struktūru. Firmas, kas piegādājušas aktīvo ogli, parasti izmantoto ogli apmaina pret jaunu porciju.

Ogles darbības ilgums atkarājas no ūdens priekštīrīšanas rūpības un jo labāka tā ir, jo ilgāk ogle patur savu aktivitāti. Ogles apmaina var būt vajadzīga ik 1 līdz 2 gados. Pēc dažiem novērojumiem 1 kg t. s. hidrodarko ogles pie 6 m filtra biezuma un filtrātruma 6 m/st., atchlōrē ūdeni, kas satur 1,0 mg/l chlōra, līdz chlōra saturam ne vairāk par 0,1 mg/l, un var iztīrīt bez reģenerācijas 300 m³ ūdens. Pie pareizas reģenerācijas var līdz pilnīgai atjaunošanai iztīrīt 2.000 līdz 5.000 m³ ūdens uz 1 kg ogles.

Aktīvās ogles adsorbcijas spēju var izteikt ar formulu $K = a \cdot c^b$, kurā apzīmē: K — no viena grama aktīvās ogles absorbēto vielu dau-

dzumu — gramos, c — šādu vielu atlikumu ūdenī, un a un b — konstantes, kas ar mēģinājumiem jānosaka. Vēl no praktiskiem piedzīvojumiem varētu minēt, ka Hammas pilsētā, uzbūvēts aktīvo ogļu filtrs 20 m^3 ($=5 \text{ t}$) no graudainām aktīvām oglēm, kas dienā apstrādā 25.000 m^3 labi priekštīrīta ūdens, pie kam filtrs, kā izrādījies, pilnīgi attaisno cerētos panākumus. Filtram aktīvo ogļu graudiņu lielums ņemts $1,5\text{--}2 \text{ mm}$.

Aktīvo ogļu filtra lieluma projektēšanai vajadzīgs iepriekš iegūt skaidrību par filtrātrumu un filtra dziļumu. Pēc amerikāņu piedzīvojumiem lielākais filtrātrums, filtrējot no apakšas uz augšu (pie hidrodarko ogles), var būt līdz 12 m/st. ; filtrējot no augšas uz apakšu iespējami vēl lielāki ātrumi, bet tad ogle ātrāk piesērē. Izdevīgākais filtrātrums atkarīgs no filtraugstuma, ogles vecuma un ūdens koncentrācijas ar atšķirāmām vielām. Tātad arī filtrātrums jāpieskaņo tīrāmā ūdens īpašībām, t. i., cik daudz chlōra vajadzīgs, lai attiecīgās vielas un baktērijas droši būtu apskābtas. Lai varētu dažādu ogļu atchlōrēšanas spējas salīdzināt, Dr. Pick's ievēdis jēdzienu: «pusvērtības garums», ar kuŗu saprot tādu ogļu filtra biezumu centimetros, ar ko chlōra daudzums, kas sākumā atrodas ūdenī, samazinās uz pusi pie filtrātruma $v = 1 \text{ cm/sek.}$ (ātrumu attiecinot uz visu šķērsgriezumu). Apzīmējot ar:

Cl_a — chlōra koncentrāciju ūdenī sākumā, pirms atchlōrēšanas,

Cl_b — chlōra koncentrāciju, pēc slāņa biezuma h izešanas,

v — filtrātrumu,

k — konstanti, kas svārstās ar v ,

tad pēc Pick'a, pie $v = 1 \text{ cm/sek.}$ un $h =$ filtra augstums:

$$\log \frac{Cl_a}{Cl_b} = k \cdot h.$$

Samazinot Cl_a uz pusi, dabūjam pusvērtības garumu h_1 :

$$\log \frac{2}{1} = k \cdot h_1 \text{ un}$$

$$h_1 = \frac{1}{k} \cdot \log \frac{2}{1} = \frac{0,301}{k}.$$

Pie kaut kuŗa cita ātruma v pusvērtības garums tad ir:

$$h_v = h_1 \cdot \sqrt{v}.$$

Ja nu vēlamies ar ogli, kuŗas h_1 esam atraduši, pie zināma filtrātruma v chlōra sākuma koncentrāciju Cl_a samazināt uz Cl_1 , tad vajadzīgais ogļu filtra biezums būtu:

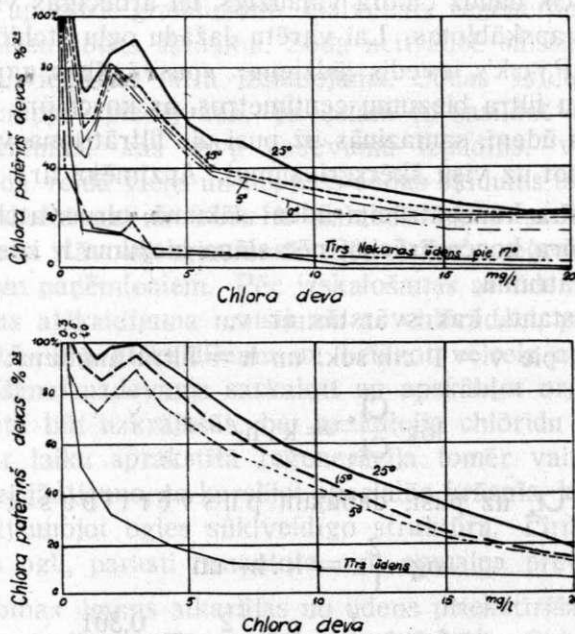
$$h = \frac{h_1 \cdot \sqrt{v}}{0,301} \cdot \log \frac{Cl_a}{Cl_1}$$

Piem., ja vēlētos, ka vēl būtu $Cl = 0,01$ mg/l, kas praktiski līdzinās 0, tad filtrabiezums būtu vajadzīgs

$$h = \frac{h_1 \sqrt{v}}{0,301} [\log Cl_a + 2]$$

Novērojot pa ekspluatācijas laiku pusvērtības garuma pieaugumu, var nākt pie atzinuma par ogleš labumu, un ka ogleš ar ātru pusvērtības garuma pieaugumu nav lietojamas.

Vajadzīgais chlōra daudzums apskābļošanas procesiem katrā gadījumā jānoskaidro ar mēģinājumu, saskaņā ar tīrāmā ūdens raksturu, jo chlōru patērē apskābļošanai dažādas vielas (dzelzs, mangāns, organiskas vielas, baktērijas). Paredz vēl atstāt zināmu chlōra pārpalikumu, parasti

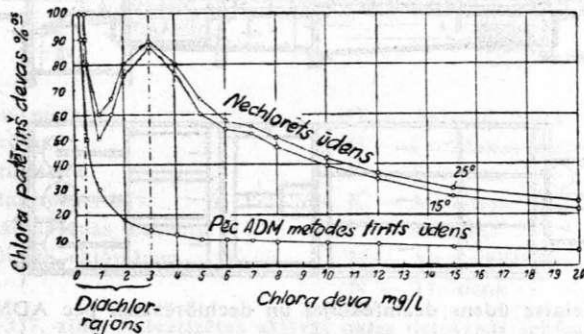


334. zīm. Chlōrdiagrammas.

0,5—1,0 mg/l, kas tad ir jāatšķir no ūdens ar aktīvēto ogļu filtru. Uz izmēģinājuma pamata sastāda t. s. chlōrdiagrammu, atrodot chlōrskaitli (vajadzīgo chlōra daudzumu) pie dažādas temperatūras un chlōra iedarbības laika (334. zīm.), sastādīta pēc iedarbības laika 30 min). Vispārīgi netīra ūdens chlōra saistības spēja svārstās ar temperatūru, ūdens sastāvā atrodošos chlōrsaistošu vielu

daudzumu, chlōra koncentrāciju un chlōra iedarbības laiku (335. zīm.). Visi šie apstākļi ir jānoskaidro ar vietējiem izmēģinājumiem, un uz to pamata tad jā sastāda katrā gadījumā attiecīgas diagrammas. Ar tādu diagrammu palīdzību var vajadzīgo chlōrdaudzumu noteikt atkarībā no tiem faktoriem, kas pastāvīgi svārstās, piem., ūdens sastāvs un temperātūra.

Parasti ņemamais chlōrdaudzums ir 2—4 mg/l, bet tas var sniegties pat līdz 8 mg/l. Šo chlōra daudzumu ieteic sadalīt 2 porcijās, attiecībās 1 : 2 līdz 1 : 3, pie kam pirmo porciju piejauc priekš nostādināšanas bas. un otru pēc (336. zīm.). Aktīvo ogļu filtra biežumu pieņem līdz 2,5 m,



335. zīm. Chlōrdauguma diagramma pēc ADM metodes.

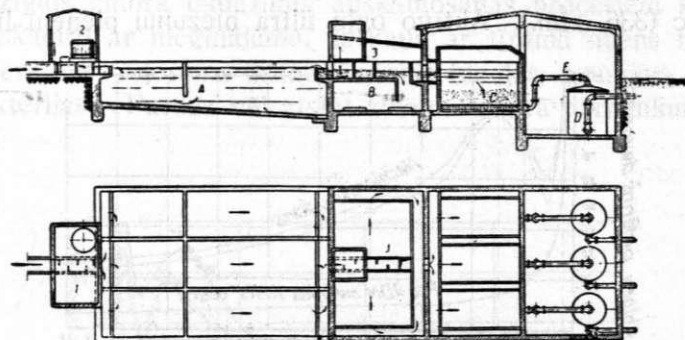
ko ieteic tādēļ, ka te nav filtrādiņas, kas veicina vienādāku ūdens sadalīšanos filtrā, un tādēļ lielāks dziļums atbalsta vienādāku sadalīšanos. Filtrs bez reģenerācijas var strādāt ap 1 mēnesi, reģenerācija izdarāma ar skalošanu un atsārmošanu 25—50 min. Aktīvo ogļu zaudējums ir ap 15% gadā.

Ūdens tīrīšanas un atsmakošanas paņēmieni ar pārchlōrēšanu un atchlōrēšanu izveidojuši brāļi Adler'i, Karlsbādē, un tam piešķirts nosaukums ADM metode (no sākuma burtiem Adler, Diachlor, Mutonit). Metodes paņēmieni ir patentēti un nodrošināti kādai Holandes firmai (N. V. Standard Water Maatschappij, Amsterdamā), protams, ka atchlōrēšanas princips ar aktīvo ogli nav patentēts. Tehniskie pamati metodei raksturoti sekojoši. Diachlorēšana nozīmē: noteikt vajadzīgo chlōra daudzumu uz attiecīgam ūdenim sastādīto chlōrdaugumu pamata. Mutonēšana nozīmē: brīvā chlōra pārvēršanu chlōrionos (chlōridā), kas notiek, sastopoties ar aktīvo ogli vai oglekli saturošu vielu (Mutonitu). Adler'a ietaises schēma sekojoša (336. zīm.). Ūdens iet vispirms caur ķīmikaliju piejaukšanas ietaisi (1), kur tam piejauc sērskābo alumīniju un pirmo porciju chlōra. Tālāk ūdens iet caur nostādināšanas bas. (A), ar caurteces laiku $2\frac{1}{2}$ —3 st. Noskaidrotais ūdens nāk

otrā piemaisītājā, kur tam piejauc otru porciju chlōra, un tad iet caur otru baseinu (B) 30 min. ilgi. Pēc tam ūdens iet caur smilšu ātrfiltru (C) un beidzot aktīvu ogļu filtru (D) (dechlōrātoru).

Adler'a metode tiek lietota daudz vietās, it īpaši Vācijā, piem., Stutgartē.

Jaunākā laikā arvien vairāk graudainās aktīvās ogles vietā sāk lietot aktīvās ogles pulveri, jo panākumi ar to iegūti labi. Noskaidrojies, ka ogles iedarbība ir jo lielāka, jo smalkāki tā ir samalta, tomēr, ievērojot



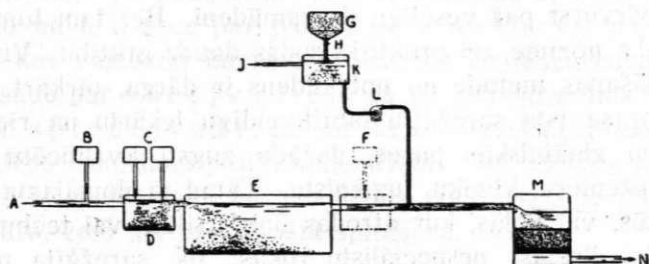
336. zīm. Ietaise ūdens dezinfekcijai un dechlōrēšanai pēc ADM metodes.

filtrācijas apstākļus, parastos apstākļos ieteicams lietot ne visai smalki samaltu ogli. (Ieteiktās šķirnes ir: hidrofīns K₄ — ūdens atkrāsošanai un hidrofīns E₈ — smakas uzlabošanai.) Lietošanai vajadzīgais daudzums atkarīgs no ūdens un atdalāmo vielu rakstura un svārstoties starp 0,5—30 g/m³. Vispār pulverizētās ogles iziet vairāk kā graudainās, bet tā ir lētāka.

Pulverizētās ogles lietošanai izstrādājušās 2 metodes. Pirmās paņēmieni ir piemaisīšanas metode, kur ogli iekaisa ūdenī, rezervuārā un samaisa ar maisītāja ietaises palīdzību (337. zīm.), ūdenim uzturoties baseinā ne mazāk kā 1/2 stundas. Pēc tam maisījumu nostādina un beidzot ogli un citas vielas atšķir ar filtrāciju. Uz otra filtra virsas sakrājušos ogli aizskalo līdz ar filtra skalošanu, (no lēnfiltru virsas kā zināms tā ir jānoņem līdz ar smilšu virskārtu).

Ja vajadzīgs lietot daudz ogles, piem., 20 g/m³, tad no smalkās ogles ātri pieaug filtra pretestība un filtra slodze stipri samazinās. Tādā gadījumā lieto otru metodi, tā saukto kārtu filtru metodi (338. zīm.). To lieto arī graudainās ogles iebūvei filtrā (339. zīm.), uzberot aktīvo ogli kārtām à 6 kg/m², t. i. ap 3 cm biezumā, 40 cm zem smilšu filtra virsas. Pulverizēto ogli var uz filtra virsas (338. zīm.) uzlikt šādā kārtā: vajadzīgo ogles daudzumu iemaisa ūdenī, attiecībās 1:10, un tad uzskalo

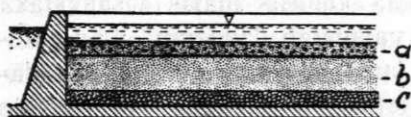
uz filtra smilšu virsas, pēdējo uzirdinot ar grābekļiem vai ar spiestu gaisu, ūdenim apakšā notekot. Ogļi uzliek 15—20 cm biežā kārtā. Izmēģināta un ieteikta arī metode pulverizēto, ogļi uzbērt sausā veidā un ar grābekļiem iejaukt virsējā smilšu kārtā.



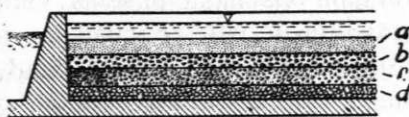
- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| A — Ūdens pietece. | G — Aktīvās ogles rezervuārs. |
| B — Chlōrēšana. | H — Dozēšanas ierīce. |
| C — Koagulēšana. | J — Tirūdens. |
| D — Kontaktrezervuārs. | K — Maisītājs. |
| E — Nostādināšanas baseins. | L — Pumpis. |
| F — Otrreizējā chlōrēšana. | M — Ātrs smilšfiltrs. |
| | N — Tirūdens. |

337. zīm. Pulverizētas aktīvās ogles lietošanas schēma.

Aktīvās ogles lietošanas panākumi izrādījušies par ļoti labiem ūdens uzlabošanai smakas un garžas ziņā, vienalga, vai tās cēlušās no algām, vai ķīmiskā ceļā. Aktīvai oglei ir arī vēl tā īpašība aizkavēt organisku vielu pūšanu, iznīcinot anaerobās baktērijas. Jau piejaucot 1 g aktīvās ogles 1 m³ ūdens, izkrit dūņas, kas pilnīgi nepūstošas un bez smakas. Aktīvā



338. zīm. Pulverogles lietošana ar smilti.



339. zīm. Graudainās ogles lietošana.

ogle darbojas arī ziemā, atbrīvojot ūdeni no smakas un garžas, ja tādas rastos.

Ja aktīvo ogļi lieto piem., filtros, kas ieslēgti dzelzs rezervuārā, tad jāņem vērā, ka starp aktīvās ogles daļiņām un metālu rodas potenciālu starpība, pie kam akt. ogle izturas katodiski un var metālu šķīdināt. Tas tomēr atkarīgs no aktīvās ogles adsorbcijas stipruma, un vājas ogles nesagādā potenciālu starpību.

Puverizētā ogle ar to, ka absorbē ne tikai vielas ar nevēlamu smaku un garžu, bet arī lielāko daļu mikroorganismu, pabalsta chlōrēšanu un bioloģiska filtra darbību.

No principiālā viedokļa ar pārchlōrēšanu un atchlōrēšanu var visliktāko virszemes ūdeni, pat, kā jau arī izteiktas domas, kanalizācijas notekūdeni pārvērst par veselīgu dzeramūdeni. Bet tam tomēr var būt tikai teorētiska nozīme, un praktiski rodas daudz grūtību. Vispirms tāda ūdens sagādāšanas metode no notekūdens ir dārga, otrkārt, tā ļoti sarežģīta un prasa īstu sarežģītu fabrikveidīgu iekārtu un rīcību. Vajadzīga arī, no zinātniskās puses, dažādu augsti kvalificētu speciālistu sadarbība: inženieru, ķīmiķu, higiēnistu. Tātad tā domājama tikai lielās galvas pilsētās, vai tādās, kur atrodas universitāte vai tehniska augstskola. Mazās pilsētās, nespeciālistu rokās, tik sarežģīta metode nav ieteicama, jo tā atnestu vairāk ļaunuma nekā labuma. Jau upes ūdens vienkārša chlōrēšana bez speciālistu uzraudzības nav iespējama. Mazās pilsētās pirmā vietā ūdens apgādei jāmeklē gruntsūdens, un ja tādu neizdotos atrast ar iespējamiem līdzekļiem, vēlamā labumā un pietiekamā daudzumā, tad jāapmierinās ar virszemes ūdeni, un tad vajadzīga tāda ietaise, kas ar vienkāršiem papēmieniem varētu sagādāt labu, veselīgu ūdeni.

VI. Ūdens pumpēšana.

28. Vispārējie ieskati.

Ūdens piegādes ietaise patērētājiem no vienas centrālās ūdens sagādāšanas vietas, kā zināms, sastāv no ūdens ievadišanas kādā tik augstu novietotā rezervuārā, lai no tā ūdens pats no sevis varētu pietecēt patērētājam vistālākā pilsētas vietā, visaugstāk gulošās mājas visaugstākā stāvā, un te izlīt ar vajadzīgo ātrumu un vajadzīgā daudzumā, kad patērētājs to vēlas. Vispirms tātad jāapskata jautājums, kā ūdeni no sagādāšanas vietas (avota, akām, tīrīšanas ietaisēm) aizgādāt uz augsto rezervuāru spiedrezervuāru), no kuŗa tas ieiet sadalīšanas tīklā. Ļoti reti var būt gadījumi, un tādi domājami tikai kalnainās vietās, kad ūdeni varētu ar pašteču vadiem novadīt no sagādāšanas vietas līdz spiedrezervuāram un mūsu zemē, bez augstiem kalniem pilsētu apkārtnēs, gan tādi gadījumi var būt kā izņēmums. Parasti gan būs vajadzīga ūdens pumpēšana vienā vai otrā vietā. Par pašteču vadu konstrukciju būs runa vēlāk (586. l. p.). Vēl jāpiebilst, ka visi vadi sadalīšanas tīklā pa pilsētu ir spiedējvadi un arī par to aprēķinu un būvi būs runa vēlāk (607. l. p.). Šai vietā piegriezīsim vērību ūdens celtnīvei, p u m p ē t a v a i, līdz ar visiem tās piederumiem, un pirmā vietā mašinām.

Mašīnu ietaise ūdens pacelšanai sastāv no pumpjiem (sūkņiem) un motoriem (dzinējiem). Agregātu no pumpja un motora nosauksim par pumpju ietaisi. Tādu agregātu parasti vajadzīgs vairāk kā viens, un tie var būt arī tā kombinēti, ka katrs no motoriem var dzīt kaut kuŗu no pumpjiem. Visu ietaisi kopā ar mašīnām, piederumiem, ēkām un t. t. sauc par pumpju staciju vai pumpētavu.

Vadus, kas vajadzīgi ūdens pievadišanai no ieņemšanas vietas līdz pumpjiem, sauc par sūcējvadiem un no pumpjiem līdz spiedējrezervuāram par spiedējvadiem, pie kam spiedējrezervuāra uzdevums ir kārtot ūdens izdalīšanu patērēšanas vietā. Pēc būtības arī vadi sadalīšanas tīklā ir spiedējvadi, lai gan ūdens tajos ietek ne no pumpja, bet no rezervuāra, zem jau uzstādinātā spiediena.

Sūcaugstums teorētiski līdzinās 1 atm. (ap 10 m ūdensstaba), bet praktiski tas ir daudz mazāks, jo nav iespējams sagādāt pilnīgi bezgaisa telpu pumpī un vadā un, otrkārt, jāņem vērā berzes pretestības pie ieteces vadā un no ūdens kustības pa vadu. Iespējamais sūcaugstums atkarājas arī no pumpju sistēmas un konstrukcijas. Virzuļu pumpjiem sūcaugstumu, ja ļoti labas konstrukcijas var pieļaut līdz 7,5 m, centrifugālpumpjiem pat tikai 4 m praktiski, bet arī pat labiem virzuļu pumpjiem sūcaugstumu praktiski nerēķina vairāk par 5—6 m. Protams, jāievēro vēl vada gaŗums un berzes pretestības. Pie pumpētavas pašas, kā arī tās atsevišķas daļas novietojot, jāievēro, lai sūcaugstums būtu cik iespējams mazs un sūcējvads pēc iespējas īss. No šī viedokļa pumpētava jānovieto cik iespējams tuvu ūdens ieņemšanas vietai, kas atvieglo arī abu iestāžu uzraudzību.

Pumpētavas novietne dažreiz atkarājas vēl no citiem apstākļiem. Ja ietaisi nav iespējams novietot pie ūdens ieņemšanas vietas krājakas vai krājrezervuāra), tad, lai izbēgtu gaŗam sūcējvadam, dažreiz var palīdzēties ar sifonvadu, kas tad no krājrez. ūdens sagādāšanas vietā ūdeni ievada krājakā pie mašīnu mājas. Jāievēro arī topografiskie apstākļi, gruntsīpašuma iegūšanas iespēja, kā arī satiksmes ceļi, kuriņāmā un citu materiālu ērtai piegādāšanai. Var būt vēlams arī apdzīvotu vietu tuvums, kas dotu iespēju dabūt gadījuma strādniekus, un no otras puses dotu iespēju dabūt dzīvokļus darbiniekiem.

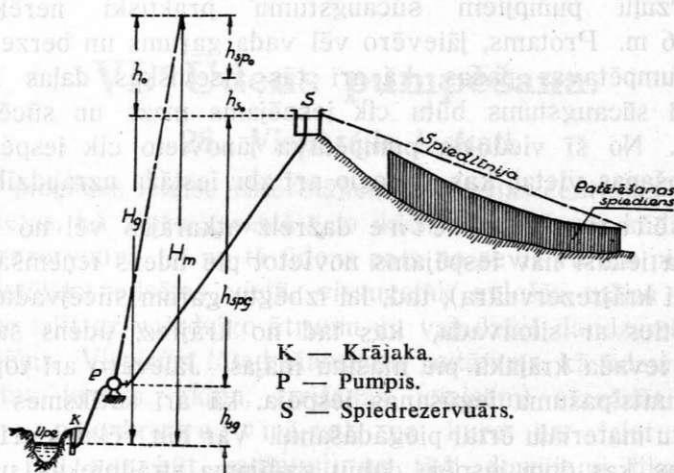
Ja ūdeni ņem no upes vai ezera, parasti jāpumpē 2 reizes: vienreiz uz tīrīšanas ietaisi, otrreiz tīro ūdeni uz spiedrezervuāru. Šādā gadījumā tīrīšanas iestādes vietas izvēlei ir vairāk brīvības, tomēr jāturas pie iespējas pumpētavas tuvumā, jo tā varēs labāk sasāņot abu iestāžu kopdarbību un palētināt ekspluatācijas izdevumus. Pumpjus, kas ceļ netīrīto ūdeni uz tīrīšanas ietaisēm, var nosaukt par priekšpumpjiem vai pirmās pakāpes pumpjiem, kamēr tos, kas pumpē tīrūdeni

uz apgādājamās vietas spiedrezervuāru, sauksim par tīrūdens vai otrās pakāpes pumpjiem. Priekšpumpjus, ja tas izrādās izdevīgi, var novietot zemākā līmenī, dažreiz, mazākām ietaisēm, sevišķā šachtā. Mazākās stacijās dzinējietais var būt abām pakāpēm viena kopīga, tomēr labāk, un lielās ietaisēs tas parasti tā ir, ka katrai pumpju pakāpei ir arī savs dzinēji, ņemot vērā to, ka celšanas augstumā abās pakāpēs ir liela starpība.

Ūdens pacelšana var būt vajadzīga arī pašā apgādes vietā. Ja pilsetā ir kāda ārkārtīgi augsta vieta, kas jāapgādā ar ūdeni, tad, lai nebūtu viss ūdens jāceļ uz lielāku augstumu, ietasa pumpētavu, kas tikai šim sevišķam gadījumam pacel vajadzīgo ūdens daudzumu uz vēlamo augstumu.

Mašīnu jauda.

Mašīnu jauda teorētiski ir pumpējamā ūdens daudzuma resp. svara un manometriskā pumpēšanas augstuma pamats. Praktiski šis produkts vēl jāpareizina ar zināmu izmantotās vai lietderības reizuli (koeficientu) η , kuŗa lielums atkarīgs no berzes pašā



340. zīm. Mašīnu jaudas aprēķinam.

pumpja konstrukcijā: cilindrā, blīvslēgos un citās kustīgās daļās pie virzuļu pumpjiem, vai no ātruma, ejot caur pumpi pie centrifālpumpjiem, vai no kustības pretestībām dzinējmašīnu kustīgās daļās un t. t.

Manometriskais celšanas augstums H_m (340. zīm.) sastādās no ūdens līmeņu ģeodēzisko atzīmju starpības starp pumpja (krāj-) akas viszemāko pielaižamo līmeni un uzpumpētā ūdens visaug-

stāko līmeni H_g , pieskaitot spiediena zaudējumus sūcēj- (h_{so}) un spiedēj- (h_{sp_0}) caurulēs. Manometriskais augstums sastāv no sūcaugstuma un spiedaugstuma:

$$H_m = (h_{s_g} + h_{s_0}) + (h_{sp_g} + h_{sp_0})$$

Sūcaugstums ($h_s = h_{s_g} + h_{s_0}$) ir starpība starp viszemāko ūdens līmeni pumpja ieņemšanas akā (krājakā) un spiedējvārstuļa (ventila) apakšmalu virzulu pumpjiem, vai centrālo vārpstu (asi) centrifugālpumpjiem, pieskaitot spiediena zaudējumus no berzes pie ūdens kustības.

Spiedaugstums ($h_{sp} = h_{sp_g} + h_{sp_0}$) ir starpība starp minēto sūcaugstuma visaugstāko līmeni un spiedrezervuāra vai cita uzpumpēta ūdens visaugstāko līmeni, pieskaitot spiediena zaudējumus spiedējvadā.

Apzīmēsim ar:

Q — pumpējamā ūdens daudzumu 1 dienā — m^3 .

s — pumpja darba stundu skaitu diennaktī.

q — pumpējamo ūdens daudzumu 1 sek. — $m^3/\text{sek.}$

$$\text{pie kam tad } q = \frac{Q}{s \cdot 60 \cdot 60} = \frac{Q}{3600 \cdot s} = \frac{Q \cdot 1000}{3600 \cdot s} \text{ (kg).}$$

H_m — manometrisko celšanas augstumu — m :

$$H_m = H_g + h_0 = h_s + h_{sp}.$$

N — mašīnu jaudu, zirgspēkos (ZS vai HP), pie kam teorētiski:

$$N = \frac{q \cdot H_m}{75} = \frac{Q \cdot 1000}{3600 \cdot s} \cdot \frac{H_m}{75}$$

un praktiski:

$$N_p = \eta \cdot \frac{q \cdot H_m}{75} = \frac{Q \cdot 1000}{3600 \cdot 75 \cdot s} \cdot H_m \cdot \eta = \eta \cdot \frac{Q \cdot H_m}{270 \cdot s}$$

$\frac{QH_m}{s}$ izsaka darbu mt 1 stundā un 1 ZSst. = 270 mt (metrtonnās).
(metrtonnās).

Kas attiecas uz lietderības reizuļa η skaitlisko lielumu, tad pie labiem virzulu pumpjiem tas var būt līdz 0,80 un pie labiem centrifugālpumpjiem līdz 0,50 un reti vairāk, pat sevišķi labām konstrukcijām.

Praktiski, sevišķi mazām pumpētavām, dzinēja jaudas lielumu noteic kā divkārtīgu līdz $2^{1/2}$ kārtīgu no teorētiski aprēķinātās jaudas lieluma:

$$N_p = 2 \text{ līdz } 2,5 N.$$

Kā no jaudas aprēķina redzams, jo liela nozīme ir celšanas augstuma pareizai noteikšanai, un tas stāv sakarā ar visizdevīgāko sūcēj- un spiedējvada cauruļu lieluma noteikšanu.

Saimnieciski visizdevīgākā cauruļu diametra aprēķināšana.

Sūcējvadi parasti ir īsi, un saimnieciskā aprēķinā tiem liela nozīme nav. Citādi tas ir ar spiedējvadiem, kas ūdeni novada no pumpētavasūdens sagādāšanas vietas uz spiedējrezervuāru, kuŗš atrodas cik iespējams tuvu pilsētai un dažreiz vairāk desmit km garš. Vadu lielums pirmā vietā atkarīgs no pieņemtā ūdens tecēšanas ātruma. Pieļaujot vados lielāku ātrumu, vadi var būt mazāki un tāvad lētāki. Bet lielāka ātruma sagādāšanai, pie tā paša novadāmā ūdens daudzuma, vajadzīgs lielāks spiediens, tāvad vajadzīgas stiprākas mašīnas kustības pretestību pārvarēšanai. Bez tam ātrumam ir arī savas robežas, jo pie liela ātruma berze ir lielāka un var bojāties asfaltējums. To ievērojot, ātrumu, lielāku par 2 m, nepieļauj, izņemot varbūt īsus vada gabalus, kuŗus tad ietaisa stiprāk un uzrauga rūpīgāk. No otras puses visai mazs ātrums var radīt smilšu vai zemes daļiņu, vai dzelzs un mangāna duļķu nogulšanos. Vismazāko ātrumu spiedējvados pieņem 0,4 m, bet pa lielākai daļai tas svārstās starp 0,6 līdz 0,8 m/sek., pie sevišķi labvēlīgiem apstākļiem, kad var izmantot dabiskus kritumus, var būt līdz 1,0 m/sek.

Pie spiedējvada diametra aprēķināšanas minēto ātrumu robežās nu jāizšķir jautājums, kas ir izdevīgāk, vai 1) izvēlēties mazāku diametru, kas pie zināma ūdens daudzuma prasītu lielāku ātrumu, tāvad lielākas pretestības un stiprākas mašīnas, vai 2) lielāku diametru, kas gan prasītu mazāk stipru mašīnu, bet pats vads būtu dārgāks. Arī ekspluatācijas izdevumi vienā un otrā gadījumā jāievēro. Tāvad katrā atsevišķā gadījumā saskaņojoties ar vietējām cenām, vajadzīgs atrast diametru, pie kuŗa būves izdevumi un mašīnu ietaisi no vienas puses un kapitālīzēti ekspluatācijas izdevumi no otras puses būtu vismazāki. Šādu diametru nosauksim par saimnieciski visizdevīgāko. Kā to aprēķina, var redzēt no sekojošā parauga.

Apzīmēsīm ar:

Q — visu dienas ūdens patēriņu m³
 s — mašīnu darba stundu skaitu diennaktī st.
 q — ūdens daudzumu, kas jāpumpē 1 sek.:

$$q = \frac{Q}{s \times 60 \times 60} \dots \dots \dots \text{m}^3/\text{sek.}$$

L — spiedējvada garumu m
 d — vada diametru m

(iepriekšējam aprēķinam var pieņemt $d = 1,6 \sqrt{q}$.)

h — spiediena zaudējumu no kustības pretestībām. Pēc zināmas formulas (678. lp.)

$$h = k \cdot \frac{q^2}{d^5} \cdot L, \text{ kur pēc Dipī } k = \left(\frac{1}{20}\right)^2 = 0,0025.$$

G — ģeodēzisko celšanas augstumu.

M_m — gada izdevumus, kas saistīti ar procentu nomaksu, amortizāciju un uzturēšanu, procentos (p_m %) no vienreizīga izdevuma par mašīnu ietaisi [parasti p_m ir 8—12%].

M_v — tas pats cauruļu vadiem [p_v — vidēji 5—7%].

M_e — gada ekspluatācijas izdevumus (degvielas, smērvielas vai elektriskās strāvas izmaksa) uz 1 ZS/st.

m — mašīnu agregāta maksu uz 1 ZS/sek. (75 mkg).

e — ekspluatācijas izdevumus 1 ZS/st.

K — visus gada izdevumus kopā:

$$K = M_m + M_v + M_e.$$

Izdevumu atsevišķās sastāvdaļas var aprēķināt sekojoši:

1) Mašīnu gada izdevumi:

Manometriskais celšanas augstums

$$G + h = G + k \cdot \frac{q^2 \cdot L}{d^5}.$$

Vajadzīgā mašīnu jauda tad ir

$$q \cdot \left(G + k \cdot \frac{q^2 \cdot L}{d^5} \right) \cdot \frac{1000}{75} \cdot \frac{1}{\eta} \text{ — ZS}$$

Mašīnu agregāta iegāde:

$$m \cdot q \cdot \left(G + k \cdot \frac{q^2 \cdot L}{d^5} \right) \cdot \frac{1000}{75} \cdot \frac{1}{\eta} \text{ — RM}$$

Gada izdevumi:

$$M_m = \frac{P_m}{100} \cdot m \cdot q \cdot \left(G + k \cdot \frac{q^2 \cdot L}{d^5} \right) \cdot \frac{1000}{75} \cdot \frac{1}{\eta} \text{ — RM}$$

un pieņemot $\eta = 0,5$ un absolūtos skaitļus izrēķinot, dabūjam:

$$M_m = m \cdot q \cdot \left(G + k \cdot \frac{q^2 \cdot L}{d^5} \right) p_m \cdot 0,27 \text{ — RM (1)}$$

2) Vadu izdevumi:

Vadu būves izdevumi, kā arī visi citi, atkarājas no pašreizējām tirgus cenām. Pēc Vācijā pastāvošām cenām 1930. g. Gross uzstādījis šādu formulu:

$$v = n \cdot d^{1,5} \cdot L,$$

kur n svārstās starp 170—180.

Vietējās cenas tik lielā mērā atšķiras no pieņemtām citās vietās, vēl jo vairāk citās valstīs, ka katrā atsevišķā gadījumā jāizkalkulē formula koeficientam n , pie kam vislabāk n jāizteic tādā veidā, lai ar to varētu pareizināt tieši d (bet ne d kādā pakāpē) un tā dabūt 1 m vada izmaksu, ieslēdzot visus izdevumus: cauruļu maksu ar piegādāšanu, cauruļu nolikšanu ar noblīvēšanu un zemes un bruģa darbus. Tā, piem., priekš 1914. g. mēdza uzstādīt n noteikšanai šāda veida formulu: $n = ad + b$, kur a un b koeficienti, kas bija jānoskaidro no vietējām cenām, un d iepriekš jāpieņem pēc jau norādītā paņēmiena $d = 1,6 \sqrt{q}$. Piemēri n noteikšanai šādā ceļā uzrādīti 13. tab. Kā redzams, visiem tādiem pieņēmumiem ir tikai vietējs un laika raksturs, un tie dod vadu maksu, kas atšķiras viena no otras plašās robežās.

13. tab. n lielums pēc H. d. J. III, attīstīts no Maskavas normu grāmatas un pēc Gros'sa (H. d. W. 1930, 369. lpp.) n koef., ar kuŗu pareizinot d — dabū vadu būves maksu (diam. lielākiem par 0,30 m).
Vadu maksa uz 1 tek. m.

d	Pēc H. d. J. III, 3.	Attīstīts no Maskavas normu grāmatas	Pēc Gros'sa (n. d. ^{1,9})
(m)	n = 88,75 + 43,75	n = 130 d + 107	n = 170 līdz 180
1,00	132,5 RM	237 RM	170 līdz 180 RM
0,90	123,6 „	224 „	145 „ 154 „
0,80	114,8 „	211 „	121 „ 128 „
0,70	105,9 „	198 „	100 „ 105 „
0,60	97,0 „	185 „	79 „ 84 „
0,50	88,1 „	172 „	60 „ 64 „
0,40	79,3 „	159 „	43 „ 46 „
0,30	70,4 „	146 „	28 „ 30 „

Gada izdevumus cauruļu vadam var izteikt ar lielumu:

$$M_v = n \cdot d \cdot L \cdot p_v \cdot 0,01. \quad (2)$$

3) Gada ekspluatācijas izdevumus Me var izteikt ar formulu:

$$\begin{aligned} M_e &= q(G + h) \cdot \frac{1000}{\eta \cdot 75} \cdot s \cdot 365 \cdot e = \\ &= 9700 \cdot q \left(G + k \cdot \frac{q^2 \cdot L}{d^5} \right) \cdot s \cdot e \quad (3) \end{aligned}$$

(pieņemot $\eta = 0,5$).

Gada kopizdevumi tad ir:

$$K = 0,27 \cdot m \cdot q \left(G + k \cdot \frac{q^2 \cdot L}{d^5} \right) \cdot p_m + n \cdot d \cdot L \cdot p_v \cdot 0,01 + 9700 \cdot q \left(G + k \cdot \frac{q^2 \cdot L}{d^5} \right) \cdot s \cdot e \quad (4)$$

Jāatrod, pie kuŗa d ir K vismazākais. Formulā (4) visi dati ir noteikti, un arī k var ar pietiekošu noteiktību pieņemt kā konstantu, pēc Dipī $k = \left(\frac{1}{20} \right)^2 = 0,0025$. Tad varam sastādīt diferenciālnolīdzinājumu, kuŗā vismazāko d dabūjam, pirmo atvasinājumu ņemot = 0.

$$\frac{dK}{dd} = 0,01 \cdot n \cdot L \cdot p_v - 5 \cdot 0,0025 \cdot \frac{q^3 \cdot L}{d^6} \cdot (0,27 m \cdot p_m + 9700 \cdot s \cdot e) = 0.$$

un tad:

$$d = \sqrt[6]{\frac{0,34 \cdot m \cdot p_m + 12125 \cdot s \cdot e}{n \cdot p_v}}. \quad (5)$$

No formulas redzams, ka saimnieciski visizdevīgākais d ir neatkarīgs no L.

Formulas (5) pielietošanai vēl varētu piegriezt vērtību sekojošiem datiem:

1) s — mašīnu darba stundu skaits, jāņem vidējais no tā, kas bija pie mašīnu atklāšanas un kāds būs pie pilnas slodzes. Ņemot vērā vajadzīgo laiku mašīnu apskatei un tīrīšanai, darba laiku s varētu pieņemt pie vienas apkalpotāju maiņas 5 līdz 6 st., pie 2 maiņām — 10 līdz 14 st. un 3 maiņām — 18 līdz 22 st.

2) m — mašīnu iekārtas būves izdevumi uz 1 ZS. Jāņem vērā arī rezerves mašīnas, tātad ja, piem., viena mašīna ir darbā, otra rezervē, katra izmaksā m', tad jārēķina ar

$m = 2 \text{ m}'$. Arī te jāstādā no pašreizējām cenām dažādu sistēmu mašīnām kalkūlācija tabulas veidā (piem., kā 14. tab.), un jāizvēlas visizdevīgākā mašīnu iekārta.

14. tabula.

Mašīnu iekārtas, izmaksa m uz 1 ZS, neierēķinot ēku maksu, pēc Weyrauch'a (Wasserversorgung d. Städte II. S. 514). Cenas domātas 1914. g. Pierēķināta 1 rezerves mašīna un 1 darba, tātad $m = 2 \text{ m}'$; procentu norma rēķināta $p = 12\%$, ar amortizāciju.

Efektīva dzinēja jauca = ZS	10	20	40	50	80	100	150	200
1. Viencilindru mašīnas bez kondensācijas ar katliem, bez ēkām	6750	9750	15250	17250	—	—	—	—
Pumpis	2500	4500	7500	7500	—	—	—	—
Kopā	9250	14250	22750	24750	—	—	—	—
uz 1 ZS = m' =	925	715	569	495	—	—	—	—
2 $m' = m$ =	1850	1430	1138	990	—	—	—	—
2. Divcilindru kondensācijas mašīnas ar katliem, bez ēkām	—	—	—	22400	30250	36400	47600	55000
Pumpis	—	—	—	7500	9150	9150	11300	17400
Kopā	—	—	—	29900	39400	45550	58000	72400
m' =	—	—	—	598	493	456	393	362
2 $m' = m$ =	—	—	—	1196	986	912	786	724
3. Tvaika turbīna ar katliem bez ēkām	7500	11800	18200	21200	32000	37500	49000	57500
Augstspiediena centrifugāl- pumpis	1000	1300	1800	2000	2500	3300	4400	6300
Visa ietaise kopā	8500	13100	20000	23200	34500	40800	53400	63800
2 $m' = m$ =	850	655	500	464	433	408	356	319
m' =	1700	1310	1000	928	866	816	712	638
4. Sūcējgāzes ietaise, bez ēkām	6900	9500	13300	19200	23800	27500	35000	41900
Pumpis	2500	4500	7500	7500	9200	9200	11300	17400
Visa ietaise kopā	9400	14000	20800	26700	33000	36700	46300	59300
m' =	940	700	520	534	413	367	309	297
2 $m' = m$ =	1880	1400	1040	1068	826	734	613	594
5. Dizelmotoru ietaise, bez ēkām	6000	8500	13300	23200	30500	32800	46900	55400
Pumpis	2500	4500	7500	7500	9200	9200	11300	17400
Ietaise kopā	8500	13000	20800	30700	39700	42000	58200	72800
m' =	850	650	520	614	496	420	390	364
2 $m' = m$ =	1700	1300	1040	1228	992	840	780	728

3) e — ekspluatācijas izdevumos uz 1 ZS/st. ietilpst ogļu resp. strāvas izmaksa, kā arī smērēļļas un tīrīšanas materiāli (15. tab).

T a b u l a 15.

e = ekspluatācijas izdevumi uz 1 ZS st. (Pēc Weyrauch'a, Wasserversorgung d. Städte II, S. 513).

Pieņemts, ka ogles maksā 100 kg — 5 RM
antracīts „ 100 „ — 6 „
Mašīna strādā 12 stundas dienā un 300 dienas gadā.
1. Viencilindra mašīnām no 10 līdz 40 ZS e = 0,34 līdz 0,22 RM
2. Divcilindru kondensācijas mašīnām no
50 līdz 200 ZS e = 0,11 „ 0,08 „
3. Tvaika turbīnām un sūcējgāzes motoriem:
20 60 100 200 ZS
e = 0,11 0,09 0,08 0,078 RM
4. Dīzeļmotoriem:
10 60 125 200 ZS
e = 0,12 0,078 0,073 0,068 RM.

Skaitļi e — ir 1 ZS/st.; ja rēķina sekundes darbu, tad jāizdala ar 3,600.

Piemērs. Pieņemts, ka jāaprēķina visizdevīgākais d pie sekojošiem datiem:
s = 12.

n = 100.

$$e = 0,05 \text{ RM/ZS st. vai } \frac{0,05}{3600} = \frac{1}{72000} \text{ uz 1 ZS sek.}$$

m = 1000.

p_v = 7%.

p_m = 12%.

tad ar formulu (5) dabūjam:

$$d = \sqrt[6]{b} \cdot \sqrt[6]{\frac{0,34 \cdot 1000 \cdot 12 + 12125 \cdot 12 \cdot 0,05}{100 \cdot 7}}$$

$$= \sqrt[6]{q} \cdot \sqrt[6]{\frac{4080 + 7275}{700}} = 1,6 \sqrt[6]{q}$$

Iepriekšējā saimnieciskā d kalkulācijā var šo formulu izlietot, lai dabūtu izejas d turpmākai kalkulācijai. Bet galīgi tomēr jāievēro vietējās, pašreizējās cenas.

Pie ļoti lielām ietaisēm, ar lielām un vairākām spiedējvadu līnijām, vadu diametrus pieņem uz praktisku piedzīvojumu pamata; ņemot arī vērā iespējamo pilsētas paplašināšanas gaitu. Saimnieciskā ziņā visizdevīgākie vadu diametri parasti ir, ja ātrumu pieņem 0,6 līdz 0,8 m.

Principi mašīnu iekārtas izvēlei.

Pumpju sistēma un dzinējspēka ierīce jāizvēlas, vadoties no principa, lai ūdens apgāde būtu vislabāk nodrošināta, jo pārtraukumi ūdens apgādē varētu atnest vislaunākās sekas, kā higiēniskā, tā saimnieciskā.

ciskā ziņā. No šī viedokļa vispirms pacelas jautājums, cik pumpju komplektu un cik stipras mašīnas ir jāuzstāda. Vienu pašu mašīnu agregātu varētu pieļaut tikai pie mazākām ietaisēm, un arī tikai tādā gadījumā, ja ir paredzēta krātuve vairāku dienu tilpumam. Ja lielas krātuves nav, tad jāparedz 2 pumpju komplekti, no kuriem katram jābūt spējīgam zināmās robežās palielināt jaudu. Vēl labāk ūdens apgāde ir nodrošināta, ja katram no pumpjiem ir arī sava patstāvīga dzinējsistēma. Jāņem vērā, ka nav tādas mašīnas, kas varētu strādāt ilgu laiku bez kāda remonta.

Lielās ietaisēs (pilsētās) parasti darbs sadalīts starp vairākiem komplektiem, kas tad arī dod iespēju vieglāk nokārtot svārstības. Jo lielāks agregātu skaits, jo labāk ietaise ir nodrošināta, bet saimnieciskāk tomēr ir, ja mašīnas ir stiprākas, un tad to skaits mazāks. To ievērojot, jāapsver visi apstākļi, un lielāks skaits komplektu jāizvēlas sevišķi tad, ja ūdens patēriņa svārstības ir ļoti lielas un lielus izlīdzināšanas rezervuārus ietaisīt būtu neizdevīgi. Apstākļus apsverot un uzstādot attiecīgos projekta un saimniecisko aprēķinu variantus, varēs arī nākt pie pareizas izvēles. Visādā ziņā arī lielākās ietaisēs vajadzīgi rezerves komplekti, lai labāk nodrošinātu ūdens apgādi. Tāpat vajadzīgs apgādāties un turēt krājumā to mašīnu daļu rezerves daļas, kas visvieglāk var bojāties. No tā arī redzams labums, kāds ir, ja mašīnas ir vienas sistēmas un viena lieluma.

Mašīnu izvēlē nozīmīga nevien apgādes drošība, bet arī mašīnu darbā laišanas laiks, pārslogošanas iespējamība un apkalpošanas ērtība. Tā, piem., tvaiku spēka ietaises darbā laišanai vajadzīgs 1 līdz 1½ st., sūcgāzes 30 līdz 40 min., ūdensspēku, iekšdegu un gaismas gāzes mašīnu — 5 līdz 10 min., turpretim elektriskās ietaises var iedarbināt bez kavēšanās. Pārslogošanas iespējamība ir gāzes motoriem tikai līdz 12%, dīzeļmotorus uz īsu laiku var pārslogot ar 15—20%, kamēr tvaika spēka ietaises var pārslogot visvairāk.

Apkalpošanas veids atkarīgs no darba stundu skaita diennaktī, kas atkal atkarājas no stacijas lieluma un tās iekārtas. Nemītīgi dienu un nakti skrejošām mašīnām vajadzīgs liels apkalpošanas personāls, un lai gan tādā veidā iekārtotam darbam būtu vajadzīgas mazākas mašīnas, tā tad ietaise būtu lētāka iegādē, tomēr izdevumi personāla uzturēšanai var izšķirt jautājumu par labu lielākām un periodiski strādājošām mašīnām. Pēdējā gadījumā, īsu laiku diennaktī strādājošām mašīnām vajadzīgi lielāki vienreizīgi izdevumi, kā par pašām mašīnām, tā arī par lielākiem rezervuāriem patēriņa svārstību rēgulēšanai, bet par to atkal mašīnu apkalpošana ir lētāka. Kā redzams, jautājuma izšķiršanai jāstāda maksas aprēķini vienas un otras ietaises salīdzināšanai. Visizdevīgā-

kais darba laiks ir tas, ar ko visi gada kopizdevumi, ieskaitot arī ieguldītā kapitāla procentus un amortizāciju, ir vismazākie. Mazās ietaisēs būs vēlēšanās iztikt ar vienu maiņu visnepieciešamākā darba spēka, bet mazās ietaises ir labākas, ja tās ir iekārtotas ar automātiski iedarbinātām mašīnām, kas viegli iespējams, ja elektrība ir pieejama vai ērti sagādājama.

Vēl var būt jautājums, cik stipras mašīnas jāuzstāda tūlīt sākumā, ievērojot to, ka ūdensvada ietaises aprēķina ilgākam laikam uz priekšu, bet patēriņa pieaugums notiek pakāpeniski. Daudz gadījumos būtu nelietderīgi uzstādīt mašīnas visam tālā nākotnē paredzētam ūdens daudzumam, ja tās nevarētu pietiekami izmantot. Ievērojot to, ka jaunu mašīnu komplektu uzstādīšana nerada grūtības, ja vieta tām paredzēta, no otras puses, mazāki mašīnu komplekti padara ietaisi elastīgāku, nav nepieciešama vajadzība uzstādīt uzreiz visas nākotnes ūdens apgādei paredzētās mašīnas, bet uzstādīt tikai tik daudz, cik tuvākā nākotnē var paredzēt vajadzību. Ja, piem., ūdensvads aprēķināts 25 g. vajadzībām, tad varētu visu mašīnu daudzuma uzstādīšanu paredzēt 2 papēmienos: tagad uzstādīt tik daudz, cik vajadzīgs tuvākiem 12—15 g., un tad papildināt pēc vajadzības. Tai laikā arī labāk noskaidrosies turpmākās vajadzības un arī mašīnas varēs uzstādīt visjaunākās konstrukcijas.

Mašīnas ievieto mašīnu mājā, kas tā jāiekārto, lai visa ietaise būtu viegli pārredzama un varētu viegli pietikt pie visām mašīnu daļām. Pašām telpām jābūt gaišām, siltām, sausām un labi vēdinātām. Mājā vajaga arī novietoties biroja telpām, ar mērišanas aparātu rēģistrācijas ietaisēm. Tālāk jābūt telpai, kur personālam uzturēties brīvā laikā un jāparedz neliela darbnīca visvajadzīgāko mašīnu daļu labošanai un sakārtošanai. Protams, vajag arī visur, kur cilvēki uzturas, ietaisīt visnepieciešamākās labierīcības: ūdens klozetus, dušas un nomazgāšanās ietaises. Dzīvojamām telpām jāatrodas atsevišķā mājā, lai gan, ja iespējams, mašīnu mājas tuvumā, lai apkalpotāju personāls būtu katrā laikā viegli sasniedzams. Pie dzīvojamās mājas jāparedz dārzs.

Mašīnu izvēle mūsdienu laikos ir diezgan plaša. Kamēr senāk lietoja parasti tvaika mašīnas ar virzuļu pumpjiem, šobrīd ūdens apgādei lieto gan arī tvaika mašīnas, tvaika turbīnu veidā, bet visvairāk sastopamas ietaises ar centrālā (centrifugāl) pumpjiem un kā dzinējspēku dīzeļmotorus vai elektromotorus. Mazām ietaisēm lieto mašīnas, kur dzinējspēks iedarbojas tieši, bez motoru palīdzības.

Neiedziļinoties mašīnu būves jautājumos, turpmāk būs uzmanība pievērsta galvenā kārtā mašīnu lietošanas iespējamībām un mašīnu īpašībām, tā atvieglojot mašīnu izvēli attiecīgām gadījumam.

29. Pumpji (sūkņi).

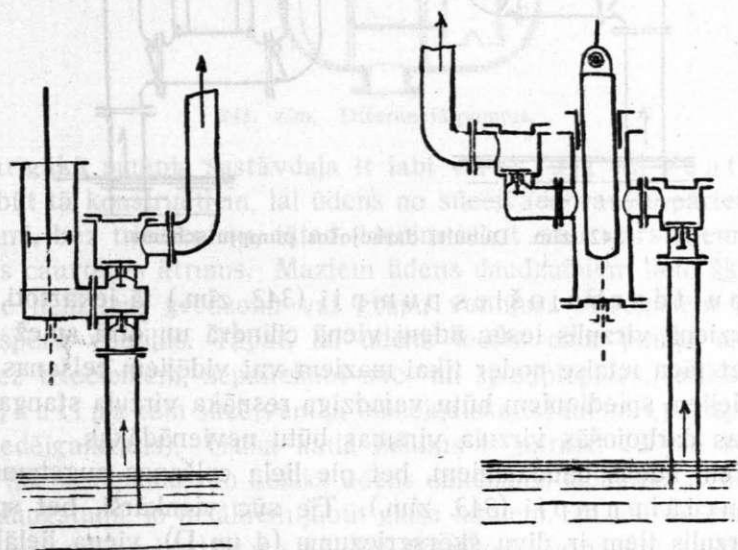
No pumpju sistēmām centrālajai ūdens apgādei lieto vienu no šādām 2 sistēmām:

- virzuļu pumpji;
- centrbēgu pumpji.

a) Virzuļu pumpji.

Virzuļu pumpji var būt vai stāvoši, pie kuřiem virzulis kustas vertikālā virzienā, vai guloši, ar horizontālu virzuļa kustību. Pēdējā gadījumā sūcaugstums var būt ne lielāks par 6 m.

Pumpja virzulis var būt ripas veidīgs, kas strādā ar vienu no savām virsmām, vai cilindrisks — plunžera virzulis, kas ūdeni spiež ar virzuļa tilpumu. Tātad izšķir vai vienkāršus virzuļa pumpjus, vai plunžerpumpjus. Vienkāršie ripas veidīgie virzuļi lietojami, ja celšanas augstums līdz 30 m, bet tie var ar laiku kļūt neblīvi. Plunžervirzuļi šai ziņā labāki, jo blīvējumi viegli pieejami un izlabojami.

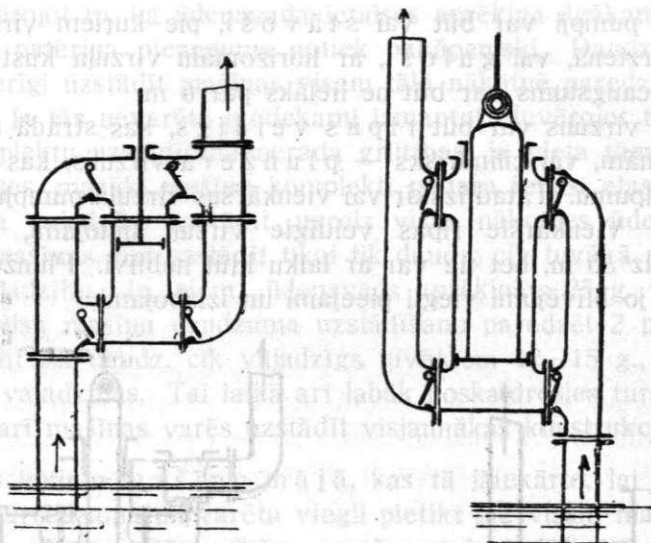


341. zīm. Vienkārši darbojošos pumpju schēma.

Attiecībā uz pumpju darbību izšķir: vienkārši, dubulti, trīskārtīgi, četrkārtīgi darbojošos pumpjus un vēl diferenciālpumpjus.

Vienkārši darbojošies pumpji (341. zīm.) lietojami mazākām ietaisēm ar mazu celšanas augstumu un mazu ūdens daudzumu. Tie iekārtoti tā, ka, virzulim uz augšu ejot, cilindrā attaisās sūcējventilis un ūdens tiek iesūkts pumpja cilindrā, turpretim atpakāļējot aiztaisās sūcējventilis un attaisās spiedējventilis, un ūdens tiek iespiests spiedējvadā.

Tādā ceļā notiek nevienāda spēka izmantošana virzulim uz augšu un apakšu, vai uz priekšu un atpakaļ (pie gulošiem pumpjiem) ejot. Lai spēka darbību izlīdzinātu, vajadzīgs pie lielākiem ūdens daudzumiem un augstākas ūdens celšanas iekārtot spara ratu vai pievienot vairāk pumpjus pie vienas vārpstas ar kloķiem, kas viens pret otru pārlikti pie 2 pumpjiem par 180° , 3 pumpjiem — 120° un 4 pumpjiem — 90° .

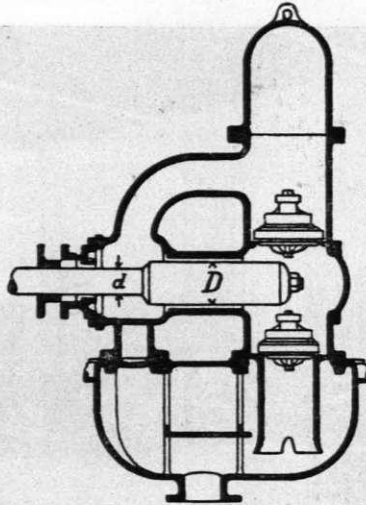


342. zīm. Dubulti darbojošos pumpju schēma.

Dubultdarbojošie pumpji (342. zīm.) tā iekārtoti, ka ejot vienā virzienā virzulis iesūc ūdeni vienā cilindrā un otrā spiež tai pašā laikā. Bet tāda ietaise noder tikai maziem vai vidējiem celšanas augstumiem. Lieliem spiedieniem būtu vajadzīga resnāka virzuļa stanga un līdz ar to abas darbojošās virzuļa virsmas būtu nevienādākas.

Maziem ūdens daudzumiem, bet pie liela celšanas augstuma noder diferenciālpumpji (343. zīm.). Tie sūc vienkārši, bet spiež dubulti. Virzulis tiem ir divu šķērsgriezumu (d un D), viena lielāka, otra mazāka, un katram virzulim ir sava darba telpa. Virzulim ejot uz priekšu, attaisās spiedējventilis un ūdens spiežas pa lielākai daļai spiedējvadā, bet daļa ietek arī mazā virzuļa telpā. Ejot virzulim atpakaļ, aiztaisās spiedējventilis un attaisās sūcējventilis, bet ūdens no mazās virzuļa telpas tiek spiests spiedējvadā. Tādai ietaisei tas labums, ka spēku izmanto vienādāk virzulim ejot kā uz priekšu, tā atpakaļ un pumpī ir tikai divi vārstuļi (ventiļi) viens uz sūcējvada, otrs spiedējvada, kā tas arī būtu vēlams pie dubultstrādājošiem pumpjiem. Diferenciālpumpji labi noder maza ūdens daudzuma pacelšanai uz lielu augstumu.

Virzuļa kustības ātrums ir pie maziem pumpjiem līdz 0,5 m/sec., pie lielākiem un vidējiem — 1 līdz 1,5 m/sec. Tādēļ arī virzuļa apgriezību skaits ir 60 līdz 160 katrā minūtē, bet pie ātri ejošiem, jaunas konstrukcijas pumpjiem pat līdz 350 apgr./1 min.



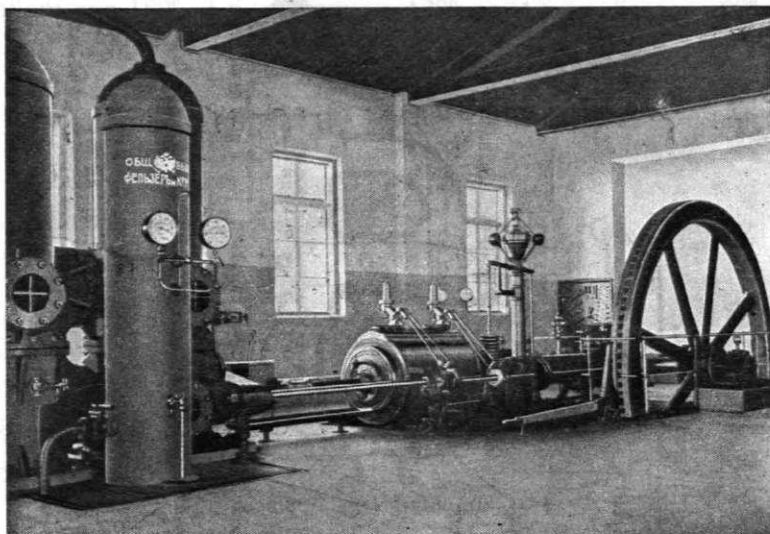
343. zīm. Diferenciālpumpis.

Svarīgākā pumpja sastāvdaļa ir labi vārstuļi vai ventiļi, kam vajaga būt tā konstruētiem, lai ūdens no sūcējvada varētu pāriet spiedējvadā rāmi, bez triecieniem, tātad ūdenim tekot caur vārstuļiem nedrīkst pacelties caurteces ātrums. Maziem ūdens daudzumiem lieto šķīvju ventiļus, pie lielākiem gredzenu vai grupu ventiļus. Ātrejošiem pumpjiem lieto atsperu ventiļus. Tāpat, lai ūdens tecētu caur pumpi un vadiem rāmi, bez triecieniem, nepalielinot sūc- un spiedpiepūles, ierīko gaisa vai vējkatlus zem sūcējventiļa (sūcējgaiskatls) un pāri par spiedējventiļi (spiedējgaiskatls). Gaisa katla lielums ir parasti 10—20 kārtīgs no pumpja ūdens tilpuma. Jo lielāks ūdens daudzums jāpumpē, jo lielāki sūc- un spiedaugstumi, jo lielākiem jābūt gaisa katliem. Ja vairāki pumpji izlej ūdeni kopīgā spiedējvadā, tad jāierīko tā, lai visi atsevišķu pumpju spiedvadi būtu pievienoti pie kopīga spiedējgaiskatla, no kura tad noiet kopīgais spiedējvads.

Virzuļu pumpju ietaisei (344. zīm.) vajadzīgas dažādas palīgietāises: sūcējvada pildīšanai, manometri, vakuometri, ūdensrādītājs pie gaisa katliem, apgriezību skaitītājs, smērietāises un t. t., kas mašīnas uzraudzībai un nevainojamai darbībai vajadzīgi.

Sūcējaugstums ir attālums no augstākās vietas cilindrā, parasti cieši pie spiedējventiļa apakšmalas, līdz sūcamā ūdens līmenim. Pielaujamais resp. iespējamais sūcējaugstums ir jo lielāks, jo augstāks ir atmos-

fēras spiediens, (tātad jo zemāk pumpis uzstādīts ģeodēziskā augstuma ziņā), jo zemāka ūdens temperatūra, jo tuvāk sūcējkatls pie cilindra, un jo mazāka berzes pretestība ūdenim ejot caur sūcējvadu un sūcējventilu. Pēc Gross'a pie atmosfēras spiediena 10 m (ūdensstaba), pie nevisai



344. zīm. Virzuļu pumpis Jelgavas ūdensvadā.

gara sūcējvada un pareiza sūcējventila lieluma, lielākais pieļaujamais sūcaugstums atkarībā no ūdens temperatūras ir sekojošs:

Ūdens temperatūra C	5	10	20	30	40	60	80	100
Sūcaugstums m	7,00	6,97	6,85	6,66	6,34	5,07	4,27	3,24

Ja jāpumpē šķidrumi ar līeāku īpatnējo svaru kā ūdenim, tad sūcēj-augstums ir attiecīgi mazāks, un otrādi — šķidrumiem ar mazāku īpatnēju svaru (piem., benzīnam) sūcēj-augstums būs attiecīgi lielāks.

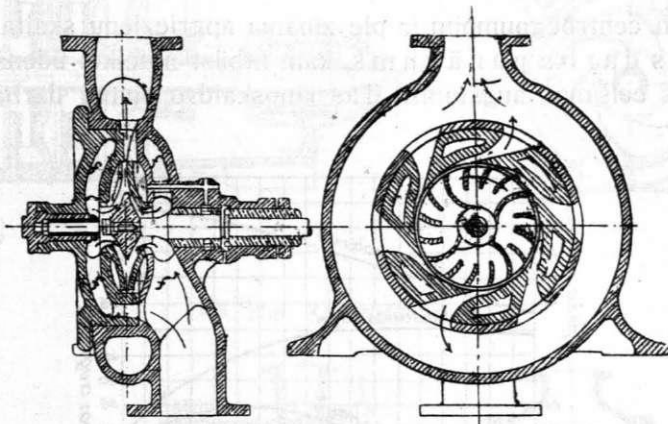
Virzuļu pumpjiem ir lielāks lietderības koef. kā centrifugāl-pumpjiem. Ar lietderības koef. saprot patiesi izdarīta darba dalīta ar motora šim mērķim teorētiski attīstamā darba kvocientu. Ja, piem., teorētiski pumpim būtu jāpaceļ 1 m^3 , bet patiesībā paceļ tikai $0,9 \text{ m}^3$, tad lietderības koef. būtu $\frac{0,9 \times 100}{1,00} = 90\%$. Labāko konstrukciju un izstrādājumu virzuļu pumpjiem lietderības koef. var būt 85 līdz 90%, kamēr pie parastajiem varētu pieņemt 80—85%.

Virzuļu pumpju labumu novērtē ar lielu sūcaugstumu un vieglu piesūkšanu, lielu lietderības koef. un iespējami lielu pielāgošanos ūdens svārstībām, grozot attiecīgi apgriezīenu skaitu. Tomēr virzuļu pump-

jiem ir arī savi ļaunumi. Tie ir dārgi, prasa plašu ievietošanas telpu un ir smagi; tiem ir daudz kustošu daļu, kas jāuztur kārtībā. Visu to ievērojot, virzuļu pumpji būs vietā tur, kur jāpumpē lieli ūdens daudzumi pie garjiem darba periodiem un kur var lietot tvaiku kā dzinējspēku.

b) Centrāl- (centrifugāl) pumpji.

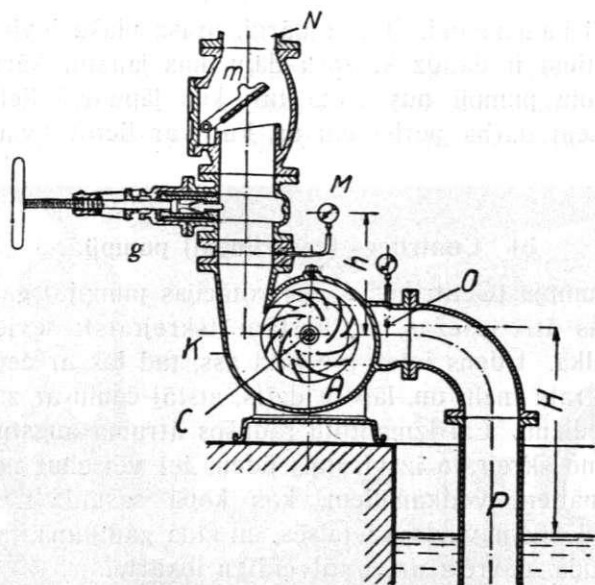
Centrāl- (centrifugāl-) pumpju galvenā sastāvdaļa ir rats kas ātri griežas, ar lāpstām (skrejrats), ievietots sevišķā čaulā vai apvalkā. Ūdens ietek pie rata ass, tad tas ar centrifugāls spēku tiek spiests uz rata malu un, lāpstu dzīts, atstāj čaulu ar zināmu ātrumu un zināmu spiedienu. Lai izmantotu radušos ātruma augstumu spiediena palielināšanai, no skrejrata izsviestais ūdens iet vēl caur nekustīgiem uz ārpusi paplašinātiem vedkanāļiem, kas kopā sastāda t. s. vedratu (345. zīm.). Pēdējais nav visās ietaisēs, un tādā gadījumā, tad telpa ārpus skrejrata ir gluda, dažreiz ar spirālveidīgu iekārtu.



345. zīm. Centrāl- (centrifugāl) pumpis ar vedratu.

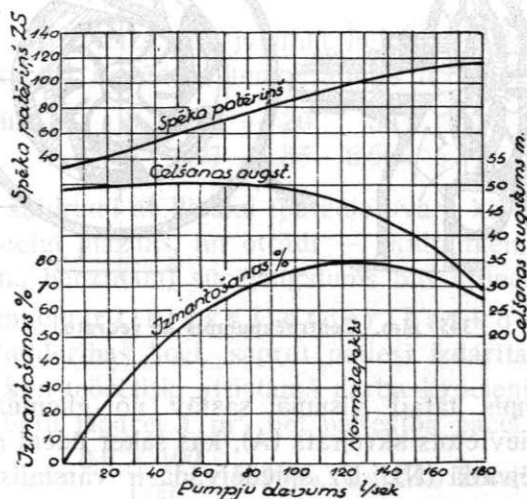
Centrāl- (centrifugāl) pumpis tātad visumā sastāv no gliemežveidīgas čaulas (346. zīm.), kurā ievietots skrejrats (A), kas saņē ūdeni no sūcējvada (P) un izspiež spiedējvadā (N). Uz spiedējvada ir vārstulis (m) un noslēgšanai aizlaidnis (g). Uz sūcējvada un spiedējvada ievietoti vakuometri un manometri.

Centrāl- (centrifugāl) pumpjus vēl nesen taisīja gandrīz vienīgi ar horizontālu vārpstu, tagad sastopami daudz vietās ar vertikālu vārpstu.



346. zīm. Schēmatisks centrālējūdenspumpis.

Katram centrālējūdenspumpim ir pie zināma apgriezienu skaita v i s i z d e v ī g ā k a i s d a r b a p a n ā k u m s, kam atbilst noteikts ūdens daudzums un noteikts celšanas augstums. Tas jānoskaidro pumpi darbā laižot, un

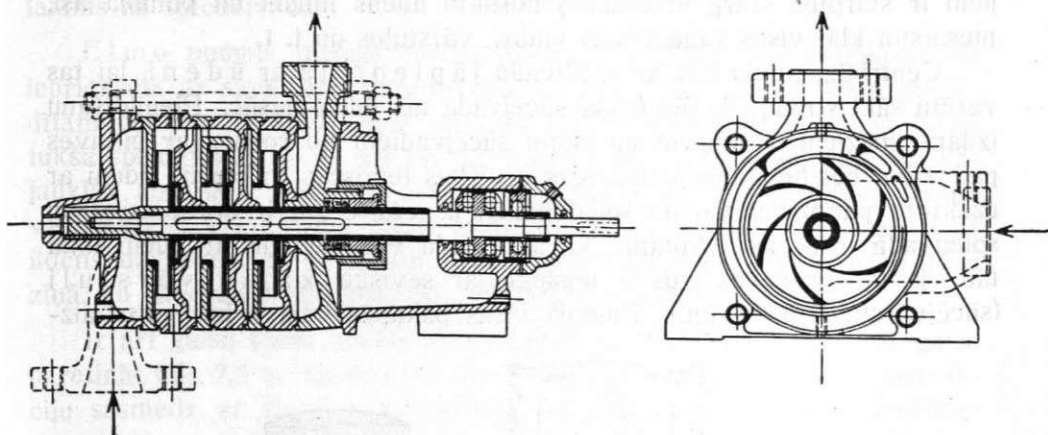


347. zīm. Piemērs pumpja izmantošanas reizuļa noteikšanai.

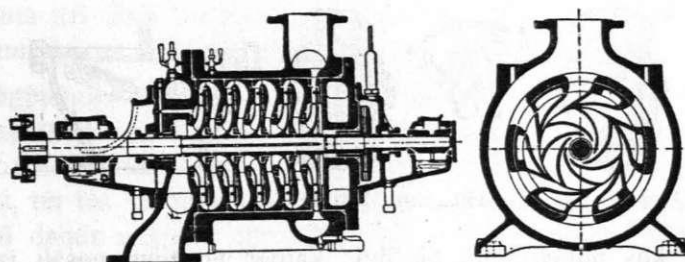
sastādot attiecīgas diagrammas no novērojumiem (piem., 347. zīm.). Ja apgriezienu skaits nesaskan ar visizdevīgāko, tad mašīnas efekts ir mazāks un jo sliktāks, jo atkāpšanās no visizdevīgākā ir lielāka. Ja palielina

celšanas augstumu, tad samazinās paceltais ūdens daudzums, bet ar celšanas augstuma samazināšanu var pacelt lielāku ūdens daudzumu ar to pašu pumpi. Celšanas augstums ir arī proporcionāls apgriezienu skaita kvadrātam. Saskaņas rēgulēšanai lieto dažādus paņēmienus. Apgriezienu skaitu grozot (iespēja paredzama pie katras ietaises) pat nedaudz, tas jau atsaucas lielākā mērā uz celto ūdens daudzumu. Ja arī apgriezienu skaita grozījuma ietaise nav paredzēta, ūdens daudzumu var rēgulēt ar aizlaidni uz spiedējvada. Aizgriezienu skaits pie centrālģpumpjiem ir ap 500 līdz 3.000 vienā minūtē un tādēļ tie ļabi piemēroti ātri kustošiem dzinējiem: elektromotoriem, dīzelmotoriem, gāzes, petrolejas un t. l. motoriem.

Mazi ūdens daudzumi, pie liela celšanas augstuma, prasa lielu apgriezienu skaitu, un lietderības efekts ir vienam skrejratam neliels. Tādā gadījumā lieto mašīnas ar 2 un vairāk skejratiem (348. un 349.



348. zīm. Centrģpumpis.



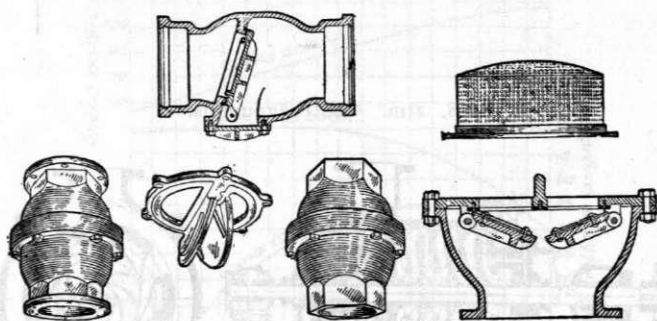
349. zīm. Zulcera augstspiediena centrģpumpis ar 5 pakģpēm.

zīm.) uz tās pašas vģrpstas un tai pašā čaulģ. Ūdens tad tek pakģpeniski cauri abiem ratiem. Rģtu skaitu apzīmģ ar pumpģa pakģpģm, tģtad izšķir viēnpakģpes un vairģkpakģpģu centrģpumpģus. Parasti pakģpģju skaits ir jģ lielģks, jģ lielģks ir celšanas augstums. Vienas pa-

kāpes pumpjos var sasniegt gan spiedaugstumu līdz 70—80 m, bet tikai pie liela apgriezīnu skaita (32—35 m/sec.). Lielam celšanas augstumam labāk noderīgi vairākpakāpeniski pumpji. Ūdens ātrumam pie izejas iz pumpja spiedvadā nevajadzētu būt lielākam par 2 m, kas sasniedzams ar attiecīgu konstrukciju.

Sūcaugstums centrēgpumpjiem ir mazāks kā virzuļu pumpjiem, un parasti jāpieļauj ne lielāks par 4—5 m un tikai sevišķi labām konstrukcijām un izdevīgiem apstākļiem (taisns sūcējvads, neliela garuma) var sasniegt 6 m. Ļoti svarīgi ir sevišķi pie centrēgpumpjiem, lai sūcējvads un blīvslēgs sūcējpusē būtu pilnīgi blīvi, un nevarētu sūcējvadā attīstīties gaisa maki. No piedzīvojumiem novērots arī, ka pie lieliem celšanas augstumiem centrēgpumpji ar mazu skaitu pakāpju sūc slikti, sevišķi tie, kuos ūdens ietek aksiāli (ass virzienā), un tādā gadījumā vajadzīgs lielāks pakāpju skaits. Sūcaugstums centrēgpumpjiem ir starpība starp vizemāko nosūkto ūdens līmeni un pumpja asi, piesaistot klāt visus zaudējumus vados, vārstulos un t. t.

Centrēgpumpis līdz ar sūcējvadu jāpiepilda ar ūdeni, lai tas varētu sākt strādāt, jo pie tukša sūcējvada tas ūdeni nesūc. Piepildīšanu izdara maziem pumpjiem un īsiem sūcējvadiem no rokas, ar piltuves palīdzību, bet lielākiem vajadzīgas sevišķas ietaises: vai ielaiž ūdeni ar ežektora palīdzību, vai no spiedējvada, ja ietaise jau ir darbojusies un spiedvadā ir ūdens. Protams, ka sūcējvadu var piepildīt ar ūdeni tikai tad, ja tā apakšējais gals ir noslēgts ar sevišķu kājas vārstuli (sūcējvārstuli) (350. zīm.). Pumpja visās pakāpēs vajaga būt gaisa aiz-



350. zīm. Kājas vārstulis.

griežņiem, kas paliek vaļā tik ilgi, kamēr no tiem nesāk izlīt ūdens, pumpjiem piepildoties, un tātad nav izgājis viss gais. Tad aiztaisa gaisa aizgriežņus un aizlaidni uz spiedējvadu un, ieslēdzot motoru, laiž pumpi vaļā. Kad sasniegts pilns apgriezīnu skaits un spiediens pumpī pietiekami pacēlies, attaisa lēnām aizlaidni uz spiedējvadu un pumpis sāk strādāt pilnā gaitā.

Pie lielākiem sūcējvada diametriem (piem., 500 mm un vairāk) kājas vārstulis ieņemtu daudz vietas, un konstrukcija arī būtu grūtāka. Tādos gadījumos nepielej pumpi un sūcējvadu ar ūdeni, bet no tiem izpumpē gaisu ar vakuumpumpi. Kājas vārstulis tad nav vajadzīgs, tātad arī sūkšanas darbs būs atvieglots, jo nebūs jāpārvar pretestība vārstulī. Izrādījies, ka vakuums sūcējvadā tādā ceļā labāk sasniedzams kā ūdeni iepildot.

Pumpi apturot vispirms jānoslēdz aizlaidnis uz spiedējvada, un tad tikai pumpis jāaptur.

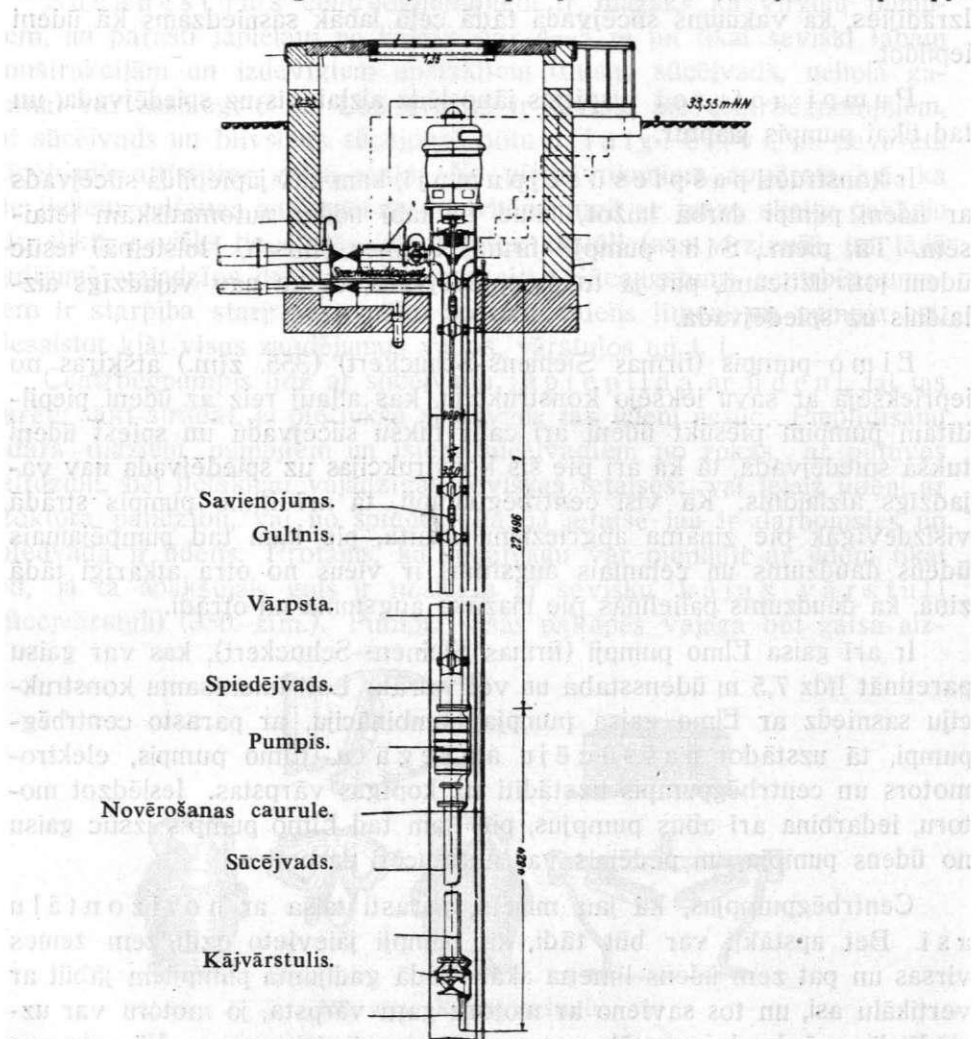
Ir konstruēti pašpiesūcējpumpji, kam nav jāpiepilda sūcējvads ar ūdeni pumpi darbā laižot, tātad tie labi noder automatiskām ietaisēm. Tā, piem., Sihi pumpji (firmas Siemen Hirsch, Holsteinā) iesūc ūdeni ļoti uzticami, pat ja tukšs spiedējvads, tā ka nav vajadzīgs aizlaidnis uz spiedējvada.

Elmo pumpis (firmas Siemens-Schuckert) (355. zīm.) atšķiras no iepriekšējā ar savu iekšējo konstrukciju, kas atļauj reiz ar ūdeni piepildītā pumpim piesūkt ūdeni arī caur tukšu sūcējvadu un spiest ūdeni tukšā spiedējvadā, tā ka arī pie šīs konstrukcijas uz spiedējvada nav vajadzīgs aizlaidnis. Kā visi centrālēgpumpji, tā arī Elmo pumpis strādā visizdevīgāk pie zināma apgriezīenu skaita, pie kam tad pumpējamais ūdens daudzums un ceļamais augstums ir viens no otra atkarīgi tādā ziņā, ka daudzums palielinās pie mazāka augstuma un otrādi.

Ir arī gaisa Elmo pumpji (firmas Siemens-Schuckert), kas var gaisu pareināt līdz 7,5 m ūdensstaba un vēl vairāk. Ļoti interesantu konstrukciju sasniedz ar Elmo gaisa pumpja kombināciju, ar parasto centrālēgpumpi, tā uzstādot pašsūcēju agregātu. Elmo pumpis, elektromotors un centrālēgpumpis uzstādīti uz kopīgas vārpstas. Ieslēdzot motoru, iedarbina arī abus pumpjus, pie kam tad Elmo pumpis izsūc gaisu no ūdens pumpja, un pēdējais var netraucēti darboties.

Centrālēgpumpjus, kā jau minēts, parasti taisa ar horizontālu asi. Bet apstākļi var būt tādi, ka pumpji jāievieto dziļi zem zemes virsas un pat zem ūdens līmeņa akā. Tādā gadījumā pumpjiem jābūt ar vertikālu asi, un tos savieno ar motoru gaŗa vārpsta, jo motoru var uzstādīt līmenī daudz augstāk par pumpi un pat virs zemes. Vārpsta var būt ievietota blakus ar spiedējvadu, vai arī iet caur spiedējvadu (351. un 353. zīm.). Pumpis iegremdēts dziļi akā un sūcējvads ar kājas vārstuli, kas atrodas zem pumpja, var būt tik gaŗš, cik to pielaiž ūdens uzsūkšanas iespējamība (4—5 m). Līdzīgā kārtā var arī Elmo pumpjus izmantot kā dziļumpumpjus (354. zīm.). Pats pumpis var atrasties virs zemes un var būt kombinēts ar motoru. Akā ir ielaists Elmo dziļsūcējs,

kas ir ūdens strāvas pumpis (ežektors), savienots ar īsto pumpi 2 cauruļu vadiem. Viena caurule ved ūdeni, piesūktu no ežektora, uz pumpi. Te tad daļa ūdens nodalās, un to pievada ar otru vadu ežektoram, kamēr pārējais ūdens iet no pumpja spiedējvadā. Ietaise var būt ierīkota līdz 30 m augstumam, no nopumpētā ūdens līmeņa līdz pumpja



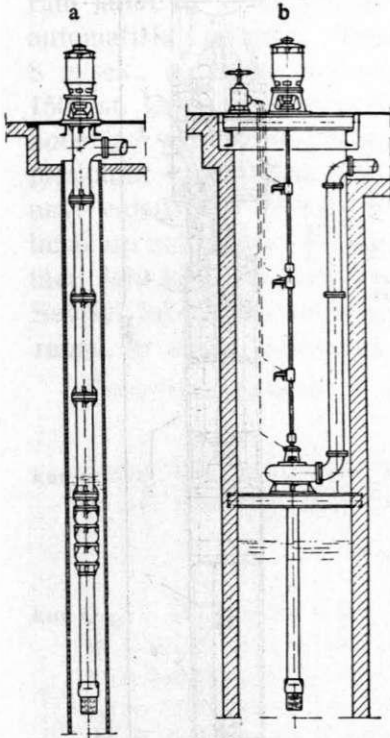
351. zīm. Dziļpumpja ietaise.

vidum, un ūdens daudzumiem līdz 20 l/min., tātad tikai mazākām ietaisēm (atsevišķām mājām vai nelieliem māju kompleksiem).

Ir arī dziļpumpji, kas kopā ar motoru tiek iegremdēti akā (356. zīm.). Jaunākā laikā tādas konstrukcijas sāk ieviesties. Protams, ka aku diametram jābūt diezgan lielam, lai varētu šādus

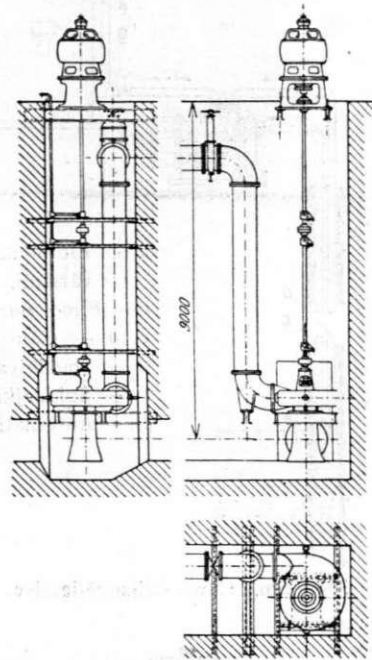
pumpjus nogremdēt, piem., $d = 250\text{--}300$ mm, attiecīgi no pumpja konstrukcijas.

Salīdzinot virzuļu pumpjus ar centrālā bēgpumpjiem, pirmajiem nāk par labu tiem iespējamais lielākais sūcāugstums un lielākais lietderības koeficients, tātad mazāks spēka patēriņš. Turpretim centrālā bēgpumpjiem par labu nāk to vienkāršība, lētums, maza telpa, mazi rīcības izdevumi, drošība rīcībā un tas, ka nav ūdens triecienu vados. To ievērojot, daudreiz tos lieto pat tad, ja gada izdevumi (ievērojot lielāku spēka patēriņu), ierēķinot procentus un amortizāciju, iznāktu ne-



a — Vārpsta, sūcēvadā.
b — Vārpsta, atsevišķi.

352. zīm. Dziļpumpja iebūve.



353. zīm. Centrālā bēgpumpis ar vertikālu asi.

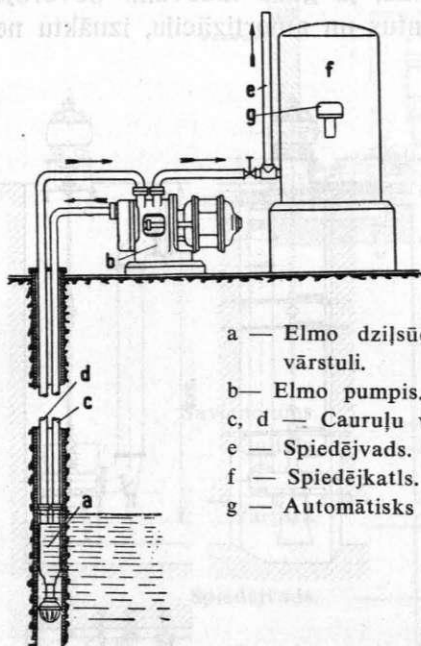
daudz lielāki par virzuļu pumpjiem. Sevišķi centrālā bēgpumpji ir vietā, kad jāceļ lielāks ūdens daudzums uz samērā nelielu augstumu.

30. Dzinējspēks.

Pumpju nodarbināšanai var lietot dažādus spēka avotus. Izvēloties jāievēro darbības uzticamība, ātra darbā laišana un cik iespējams vienkārša apkalpošana, kam sevišķi liela nozīme pie mazām ietaisēm. Visās

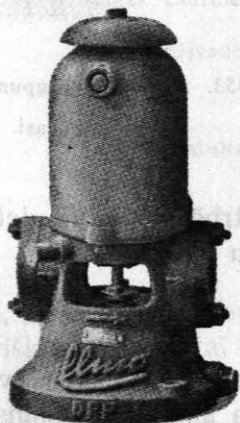
ietaisēs jāparedz rezerves spēka avots, vislabāk tāds, kas pilnīgi neatkarīgs no pastāvīgi lietojamā dzinējspēka. Piem., ja stacija strādā parasti ar elektrisku enerģiju, ieteicams rezervei paredzēt dīzeļmotorus, lai viena spēka avota apstāšanās gadījumā varētu lietot otru.

Spēka avoti, kas nozīmīgi ūdens apgādes jautājumā ir: vējš, tvaiks, iekšdegu spēka mašīnas, elektrība, ūdens. Vējš un ūdens uzskata-

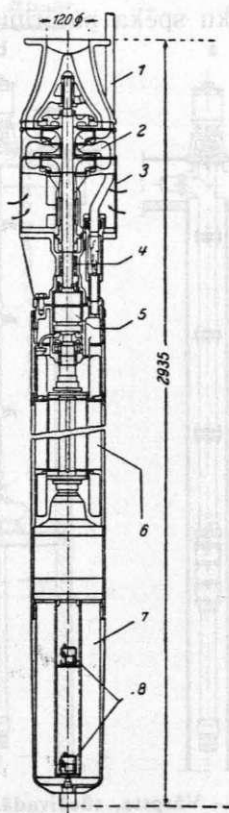


- a — Elmo dziļšūcējs ar kājas vārstuli.
 b — Elmo pumpis.
 c, d — Cauruļu vadi.
 e — Spiedējvads.
 f — Spiedējkatls.
 g — Automātisks ieslēdzējs.

354. zīm. Elmo dziļšūcējietais.



355. zīm. Mazais Elmo pumpis.



1. Elektrības un spiestā gaisa pievadi.
2. Pumpis.
3. Skārda filtrapvalks.
4. Blīvslēgs.
5. Savienojums.
6. Motors.
7. Motora ūd. reģ.
8. Plūdiņa kontakts.

356. zīm. Dziļpumpis kopā ar motoru Frankfurtē pie Mainas.

tāmi par reti lietojamiem spēka avotiem, vairāk gan tikai mazām ietaisēm; kamēr lielām ietaisēm lieto tvaiku, elektrību un iekšdegu spēka mašīnas.

a) Vēja motori.

Vēja motoru lieto atsevišķām saimniecībām, it īpaši uz laukiem (719. l. p.). Tos uzstāda uz augstiem jumtiem, vai sevišķām augstām sastatnēm, tā ka rata apakšmala lai nebūtu mazāk par 2 līdz 3 m augstāk pāri visām ēkām, kokiem, kā arī pakalniem līdz 300 m attālumā. Motoram jābūt tā ierīkotam, lai tas pie vēja ātruma, lielāka par 10 m/sek., automātiski izslēgtos. Visizdevīgāk var strādāt ar vēja ātrumu 5 līdz 8 m/sek., un tādu var mūsu klimatā sagaidīt varbūt kādas 1000 līdz 1500 st. gadā. Galvenais ļaunums vēja spēka lietošanā ir tas, ka nevar noderīgo vēju paredzēt, tas neatkārtojas periodiski, un tādēļ ietaisi grūti pieskaņot vajadzībām. Lai nebūtu jācieš ūdens trūkums laikā, kad vēja nav, vajadzīgas lielas ūdens krātuves, varbūt 2 nedēļu un vēl lielākam patēriņam. No higiēniskā viedokļa nevarētu celt iebildumus pret tādu lielu krātuvju ierīkošanu, ja ūdens avots ir tāds, kas dod tīru ūdeni. Sevišķi labi ūdens uzglabājas krātuvēs, kas izbūvētas pēc cisterņu parauga, ar smilšu pildījumu (218. l. p.).

Ūdenskrātuves tilpumu v var (pēc Kalabugana) izteikt ar formulu:

$$v = Q(1 + t),$$

kur apzīmē: Q — ūdens patēriņu diennaktī un t — dienu skaitu bezvēja periodā.

Ja nav rezerves dzinējspēka, tad vēja dzinēja lielums jānosaka ar formulu:

$$Q_{dz} = Q + \frac{Q(t+1)}{t_x}$$

kur Q_{dz} — vēja dzinēja nepieciešamā jauda,

Q — ūdens patēriņš diennaktī,

t — bezvēja perioda dienu skaits,

t_x — vēja periodā dienu skaits, starp 2 bezvēja periodiem.

Ja ir rezerves dzinējspēks, tad ūdens krātuves lielumu parasti pieņem līdzīgu vienas diennakts patēriņam.

Jāparedz arī kāds rezerves spēks, ja negaidīti ilgi uzturētos bezvēja laiks. Lauku saimniecībā dažreiz tam mērķim var noderēt zirgu ģēpelis. Vislabākais nodrošinājums var būt, ja saimniecībā ir elektrība. Arī lokomobīle vai kāds iekšdegu motors noder, ja tādi saimniecībā ir.

b) Ūdensspēka mašīnas.

Ūdensspēka tieša izmantošana lielākām ūdens apgādes ietaisēm reti sastopama, un sastopama vairāk gan atsevišķās saimniecībās. Bet gan ūdens spēku izmanto elektriskām centrālēm, kas ražo strāvu, no kuņas daļu var izmantot arī ūdens apgādē pumpju nodarbināšanai, jo

centrālē ražotu elektrību pievada kā pilsētām, tā atsevišķām lauku saimniecībām. Centrālēs ražojamā ūdensspēka jauda atkarīga no ūdens caurteces daudzuma upē un no krituma. Ūdens daudzums upē jāizpētī ar sistematiskiem mērījumiem vairāk gadu no vietas, pēc kam lielās upēs ūdens daudzumu aprēķina no upes dzīvgriezuma, t. i. tās šķērsriezuma daļas, kuŗu ieņem ūdens, un no ūdens tecēšanas ātruma. Dzīvgriezuma noteikšanai vajadzīgs novērot sistematiski ūdens līmeni upē, pie uzstādītām mērišanas latēm. Ūdens ātrumu izmēri dažādā ceļā, ar sevišķiem instrumentiem (piem., Voltmaņa hidrometriskā spārna aparātu). Tātad ūdens daudzums Q upē ir līdzīgs dzīvgriezumam F , pareizinātam ar vidēju tecēšanas ātrumu v caur dzīvgriezumu:

$$Q = F \cdot v.$$

Izmantojamo kritumu H var dabūt ar tiešu līmetņošanu. Lai iegūtu lielāku izmantojamo kritumu, ūdens līmeni augšpus centrāles vietas paceļ upē, iebūvējot aizsprostu, līdz ar to arī uzkrājot augšpus aizsprosta zināmu ūdens daudzumu, kas atvieglo centrāles vienmērīgu darbību.

Zinot izmantojamo ūdens daudzumu Q — m^3 /sek., un izmantojamo kritumu H — m , var aprēķināt iegūstamo jaudu ZS :

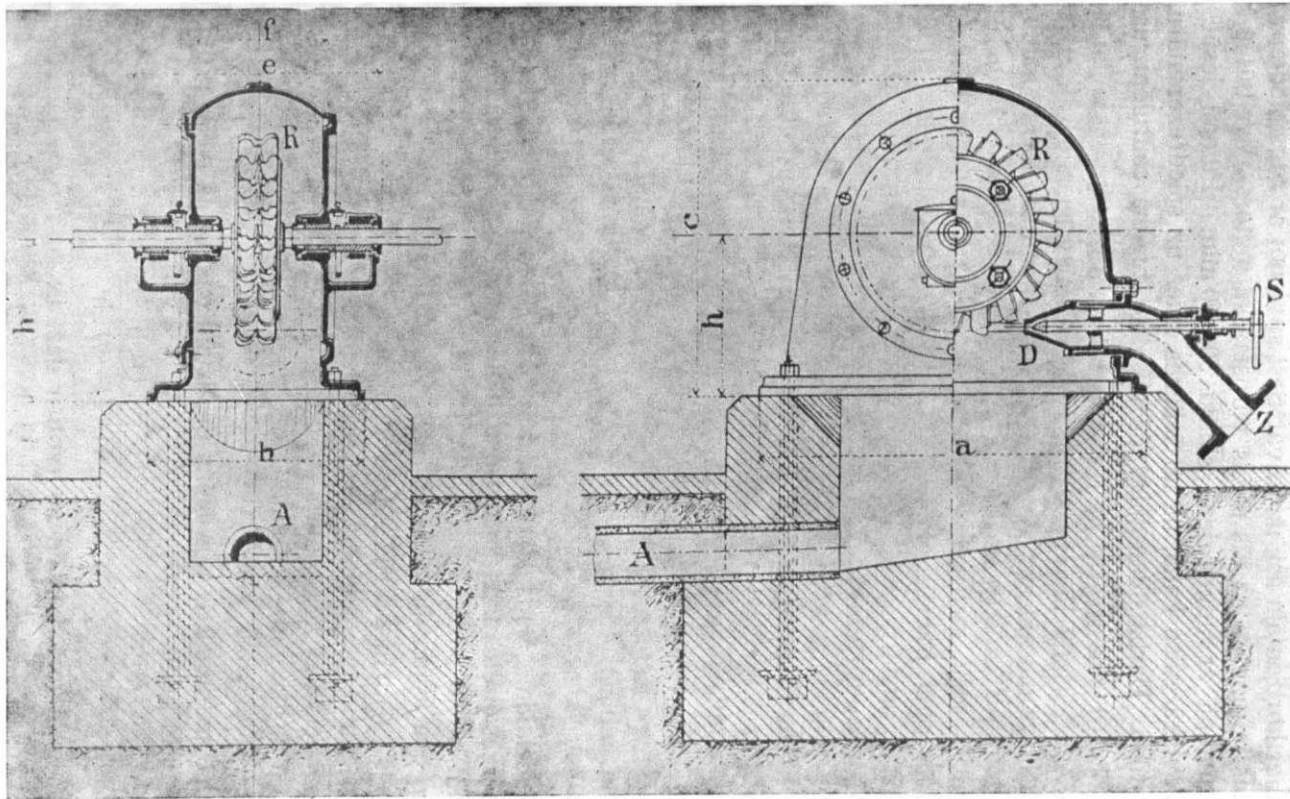
$$N = \frac{n \cdot 1000 \cdot Q \cdot H}{75}$$

kur n — apzīmē mašīnas lietderības koef. un $1 m^3$ ūd. = 1000 kg. Spēka mašīnas uzstāda krituma apakšā un tām pievada ūdeni no augšējā uzstādīnājuma ar darba vadu, ko taisa no tērauda vai koka caurulēm un noliek ar kritumu $1 : 1000$ līdz $1 : 3000$ (ja ūdens nenāk no liela augstuma). Ūdens ietece darba vadā jāizsarga no cietu priekšmetu ietiekšanas ar restu vai sietu konstrukciju. No spēka mašīnas ūdeni novada ar cik iespējams īsu kanāli uz upi.

Kā spēka mašīnas izmanto ūdensratus vai turbīnas. Ūdensratus tagad lieto reti, jo tie apgriežas lēni (3 līdz 8 reiz minūtē) un to nevar pieskaņot ātri ejošiem pumpjiem, tātad būtu jālieto tikai virzuļu pumpji, kas gan arvien nav izdevīgi, kā jau norādīts. Turbīnu sistēmas ir dažādas. Francis turbīna pieskaitāma pie t. s. reakcijas vai pārspiediena turbīnām, kas lietojamas visiem kritumiem līdz 250 m un dažādiem ūdens daudzumiem. Tā viegli rēgulējama, ērti uzstādāma un strādā ar lielu apgriezīenu skaitu.

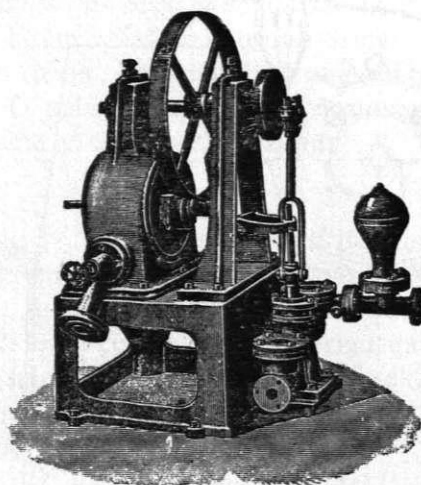
Propellerturbīna, Brines inž. Kaplana izgudrota, ar nekustamām vai grozāmām lāpstām, noderīga pie kritumiem līdz 20 m. Apgriezīenu skaits ir vēl lielāks kā Francis turbīnām.

Peltonrats vai kausiņu rats (357. un 358. zīm.) lietojams, ja kritumi lielāki par 250 m, bet var lietot arī mazākiem kritumiem, ja Francis



357. zīm. Peltonrats.

turbīna nebūtu vēlams tās lielā apgrieziena skaita dēļ. Peltonmotors ir turbīna ar horizontālu asi, un to var tieši apvienot ar augstspiediena pumpēm, kas ir montēti uz tās pašas vārpstas kā motors. Var būt 2 stāvoši plunžerpumpji ar apgrieziena skaitu 50—60/min. Pumpji iesūc avota ūdeni sevišķā gaisa katlā, un no šejienes spiež uz spiedrezervuāru, izdalīšanai tīklā. Darba ūdens pievadu taisa no čuguna caurulēm, un uz tā



358. zīm. Peltonmotora skats.

ievieto aizlaidni. Vads jāliek, ja iespējams, bez likumiem, lai nepalielinātos berzes pretestības un nesamazinātos darba spiediens. Darba ūdeni var ņemt no tā paša ūdens avota, no kuŗa ņem ūdeni apgādei, vai var ņemt no cita avota, ja tas izdevīgāk. Ja apzīmējam ar:

Q — vajadzīgo darba ūdens daudzumu;

q — pumpējamo ūdeni apgādei;

H — celšanas augstumu;

h — darba vada kritumu;

η — lietderības koef.,

tad pirmā gadījumā, ja abi ūdens daudzumi nāk no tā paša avota, ieteic rēķināt ar formulu:

$$q = \frac{\eta \cdot Q \cdot h}{H - (1 - \eta) \cdot h}$$

Otrā gadījumā, kad ūdens avoti ir dažādi:

$$q = \eta \cdot \frac{Q \cdot h}{H}$$

Darba ūdens var būt higiēniski mazāk labs, un arī gadījumi būs reti tādi, kad varētu visu ūdeni ņemt no viena un tā paša avota. Peltonrata

lietderības koef. ir 75 līdz 80%, un ja arī pumpja lietderības koef. ir 70%, tad visas ietaises kopā $\eta =$ ap 50%. Koef. η — pieaug līdz ar pievadcaurules krituma palielināšanos.

c) Tvaika mašīnas.

Lielām ūdens apgādes ietaisēm vēl samērā nesen (priekš pasaules kara) tvaiks bija parastais spēka avots, un tagad ietaise ūdens apgādei ar tvaika spēku sastopamas gan vairāk tur, kur tās jau agrāk bija taisītas; jaunākās ietaises reti ierīko ar tvaika mašīnām. Lietojot ātrejošus pumpjus (centrbēgp.), arī dzinējmašīnām jāattīsta liels ātrums. Tam mērķim gan noder arī tvaika turbīnas, bet parasti lieto dīzeļmotorus vai elektromotorus. Tā, piem., Maskavā Rubļovas ūdens iestādes pirmā izbūvē bija tvaika mašīnas, otrā turpretim dīzeļmotori un centrālā pumpji. Rīgas vecajā Bukultu stacijā strādā jau no 1904. g. tvaika mašīnas un virzuļu pumpji, jaunajā Zaķu muižas iestādē turpretim uzstādīti centrālā pumpji, dzīti ar elektrību, ko piegādā Kēguma elektriskā centrāle, un kā rezerves mašīna elektrības sagādāšanai uzstādīts dīzeļmotors un atsevišķs ģenerators.

Tvaika mašīnām ir viens nenoliedzams labums tas, ka tās var mainīt savu apgriezību skaitu un tā var pieskaņoties lielākam ūdens patēriņa gadījumam, kam sevišķa nozīme mazākās ietaisēs ar nedaudz agregātiem.

Tvaika spēka ietaise sastāv no tvaika katliem un tvaika mašīnām. Pirmie noder tvaika ražošanai, otrie tvaika izmantošanai spēka ražošanai. Tvaika katli var būt dažādas konstrukcijas. Izšķir, piem., katlus ar lielu ūdens tilpumu (vien- un divliesmu cauruļu katli), kas lietojami mazās un vidējās ietaisēs, un ūdens cauruļu katli ar lielu sildvirsmu uz mazas pamata virsas, kas tātad labi telpas izmantošanas ziņā. Pārvietojamās lokomobiles, kuņģa katli un mašīna apvienoti vienā komplektā, lieto reti, un tikai provizoriskos gadījumos. Stacionārās lokomobiles senāk lietoja daudzos gadījumos, pie kam tādas lokomobiles bija pat līdz 1.000 ZS jaudas.

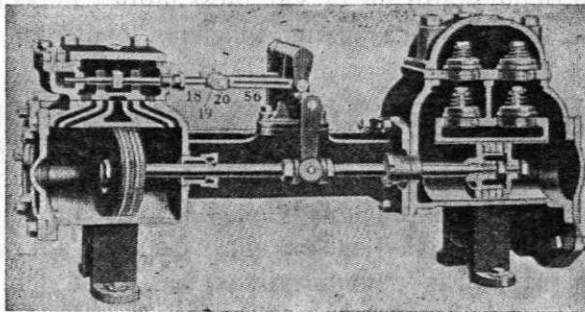
Tvaika katlu sistēmu izvēloties, katrreiz jāpūlas izvēlēties tādu, kas dod iespēju izdevīgāk izmantot vietējos kurināmos materiālus un iegūt tvaiku ar vismazākiem izdevumiem. Tvaika katli padoti fabrikas inspektora uzraudzībai.

Šobrīd katra tvaika spēka ietaise strādā ar pārkarsētu tvaiku, kas ir sauss un nedod zaudējumus pie kondensācijas. Parastais tvaika spriegums ir 10 līdz 12 atm., bet modernās karsttvaika mašīnās pat līdz 100 atm., ar mašīnas apgriezību skaitu 80—150 min. No piedzīvojumiem

izrādījies, ka pārkarsēšanas robeža pie karsttvaika mašīnām ir 350—400°C pie katla un 320—350°C pie mašīnas.

Kondensācija notiek ar aukstu ūdeni, pie kam pie virzuļu mašīnām tvaiku ielaiž dzesināmā ūdenī, kamēr tvaika turbīnām lieto parasti virsmas kondensāciju, kur tvaiks atdziest pie misiņa cauruļu virsmām un pa caurulēm cirkulē aukstais, dzesināšanai lemtais ūdens. Ja dzesināšanai nav pieejams pietiekamā daudzumā auksts ūdens, tvaika kondensācijai izbūvē dzesināmu torni, laižot tvaiku caur gaisu.

Tvaika spēka mašīna var būt virzuļu mašīna vai turbīna. Virzuļu mašīnas ir dažādu sistēmu, atkarīgi no to uzbūves vai darbības veida. Ir stāvošas vai gulošas mašīnas, vien- vai vairākcilindru, vienas ekspansijas pakāpes vai vairāk pakāpju, ar vai bez kondensācijas. Apgriezienu skaits, kā jau minēts, var būt 80 līdz 150 vienā minūtē. Pie mašīnu jaudas līdz 100 ZS, reti vairāk, parasti lieto viencilindru mašīnas. Pie lielākas jaudas dodama priekšroka divpakāpeniskai ekspansijai, iekārtojot augst- un zemsprieguma cilindrus vienu aiz otra. Pie ļoti lielas jaudas lieto trīskārtīgas ekspansijas mašīnas. Virzuļu tvaika mašīna parasti apvienota ar virzuļa pumpi uz 1 vārpstas, tādēļ arī nosaukums tvaika pumpis (359. zīm.).



359. zīm. Tvaika pumpja griezum.

Tvaika turbīnas lieto pie lielas jaudas, un tās jau pie 500 ZS patērē mazāk tvaika kā virzuļa tvaika mašīnas. Tvaika turbīnām apgriezienu skaits ir 1.000 līdz 9.000 (min.) un tātad tās dabiski kombinējamas ar ātrskrejošām mašīnām: centrālpumpjiem, sastādot agregātu, kušu nosauc par turbopumpi. Tvaika turbīnas ieņem maz vietas, ērtas un lētas apkalpošanā, un arī smērmateriālu patēriņš ir mazs, jo pašās turbīnās nav tādu daļu, kas būtu jāieziež, un tātad arī tvaiks nesajaucas ar eļļu un kondensāts praktiski ir bez eļļas, un to var lietot tieši atkal katla barošanai.

Turbīnu ar pumpi savieno ar zobratu transmisiju. Ja turbīnas apgriezienu skaits minūtē ir, teiksim, 5.000—8.000, tad pumpja apgriezienu skaits var būt 600—800. Turbopumpju slodze var būt 2.000 līdz 5.000 m³/st. un vairāk.

d) Iekšdegu spēka mašīnas.

Ar iekšdegu spēka mašīnām saprot tādas mašīnas, kur kurināmās vielas pārvēršana mehāniskā enerģijā notiek pašā mašīnā. Tādā ceļā panāk labāku degvielas izmantošanu kā tvaika spēka ierīcē, kur tvaiku ražo atsevišķi no spēka mašīnas. Visām iekšdegu mašīnām ir tas īpatnējais, ka degvielu maisījums ar gaisu jāievada darba cilindrā pēc iespējas vēsā veidā. Tātad darba cilindrs jādzesina. Dzesināšanai vajadzīgais ūdens daudzums ir diezgan liels, bet atkarīgi no mašīnas sistēmas tas ir dažāds. Vidēji var pieņemt 20 līdz 30 l uz 1 ef. ZS st., kamēr dizelmotoriem ir vajadzīgs 10—15 l, bet sūcgāzes motoriem daudz vairāk, un proti, 30—45 l, jo te vajadzīgs ūdens arī gāzes mazgāšanai un izgarošanas procesam. Lielākie skaitļi attiecināmi uz mazākām mašīnām.

Iekšdegu mašīnās izšķir eksplozijas motorus un līdzspiediena motorus. Eksplozijas motoriem degvielu (gāzes, garaiņu vai miglas veidā) kopā ar attiecīgu gaisa daudzumu ievada darba cilindrā, kurā maisījums eksplodē. Līdzspiediena motoriem degvielu ievada cilindrā tā, lai sadegšana notiktu pamazām.

Atkarīgi no darbības iekārtas izšķir divtaktu mašīnas (divas virzuļa dažāda virziena kustības, kas kopā dod 1 apgriezienu) un četr taktu mašīnas (divreiz dažāda virziena virzuļa kustība, tātad virzuļa 2 apgriezieni).

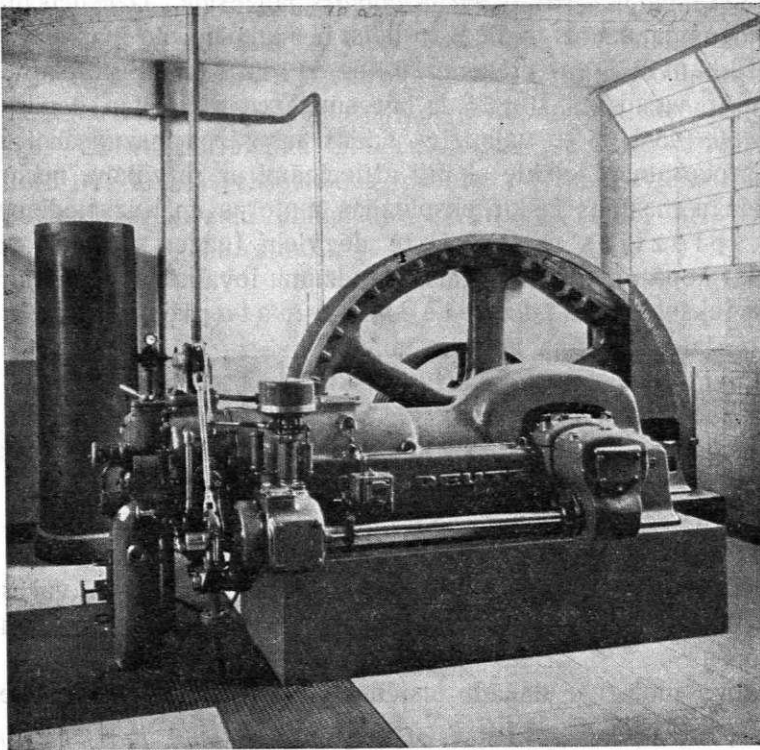
Iekšdegu mašīnu darbības sākums jāierosina ar sevišķiem līdzekļiem (tvaika mašīna sāk strādāt pati no sevis, tiklīdz tajā sāk iēplūst tvaiks). Mazākas mašīnas iedarbina no rokas, ar kloķa vai sparrata griešanu. Pie lielākām mašīnām, vairāk par 15 ZS, iedarbināšanai lieto spiestu gaisu.

Iekšdegu motori ir dažādu sistēmu, atkarīgi no tā, kādas degvielas lieto un kādā veidā tās lieto.

Gāzes motoriem var izmantot vai nu parasto gaismas gāzi, vai izgatavot sevišķu spēka gāzi. Gaismas gāze (siltumspēja ap 5.000 kal.) maksā dārgi, un tā iemesla dēļ to lieto mazākām ietaisēm, parasti zem 25 ZS. Gaismas gāze viegli piesniedzama, ja tāda ir pilsētā, un gadījumos, kad nedaudz lielākai izmaksai nav nozīmes, piem., vizoriskām ietaisēm, tā ērti lietojama.

Lētāku gāzi var iegūt, izgatavojot uz vietas sevišķu spēka gāzi (sildvērtība 1.000—1.300 kal.). To iegūst, pārvēršot gāzē antracitu, koku,

brūnoglū briketes vai malkas un koku apstrādāšanas atkritumus (piem., zāģu skaidas). Pēc tagadējām metodēm gāzes attīstīšana notiek sevišķā ģenerātorā, ar paša motora sūcējdarbību, un tādēļ pieņemts šādu spēka gāzi nosaukt par sūc gāzi, un visu ietaisi par sūc gāzes ietaisi. Ietaise sastāv no sadedzināšanas rezervuāra (ģenerātorā), gāzes slapjtīrītāja un saustītāja. Tādā ceļā iegūtā gāze ir lētāka par gaismas gāzi, un tā iegūst arvien vairāk lietotāju. Metodes kā gāzes ražošanai, tā lietošanai ir labi attīstītas, un var iegūt lēti un droši strādājošu ietaisi. Arī no tautsaimnieciskā viedokļa iegūst zināmus labumus, pat lietojot gaismas gāzi. Tā, piem., pieņem, ka 1 kg vidējā labuma ogļu attīsta 150 mt (metrtonnas) spēka. un 1 m³ gaismas



360. zīm. Gāzes motors.

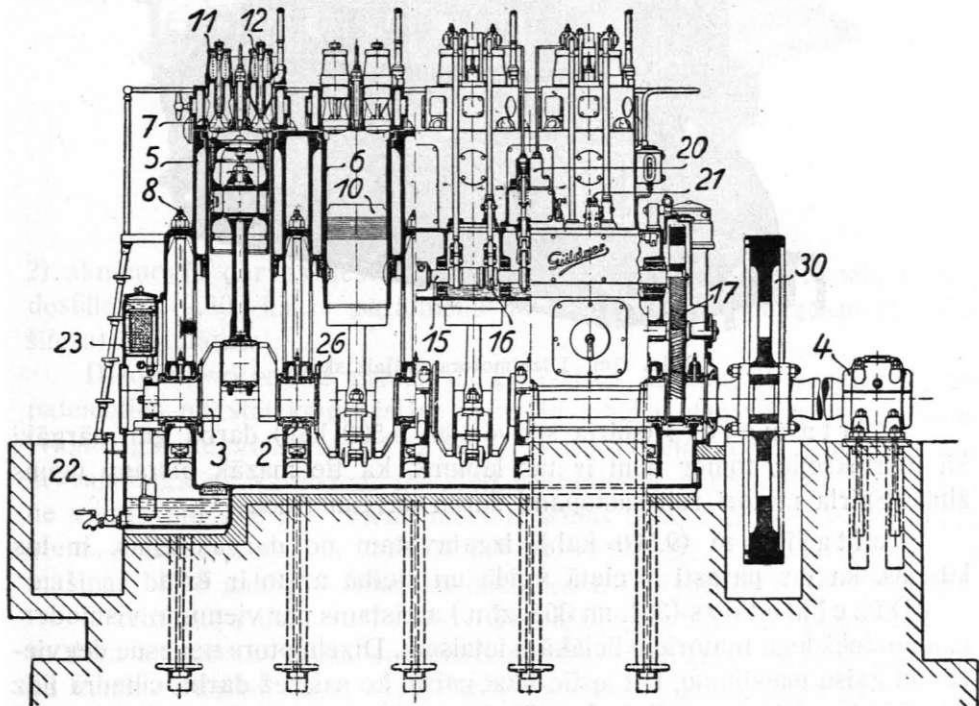
gāzes 400 mt. No 1 kg ogļu iegūst 0,3 m³ gaismas gāzes, tātad 120 mt spēka un bez tam 0,45 kg koksa, kas arī var vēl dot $0,45 \times 150 = 67,5$ mt. Tātad, ražojot gaismas gāzi, iegūst $120 + 67,5 = 187,5$ mt spēka, t. i. $187,5 - 150 = 37,5$ mt vairāk, kā attīstot tvaiku. Bez tam vēl iegūst 0,04 kg darvas un 0,006 kg amonjaka, kam arī ir sava vērtība. Lietojot

spēka gāzes ražošanai mazvērtīgu ogļu un koku atkritumus, gāzes ražošanas iznāk vēl daudz izdevīgāka (izdevumu ziņā).

Gāzes motorus savieno ar pumpjiem siksnu transmisija (ja neražo iepriekš elektrību). Tā kā motori parasti strādā pie noteiktas jaudas, tad ūdens patēriņa svārstības jāregulē ar motora darba laiku un krājrezervuāra lielumu. Mašīnai ir tas labums, ka to var viegli laist darbā.

Sūcīgāzes motori uzstādīti daudz vietās, arī pie mums Latvijā, vairāk gan citiem mērķiem nekā ūdens apgādes vajadzībām. Tā, piem., ar sūcīgāzi iekārtota elektriskā centrāle Valmierā. Piemēru gāzes motora izskatam redzam 360. zīm.

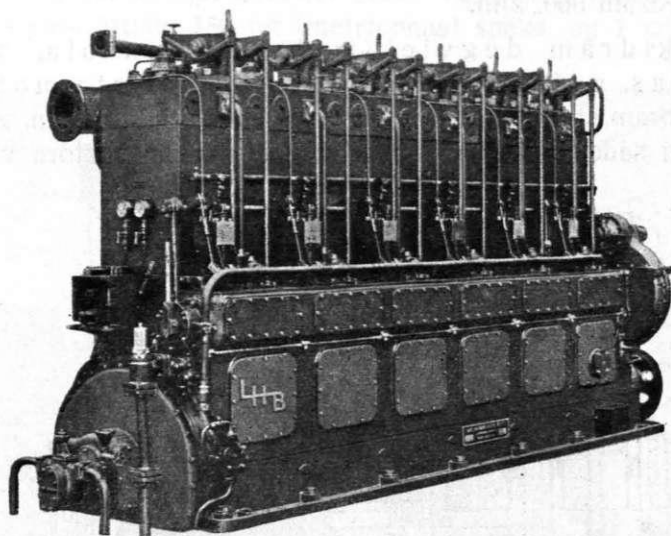
Ar šķidrām degvielām darbojas benzola, benzīna, petrolejas, naftas, dārvas eļļas un spirta motori. Šīs vielas, motoram strādājot, pārvēršas gāzveidīgā stāvoklī un, gāzēm eksplodējot vai sadegot, attīstās vajadzīgais spiediens motora virzuļa dzīšanai.



361. zīm. Četrcilindru bezkompresora dīzeļmotora garengriezums, Güldner'a tips KS 32.

- 1 — pamatplāksne, 2 — divdaļīgi pamatgultņi, 5 — cilindru statņi, 6 — cilindru stulmi, 7 — cilindra galva, 8 — bultas cilindra statņu pievienošanai, 10 — virzulis, 11, 12, 13, 14 — vārstuļi, 15 — sadalitāja vārpsta, 17 — galvenās vārpstas zobrati, 20 — degamvielu sūknis, 21 — cilindra eļļošanas sūknis, 23 — eļļas filtrs un dzesētājs, 26 — centrālā eļļotājs, 27 — gaisa ieplūdes caurule, 30 — spara rats.

Benzīnu (sildvērtība 10.300 kal.) lieto visizdevīgāk tādu, kam īpatnējais svars 0,73—0,74. Benzīna motori strādā tīrāk un ar mazāku smakas izplatīšanu kā petrolejas (arī 10.300 kal.) motori un lētāki. To ievērojot, petrolejas motorus sastop vēl reti, bet arī benzīna motoru lietošana samazinājusies, kamēr pirmā vietā tagad minami benzola (sildvērtība 9.500 kal.) motori. Benzols atļauj lielāku spiedienu motorā, ar to labāk izmantojot degvielu, un darbs iznāk izdevīgāks kā ar benzīnu. Benzolam tomēr ir tas ļaunums, ka tas tīrā veidā jau pie 0° iesalst, tātad jāuzglabā siltā telpā, un arī mašīnu telpai jābūt siltai.



361a. zīm. Dīzeļmotora ārējais skats.

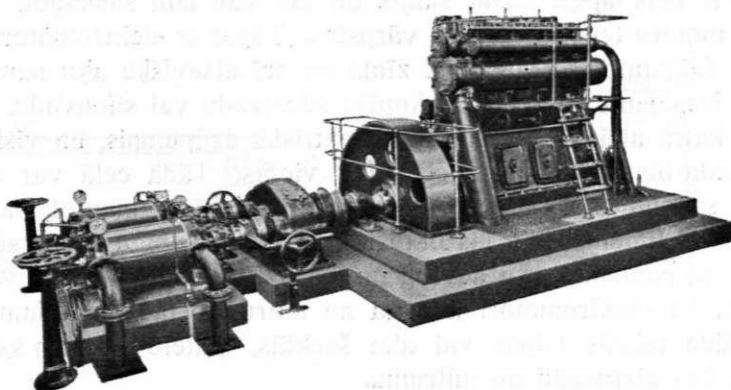
Spirta motori (spirta sildvērtība 5.500 kal.) darbā gan dārgāki kā iepriekšējie, tomēr tiem ir tas labums, ka tie mazāk bīstami uguns ziņā. Spirta motori reti sastopami darba dārguma dēļ.

Naftalīnam (9.600 kal.), izgatavotam no darvas eļļas, ir tas labums, ka tas parasti ir cietā veidā un rīcība ar to ir ērta.

Dīzeļmotors (361. un 362. zīm.) atzīstams par vienu no vismodernākiem iekšdegu motoriem lielākām ietaisēm. Dīzeļmotors neuzsūc degvielas un gaisa maisījumu, bet iesūc tikai gaisu, ko saspiež darba cilindrā līdz 30—32 atm. Pie tam tad darba cilindrā no liela spiediena attīstās temperatūra 600—800°C, vienā laikā iešļircina smalki putekļveidā sadalītu degvielu, kas pati no sevis karstā gaisā aizdegas un pārvēršas gāzē, kuŗa spiež uz virzuli un tā darbina mašīnu. Dīzeļmotors ir četrtaktu mašīna: virzulim uz leju ejot tiek cilindrā iesūkts gaiss, atpakaļ ejot gaiss saspīests un sakarsēts, tad iešļircinātā degviela, kas sadeg un attīsta gāzes, spiež

atkal virzuli uz leju, un, tam atpakaļ ejot, gāzes maisījums ar gaisu tiek izspiests ārā. Pēc tam sākas jauns cikls. Kā redzams, dīzeļmotora degviela aizdegas pati no sevis un nav vajadzīgs kāds cits aizdegšanās ierosinātājs, kā tas ir citām iekšdegu mašīnām. Konstruktīvā ziņā jāmin, ka sevišķa vērība veltīta vārīgākām mašīnas daļām, pie kurām pieskaitāmi degvielas ielaides ietaise un gaisa pumpis, jo no šīm daļām atkarājas visa mašīnas darbība.

Kā degvielas dīzeļmotoriem lieto: 1) jēleļļu (naftu) (ar sildvērtību ap 10.000 kal.) un tās destillātu gāzes eļļu (arī ap 10.000 kal.);



362. zīm. Dīzeļmotors, saslēgts ar centrālā pumpi.

2) akmeņogļu darvas destillātus (8.000—9.000 kal.); 3) brūnogļu darvas destillātus (9.800 kal.): parafinēļu un kreozotēļu; 4) degakmeņu (eļļas šiferu) destillātus.

Dīzeļmotori patērē mazāk degvielas kā citas iekšdegu mašīnas, pateicoties augstai kompresijai un ar to labākai degvielas izmantošanai (vajadzīgas degvielas ap 1 l uz 4—5 PS st.). Dīzeļmotorus būvē stāvošus, ja vajadzīgs ar vairākiem paralēli uzstādītiem darba cilindriem, katru ne vairāk par 200 ZS. Viencilindra mašīnas būvē līdz 30—35 ZS, tātad, piem., 4 cilindru mašīna var dot $4 \times 200 = 800$ ZS. Lielākas par 250 ZS mašīnas būvē gulošas. Amerikā dīzeļmotori būvēti līdz 6.000 ZS jaudas.

Dīzeļmotora darbā lai šānai vajadzīgas tikai dažas minūtes, un to dara ar spiestu gaisu, kas uzkrāts balonos ar gaisa pumpja palīdzību pa mašīnas darba laiku. Gaisa balonos atrodas ar mašīnas darba spiedienu (ap 35 atm.). Atstrādājušās gāzes izlaiž gaisā pēc iespējas augstāk, lai netraucētu apkārtni. Lai samazinātu troksni, ko rada atstrādājušos gāzu izplūšana, jāierīko sevišķs skaņas samazinātājs, kuŗa lielumu var pieņemt ne mazāku par 5 kārtīgu darba cilindra tilpumu.

Dīzeļmašīnas labi noder kā rezerves mašīnas, ja pumpētavā pastāvīgi darbojošās mašīnas ir elektriskas, kā jau minēts.

e) Elektromotori.

Elektromotori iegādāšanās lēti, darbībā ērti un ieņem maz vietas, bet ekspluatācijas izdevumi ir lielāki kā citām mašīnām. Tomēr, ievērojot elektriskā spēka lietošanas patīkamās īpašības, elektromotori arī ūdens apgādei ir pietiekami izplatīti (Rīgā — Zaķu m.). Elektrisko strāvu sagādā lielākas spēka centrāles (hidrauliskās vai termiskās), un to izvada pa pilsētām un daudz vietās arī lauku mājām, tā kā elektriskā enerģija var būt ērti pieejama un lietojama.

Elektromotorus lieto sevišķi kopā ar centrālējū pumpjiem, jo abām mašīnām ir liels apgriezīnu skaits un tās var labi saskaņot, var pat pumpi un motoru taisīt uz vienas vārpstas. Tāpat ar elektromotoru iespējams dzīt dziļpumpjus (351., 356. zīm.) un arī atsevišķu aku pumpjus, ja akas nav iespējams apvienot ar kopēju sūcējvadu vai sifonvadu. Pēdējā gadījumā katrā akā var būt ielaists elektrisks dziļpumpis, un visi pumpji var būt iedarbināti no kādas centrālas vietas. Tādā ceļā var sasniegt daudzreiz saimnieciskus labumus, jo var akas labāk izmantot, pazeminot dziļaku ūdens līmeni, nekā tas būtu iespējams ar kopīgu sūcējvadu resp. sifonvadu, tā palielinot aku devību un samazinot aku skaitu.

Jāmin, ka elektromotori jāsauga no mitruma, tādēļ gadījumos, kad tie jāuzstāda mitrās telpās vai aku šachtās, jālieto iekapselētie motori, kas aizsargāti no mitruma.

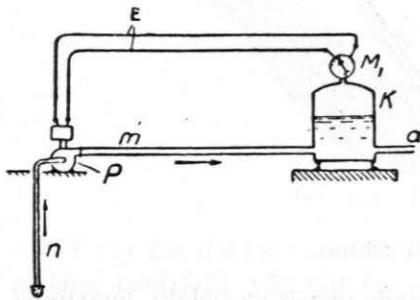
Elektromotori var būt līdzstrāvas vai maiņstrāvas (trijfažu) motori. No līdzstrāvas motoriem jālieto tā sistēma, kas pie dažādas slodzes tomēr uzrāda gandrīz vienu un to pašu apgriezīnu skaitu. Pēdējiem jābūt saskaņotiem ar mašīnas jaudu. Mazie motori dod līdz 1,500 apgriezīniem minūtē un dažreiz vēl vairāk, kamēr lielākiem var būt līdz 900 apgriezīniem minūtē un pat vēl mazāk. Līdzstrāvas motoriem ir tā priekšrocība, ka tos var tūlīt iedarbināt ar pilnu jaudu. Tādus motorus būvē jaudai līdz 400 ZS, spriegums parasti 200—380 V, bet sastopami līdz 500 V, un vispārīgi jāpieskaņojas spriegumam, kas ir tīklā.

Maiņstrāvas motori var būt vienfažu vai trijfažu motori, un divfažu motori sastopami reti.

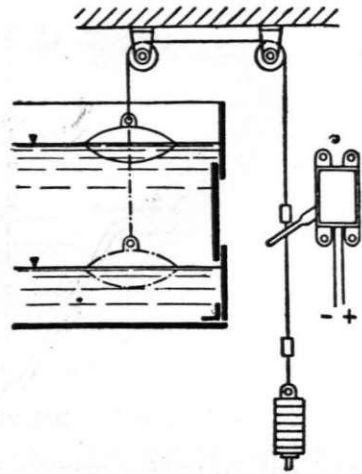
Vienfažu motors lētāk ierīkojams, jo vajadzīgi tikai 2 vadi, un arī transformatori var būt vienkāršāki un lētāki. Ļaunums tas, ka tie lietojami tikai mazai jaudai. Atsevišķās saimniecībās var ūdens apgādei pieslēgt šādus mazus pumpjus, pat pie apgaismošanas tīkla (Siemens'a mazie «Elmo» pumpji. Parasti lielāka ūdens daudzuma pumpju iekārtas dzīšanai lieto trijfažu motorus. Tādi motori ir ļoti vienkārši savā uzbūvē, prasa vienkāršu apkalpošanu un pieļauj zināmu pārslogojumu.

Elektriski dzītus pumpjus var tā ietaisīt, ka tie automatiski

ieslēdzas vai izslēdzas (363. zīm.), tiklīdz ūdensvadā ir radies vismazākais vai vislielākais paredzētais spiediens, vai kādā rezervuārā sasniegts vismazākais vai vislielākais līmenis. Tādos gadījumos tad nav vajadzīgi lieli spiedrezervuāri. Tāda ietaise ir sevišķi ērta atsevišķām saimniecībām. Automatiskas ieslēdzēj- un izslēdzēj- ietaises ir dažādas. Visvienkāršākā schēma sekojoša (363. zīm.). Elektrisks pumpis (P) dzen ūdeni spiedējvadā caur gaisa katlu (K). Ja pēdējā spiediens sasniedzis



363. zīm. Automatiska pumpju ietaise.



364. zīm. Pludiņa automatisks slēdzējs.

zināmu lielumu- slēdzējs (M) izslēdz pa elektriskiem vadiem (E) motoru, tātad arī pumpi. Otrādi, ja spiediens katlā (K) nokrīt līdz mazākajam lielumam, tāpat automatiski motors ieslēdzas, un pumpis sāk strādāt. Valējā rezervuārā slēdzējs var būt iedarbināts no pludiņa (364. zīm.) ar pretsvaru. Uz ķēdes, kas savieno pludiņu ar pretsvaru, ietaisītas attiecīgā attālumā 2 lodes, kas, atduroties pret slēdzēja kloķi izdara izslēgšanu vai ieslēgšanu.

Automatiskas ietaises šobrīd ierīko arī lielām ūdens pumpētāvām, pat savienojot vairāk pumpētavas automatiskai kopdarbībai. Tā piem., Rīgā automatiski apvienotas Bukultu un Zaķu m. stacijas, kas papildina viena otru, ja viena nespētu piegādāt maksimālo tai paredzēto ūdens daudzumu. Līdzīgas ietaises ir arī citur.

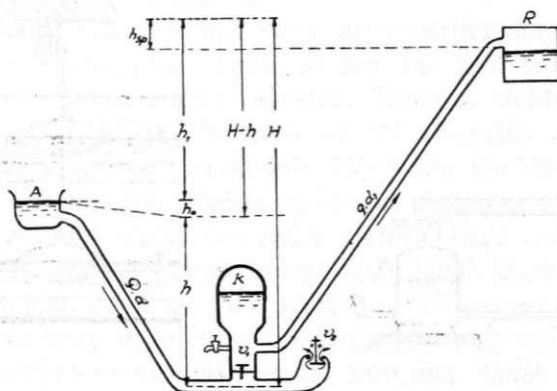
31. Sevišķas pumpju ietaises.

Mazākām ūdens apgādes ietaisēm kā, piem., vasarnīcām, sanatorijām, dzelzceļstacijām un t. l. lieto dažreiz mašīnas, kas tieši paceļ ūdeni ar pašu dzinēj spēku, pie kam tad motors un pumpis kopā ir viena ma-

šina. Kā tādiem dzinējspēkiem ir nozīme ūdenim, tad arī gaisam, tvaikam un gāzei. No šā veida mašīnām turpmāk būs minētas tikai visbiežāk sastopamās.

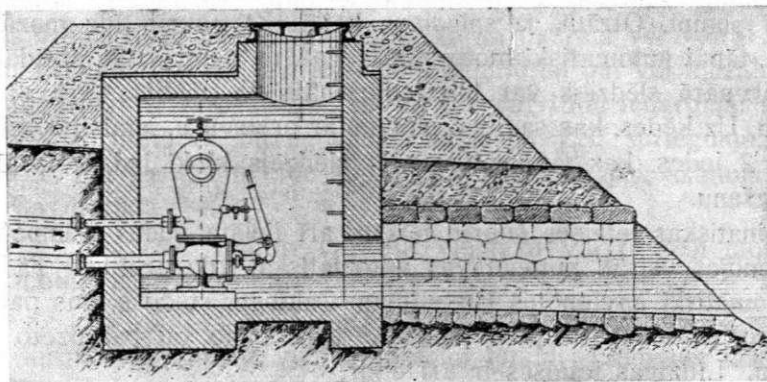
a) Ūdens triecis.

Ūdens trieci izgudrojis 1797. g. Montgolfiers. To parasti lieto gadījumos, kad ir stiprs, devīgs avots, kuŗa ūdens pietiek kā mašīnas dzīšanai, tā arī apgādes krājumam. Lielākā daļa ūdens vajadzīga spēka



365. zīm. Ūdenstrieča schēma.

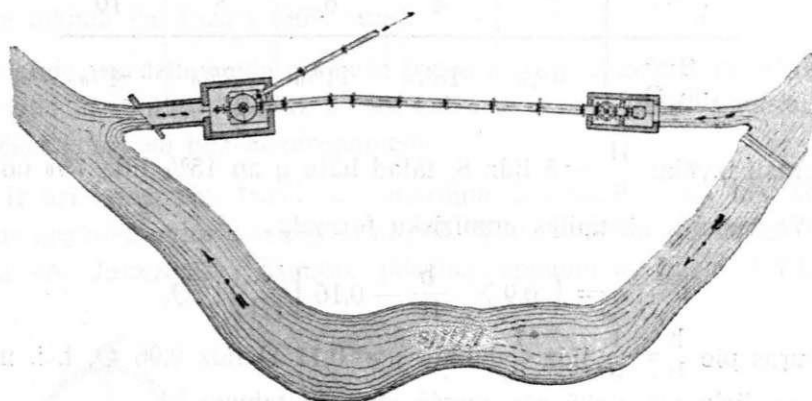
ražošanai, lai varētu mazāku daudzumu ūdens pacelt uz lielāku augstumu. Ietaisies schēma ir sekojoša (365. zīm.). Avota baseinā (A) uzkrājušos ūdens daudzumu (Q) aizvada pa cauruļu vadu (d) uz mašīnu māju, kuŗā



366. zīm. Ūdenstrieča novietnes piemērs.

ievietots triecis. Mašīna uzstādīta zemāk kā ūdens līmenis rezervuārā par lielumu h (ierēķinot zaudējumus vadā $h + h_0$). Uz pievedcaurules ievietots grūdējvārstulis (v_2), kas attaisās uz caurules iekšpusi, bet zem ūdens spiediena var noslēgt izteci no pievedcaurules. Nelielā attālumā

no grūdējvārstuļa (v_2) atrodas nozarojums, uz kuŗa novietots gaisa katls (K), kas apakšā noslēgts ar spiedējvārstuli (v_1), kas attaisās uz katla iekšpusi. No gaisa katla noiet spiedējcaurule (d_1), kas ūdeni aizvada uz spiedrezervuāru (R). Pēdējais atrodas par lielumu H (ieskaitot zaudējumus vadā) augstāk par trieci, vai par augstumu h_1 augstāk par avota rezervuāra ūdens līmeni.



367. zīm. Trieča ūdensvads no upes.

Trieča darbība notiek sekojošā veidā. Līdzsvara stāvoklī, kad mašina nestrādā, vārstuļi (v_1 un v_2) ar savu svaru gulstas uz leju, un tātad spiedējvārstulis (v_1) ir cieti un grūdējvārstulis (v_2) vaļā. Ja tagad pa cauruli (d) tek ūdens no avota rezervuāra zem spiediena h , tad sākumā tas iztek caur vaļējo grūdējvārstuli (v_2), bet zem ūdens spiediena tas pēkšņi aiztaisās, no kā rodas hidraulisks trieciens (līdz 35 reiz lielāks par spiedienu statiskā stāvoklī), kas atgrūž spiedējvārstuli (v_1) un izgrūž zināmu daudzumu ūdens katlā (K). Pēdējā atrodošais gais no ieģrūstā ūdens saspiežas, bet tad gaisa spiediens izlīdzinās un izdara pretspiedienu, no kuŗa tad spiedējvārstulis (v_1) aiztaisās un ūdens no katla tiek spiests pa spiedējcauruli (d_1) uz spiedrezervuāru (R). Pa to laiku spiediens pie grūdējvārstuļa (v_2) ir samazinājies, tas ir attaisījies, un viss process sākas no jauna.

Attiecības var izteikt ar sekojošu formulu:

$$q \cdot H = k \cdot Q \cdot h,$$

kur k — izsaka mašīnas lietderības koef., kas normālos (vidējos) apstākļos ir 0,6 līdz 0,8 vai pēc Eiteveina:

$$k = 1,12 - 0,2 \sqrt{\frac{H}{h}}$$

pie kam k nav atkarīgs no $\frac{H}{h}$ vien, bet arī no citiem faktoriem, starp kuŗiem minami grūdējvārstuļa svars un veids.

No formulas izriet:

$$q = \frac{k \cdot Q \cdot h}{H} = k \cdot Q \cdot \frac{h}{H}$$

No dažiem novērojumiem atrastas sekojošas attiecības:

$\frac{H}{h} =$	2	4	6	8	10
$q =$ no Q	40%	18%	11%	7%	4%

Parasti izvēlas $\frac{H}{h} = 5$ līdz 8, tātad būtu q ap 15% līdz 7% no Q .

Weyrauch's uzstādījis empīrisku formulu:

$$q = \left(0,9 \times \frac{h}{H} - 0,16 \sqrt{\frac{h}{H}} \right) \cdot Q,$$

pēc kuras pie $\frac{h}{H} = \frac{1}{5}$ līdz $\frac{1}{8}$ dabūtu $q = 0,11 Q$ līdz $0,06 Q$, t. i. mazliet mazākus lielumus, nekā pēc augšā minētās tabulas.

Trieci lieto atsevišķās saimniecībās, kad jāpacel nedaudz ūdens 0,1—0,2 sl., tātad vajadzīgais darba ūdens daudzums pie $\frac{H}{h} = 5$ līdz 8 būtu pēc augšējās tabulas 0,9 līdz 3,3 sl., pēc Weyrauch'a vēl vairāk. Bet ir arī trieci lielākiem ceļiem ūdens daudzumiem. Dzenspiedienu pieņem 2—8 m, reti līdz 15 m, bet sastopami arī līdz 30 m. Pie liela dzenspiediena grūdienu jau top tik stipri, ka no tā var ciest cauruļu vadi. Vispārīgi, ievērojot to, ka vados ir pastāvīgi mainīgi triecieni, tiem jābūt taisītiem no visstiprākām tērauda caurulēm.

Dzinējvada (d) diametru var aprēķināt pēc Eitelwein'a: $d = 300 \sqrt{Q}$, kur d jāizsaka mm un Q — m³/min. Dzinējvada garumu (l) pieņem $l = H + 0,3 \frac{H}{h}$, kur l izteikts metros. No novērojumiem atrasts, ka visizdevīgākās attiecības $h:l = 1:3$ līdz $1:4$, un praktiski l nepieņem mazāku par 15 m. Spiedējdiаметru pieņem $d_1 =$ ap 0,5 d . Gaisa katla tilpumu ņem līdzīgu spiedējvada tilpumam. Ja vajadzīgs pacelt lielāku ūdens daudzumu nekā var veikt 1 triecis, tad uzstāda vairāk triecus, ja tikai Q ir pietiekams.

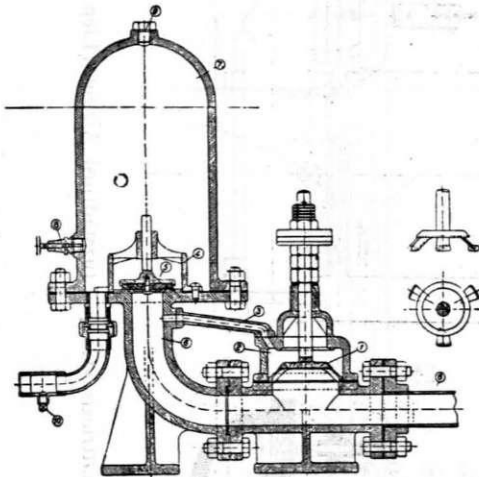
Konstruktīvā ziņā trieci var būt izveidoti dažādi. Lai varētu izlaist ūdeni, ja vēja katlā jāatjauno gaiss, katlā jāietaisa aizgrieztnis, bet ir arī konstrukcijas ar automatisku gaisa atjaunošanu (368. zīm.). Tādā gadījumā ievietota neliela caurulīte (3), kas savieno grūdējventiļa ligzdu (2) ar dzinējvada caurules līkumu (6) zem spiedējvārstaļa (5). Triecim strādā-

jot, kad iedarbojas grūdējvarstulis, daļa gaisa ligzdas paplašinātā tilpumā iziet ārā, bet daļa iespiežas pa minēto caurulīti vadā un līdz ar to nāk caur spiedējvārstuli katlā. Gaisa daudzuma rēgulēšanai ietaisīta rēgulējoša skrūve, savienotājas caurulītes (3) ieteces galā.

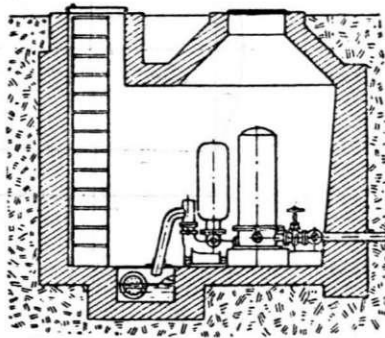
Lai izsargātu trieci no iesalšanas un no bojājumiem, to ievieto sevišķā mājiņā vai šachtā (369. zīm.).

Ieteicams dzinējvadu pie paša trieča uz neliela gabala nolikt horizontāli, lai tajā paliktu nedaudz ūdens, kad mašīna nestrādā. Vadi jāliek pēc iespējas taisni un bez nozārojumiem.

Ir arī konstruēti trieči, ko iedarbina cits ūdens nekā tas, ko pacel ūdens apgādei, paturot trieča principus. Tādu ietaisi ir ierīkojusi Liepājas firma «A. Jaunzems» Aizputes pilsētas apgādei ar ūdeni (370. zīm.).

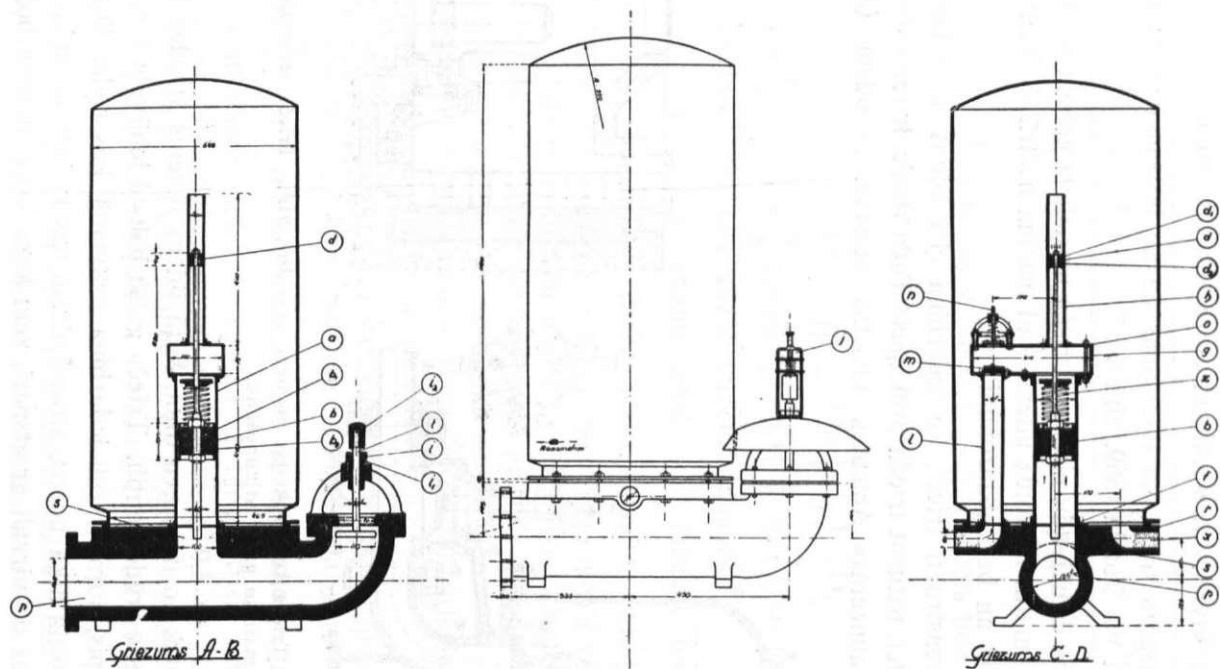


368. zīm. Trieča konstrukcijas piemērs ar automatisku gaisa atjaunošanu.



369. zīm. Trieča ievietošana šachtā.

Dzenūdens nāk no dzirnavu dīķa, kurā ūdens līmenis atrodas 3,6 m augstāk par trieča grūdējventili. Trieča gaisa balonā iebūvēts speciāls sūcēj-spiedēj-pumpis, kurā virzuli iedarbina vakuums, kas rodas tādā ceļā, ka trieci ietekošais dīķa ūdens, strauji aizsītoties grūdējvārstulim, dodamies atpakaļ, spiež uz virzuli ar atsperi, zem kuŗa iespaيدا iedarbojas pumpja virzulis, iesūkdams un otrā virzienā ejot spiezdams no avotiem sakrājušos krājakā ūdeni uz spiedrezervuāriem, kas atrodas 28 m virs trieča. Ja būs laba uzraudzība, tāda ietaise darbosies pietiekami labi.

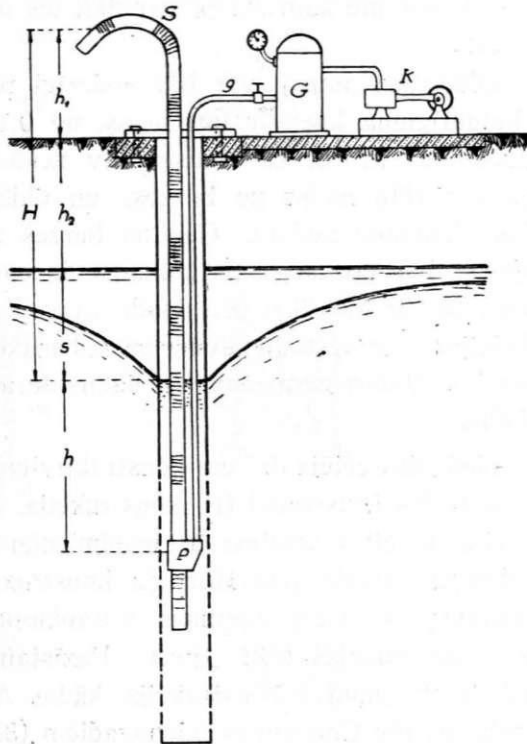


370. zīm. Dubulttriciis «Gauja» (uzstādījusi Aizputē Liepājas firma A. Jaunzems).

b) Spiedgaisa cēlējs.

(Mammutpumpe, Airlift.)

Spiedgaisa cēlējs, saukts arī mammutpumpis, cel ūdeni ar ūdeni iespiestu gaisu. Tas sastāv (371. zīm.) no spiedējcaurules (S), kuras apakšējā daļā pietaisīta paplašināta kaste vai pēda (P), kurā iespiež gaisu pa cauruli (g), kas nāk no spiedgaisa rezervuāra, (G), pēdējā (G) uztur spiedienu ar kompresoru (K). Visu ietaisi iegremdē akā līdz vēlamam dziļumam. No gaisa vada (g) gaiss iespiežas kastē (P), kur tas samaisās ar ūdeni, pie kam maisījums tad ir vieglāks par ūdeni un zem zināma



371. zīm. Mammutpumpis.

spiediena akā h kāpj pa spiedējcauruli (S) uz augšu. Īstenībā pilnīgs maisījums nebūs, bet gaiss, kāpjot uz augšu, vilks sev līdzī ūdeni, un spiedējcaurulē būs pārmaiņus ūdens un gaiss.

Tāpat ūdens celšana notiek no tā, ka tiek samazināts tā īpatnējais svars, iespiežot gaisu. Apzīmējot ar γ — ūdens īpatnējo svaru un ar γ_1 — maisījuma īpatnējo svaru, pastāv attiecības (371. zīm.):

$$h \cdot \gamma = (h + H) \cdot \gamma_1$$

Parasti pieņem h no $1/3$ līdz $2/3$ no H , un attiecīgi pieskaņo spiestā gaisa daudzumu. Ja, piem., pieņem vidējo $\gamma = 2.71$, tad $h = H$, t. i. kastei, kurā notiek gaisa piemaisīšana, vajag atrasties zem nopumpētā ūdens līmeņa tikpat dziļi, cik augstu vēlas pacelt ūdeni pāri pār nopumpēto līmeni (kā h , tā arī H — lielumi jāsaprot nevien ģeodēziskie augstumi, bet arī pieskaitot zaudējumus vadās). Ja vajadzīgs ūdeni pacelt uz lielāku augstumu, uz augstāku spiedrezervuāru, tad parasti H nepietiks, bet tad ūdeni ar spiedgaisa pumpi izceļ uz zemes virsu, ielaižot kādā krātuvē, un no šejienes paceļ augstāk uz spiedrezervuāru ar parastām pumpju ietaisēm, pie kam pumpi var dzīt tas pats spēka avots, kas dzen kompresoru.

Kā redzams, spiedgaisa pumpji var būt noderīgi tikai dziļās akās. Pie tam arī to lietderīguma koef. ir ļoti mazs, no 0,1 līdz 0,3. Viņu lietošana var attaisnoties ar to, ka ietaisei nav nekādu kustīgu daļu, piem., vārstuļu, kas varētu nodilt no berzes, un tādēļ arī līdzrautās smiltis mašīnai lielu ļaunumu nedara. Gan no berzes ar smilti nodilst spiedējcaurules sienas, bet tas nav liels ļaunums, jo cauruļu izmaiņa ir viegla, un vajadzīga tā var būt tikai pēc daudz gadu darba. Kompresorus, kas varētu bojāties, var uzstādīt divus, un tad mašīnas darbība būs pietiekami nodrošināta. Dažos gadījumos arī ūdens aerācija no iespiesta gaisa var būt vēlama.

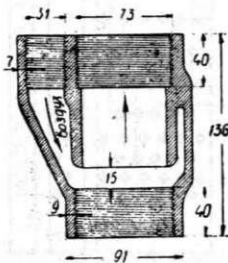
Piegriežoties spiedgaisa cēlēja dažiem konstruktīviem izveidojumiem, pirmā vietā minama pēdas (Fusstück) (P) konstrukcija. Tās izveidojumu ir ļoti daudz, un cita no citas atšķiras ar paņēmieniem gaisa samaisīšanai ar ūdeni. Eiropā parasti lieto Borsig'a konstrukciju (372. zīm.), kas īstenībā pazīstama ar mammutpumpja nosaukumu. Amerikā lietotas ļoti dažādas konstrukcijas (373. zīm.). Pazīstamākā, un lietota dažkārt arī Eiropā, ir «Economy» konstrukcija, kādas Amerikas firmas, kas starp citu lietota arī pie Charkovas ūdensvadiem (374. zīm.). Ir arī tādas konstrukcijas, kurās gaisa vads nav ievietots blakām spiedējvadam, bet iet pašā spiedējvadā, kas principiāli ir viens un tas pats, tikai gaisa izplūšana var būt vienkāršāka, ar caurumainu gaisa caurules galu. Labums pēdējā ierīcē saskatāms tai apstākļi, ka akas diametrs var būt mazāks.

Caurumainā gaisa caurule var būt ievietota iekšpus pašā pumpja caurules, vai parastāki blakām (375. zīm.). Caurumu daudzums un lielums atkarājas no pumpja jaudas. Tā piem. (376. zīm.) ietaisei ar jaudu $q = 15-20 \text{ m}^3/\text{st.}$ gaisa caurule ir $d = 32 \text{ mm}$, un tajā ir 17 rindas cau-

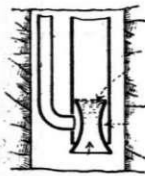
rumu ar $d = 4$ mm, katrā rindā 6 caurumi. Pie jaudas $q = 35 - 50 \text{ m}^3/\text{st}$. caurule uzrādīta $d = 38$ mm ar 17 rindām caurumu, pa 6 katrā ar $d = 5$ mm. Mašīnai ar jaudu $q = 100 - 150 \text{ m}^3/\text{st}$. caurule ir $d = 51$ mm, ar tāpat 17 rindām caurumu, bet katrā rindā 10 caurumu ar $d = 6$ mm. Rindu attālums ir apakšā 30 mm, augšgalā 125 mm. Viss caurumainās caurules garums 1190 mm.

Cits svarīgs jautājums spiedgaisa cēlāju konstrukcijā ir gaisa daudzuma attiecības ar pēdas iegremdēšanas dziļumu. Jāmin, ka spiedgaisa cēlāju teorija vēl maz ir pētīta, un tādēļ gaisa daudzuma noteikšanai lieto empīriskas formulas. Ļoti populāra ir prof. Andersona formula:

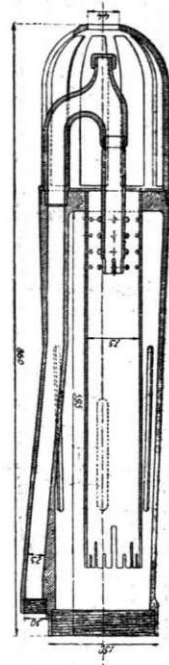
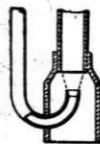
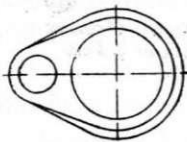
$$G = \frac{k \cdot H}{23 \cdot \log \frac{h + 10}{10}}$$



372. zīm. Pēdas konstrukcija, Borsig'a firmas.



373. zīm. Pēdas gabali pēc «Frisell und Pohle».



374. zīm. Pēdas konstrukcija «Economy».

kur apzīmēti:

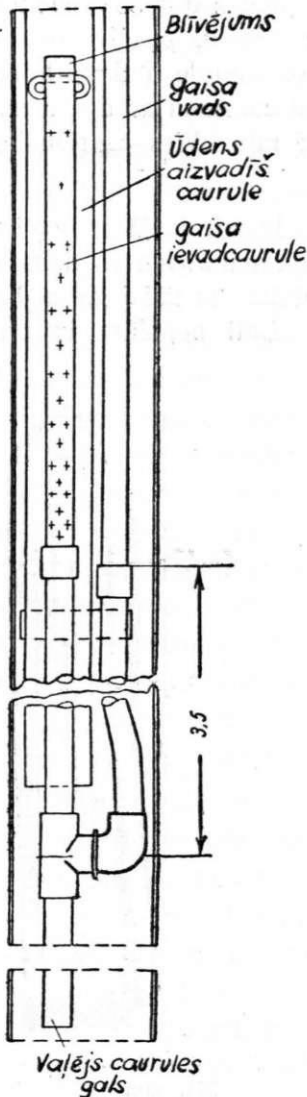
G — gaisa tilpums — m^3 , vajadzīgs 1 m^3 ūdens pacelšanai;

h — gaisa caurules iegremdēšanas dziļums — m;

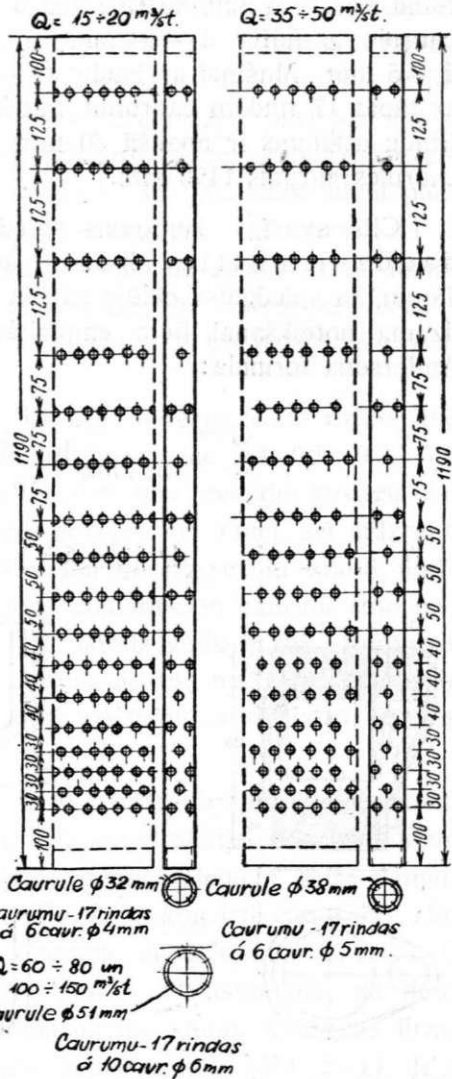
H — ūdens pacelšanas augstums — m;

k — praktisks koef., kuŗa lielumu noteic ar formulu:

$$k = 2,17 + 0,0164 \cdot H.$$



375. zīm. Pēda ar caurumainu gaisa ievadcauruli.



376. zīm. Gaisa iespiešanas caurules caurumainā daļa.

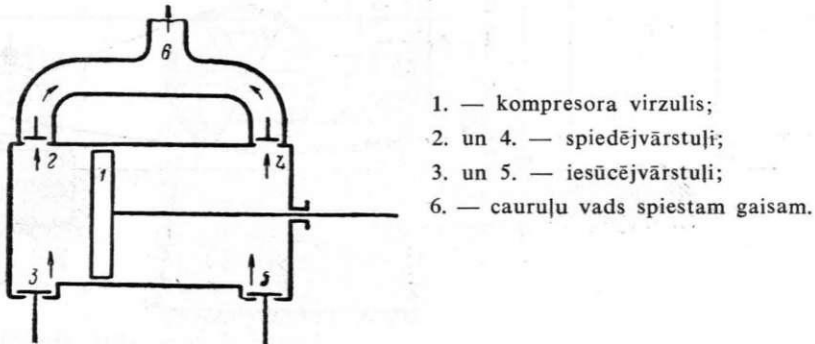
Formula dod pietiekami labus rezultātus, kā pie vidējā, tā arī liela dziļuma akām. Genijevs¹⁾ min piemēru no Leņinskas pils. ietaises. Pie $h = 41,7 \text{ m}$ un $H = 24,3 \text{ m}$, ir $k = 2,17 + 0,0164 \cdot 24,3 = 2,57$ un

¹⁾ Гениев — Водоснабжение городов 1931 стр. 677.

$$G = \frac{2,57 \cdot 24,3}{23 \cdot \log \frac{41,7 + 10}{10}} = 3,6 \text{ m}^3 \text{ uz } 1 \text{ m}^3 \text{ ūdens.}$$

Iestādē strādā kompresors ar jaudu $2,25 \text{ m}^3$ gaisa 1 minūtē, lai paceltu 1 st. 37 m^3 ūdens. Jāatzīmē, ka atkarīgi no konstrukcijas skaitļi var grozīties, un pie sevišķi labiem apstākļiem var pat pietikt, ja ņem $G = 1$ līdz $1,25 \text{ m}^3/1 \text{ m}^3$ ūdens. Kā vidēju lielumu labām ietaisēm varētu pieņemt $2,5$ līdz $3,5 \text{ m}^3$, pie $H = 15$ līdz 25 m .

Atgriežoties vēl pie dažām ietaises daļām (uzrādītām 371. zīm. schēmā), pirmā vietā minams kompresors, kas sagādā spiestu gaisu (kuŗa vajadzība sastopama arī daudz citos gadījumos, piem., pneumatiskai ūdens apgādei 510. l. p.). Kompresora darbības schēma redzama 377. zīm.



377. zīm. Kompresora schēma.

Virzulim ejot cilindri uz priekšu, aiztaisās sūcējvārstulis (3) un attaisās spiedējvārstulis (2), iespiežot gaisu spiedējvadā (6); tai pašā laikā cilindra priekšgalā ir vakuums, pēc kam tajā iespiežas gaiss caur sūcējvārstuli (5), pie kam otrs spiedējvārstulis (4) ir aizspiests cieti. Virzulim ejot atpakaļ, attaisās vārstuļi 3 un 4, kamēr 2—5 ir cieti.

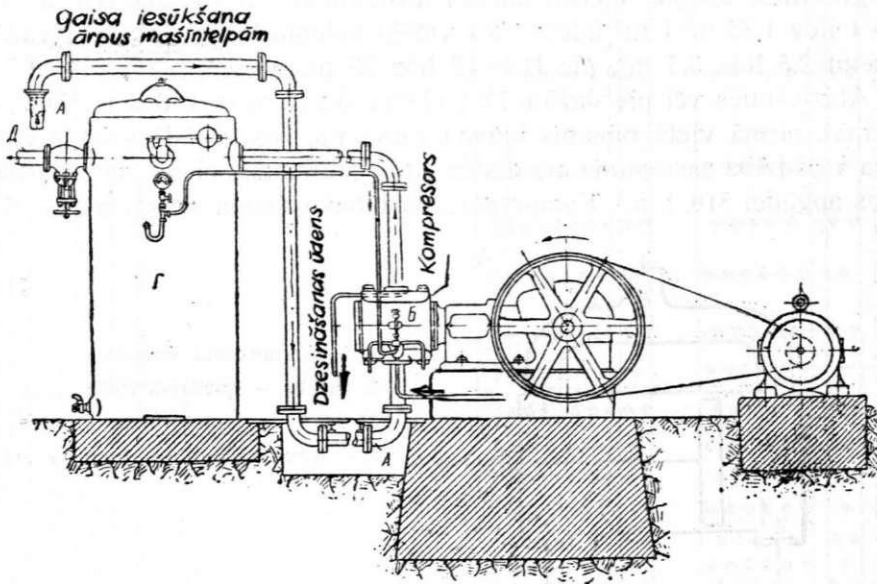
Normāla kompresora ietaise redzama 378. zīm.

Gaisa iesūcējvadi parasti saņem gaisu no ārienes, ārpus mašīnu mājas. Caurules galu ārpus mājas aizsarga pret atmosfairiskiem nokrišņiem, bet, lai aizsargātu no dubļu, putekļu un t. l. ietikšanas vadā, caurules galu apliek ar smalku sietu un, ja vajadzīgs, ar filtru. Vada lielumu aprēķina ātrumam $12\text{--}16 \text{ m/sek}$.

Spiedējvads savieno kompresoru (B) ar spiedgaisa rezervuāru (Γ), aprēķinot vada lielumu ātrumam $15\text{--}20 \text{ m/sek}$. Vada sākumā ieteicams ietaisīt termometru, spiestā gaisa temperatūras mērīšanai.

Spiestā gaisa rezervuārs noder mitruma uzņemšanai, kas rodās gaisam atdziestot, tāpat arī smērellas uzņemšanai, kas ienesta

no kompresora cilindra. Rezervuārs arī izlīdzina periodiskos grūdienus, virzuļa virzienam mainoties. Rezervuāram pietaisīts drošības vārstulis, noslēdzējvārstulis, manometrs un iztukšošanas atgrieztnis. Rezervuāra tilpumu pieņem līdzīgu 1 min. iesūcamā gaisa daudzumam, vai 50 kārtīgam kompresora cilindra tilpumam.



378. zīm. Normāla kompresora ietaise.

A — gaisa iesūcējvads; Б — kompresors; В — spiedējvads; Г — spiestā gaisa rezervuārs; Д — sadalītājs vads.

Spēka vajadzība teorētiski gaisa daudzuma G — kg/min. saspiešanai pēc Azerjera ir:

a) ņemot vērā adiabatisku spiešanu:

$$N_{ad} = \frac{10\,000}{75 \cdot 60} \cdot \frac{k}{k-1} \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot G \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = 7.77 p_1 v_1 G \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

kur p_1 un p_2 sākuma un beigu spiediens — at., v_1 — īpatnējs tilpums m^3/kg un $k = \frac{c_p}{c_v} = 1.4$.

b) Izotermiskam spiedienam:

$$N_{iz} = \frac{10\,000}{75 \cdot 60} p_1 v_1 G \ln \frac{p_2}{p_1} = 2.2 p_1 v_1 G \ln \frac{p_2}{p_1}$$

Tā ir teorētiska jauda. Jauda uz vārpstas dabonama ar koef. η :

$$\eta_{iz} = 0.60 - 0.75, \text{ un } \eta_{ad} = 0.75 - 0.90.$$

Cauruļu vadu diametrus izteikt formulā nav iespējams, jo nav pietiekamu pētījumu. Jāpieturas pie datiem, kādi iegūti no novērojumiem dažās, it īpaši Amerikas, ietaisēs un kas izteikti tabulās (16. tab.).

16. tabula.

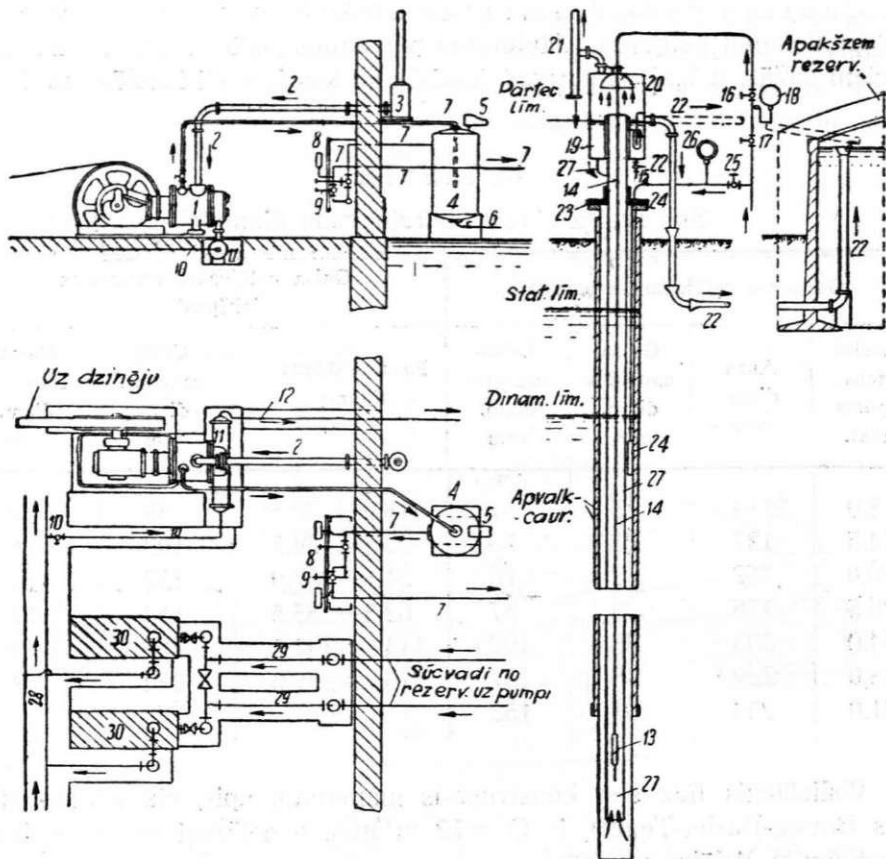
Spiedgaisa cēlēju cauruļu vadu diametri.

Gaisa un cēlējcaurule paralēli				Gaisa cēlējcaurule caurules iekšpusē		
Paceltā ūdens tilpums m ³ /st.	Akas diam. mm	Gaisa caurules diam. mm	Cēlējcaurules diam. mm	Paceltā ūdens tilpums m ³ /st.	Cēlējcaurules diam. mm	Gaisa caurules diam. mm
8,0	114	25	51	18,0—22,5	89	32
14,5	127	25	63	22,5—34,5	102	38
20,0	152	32	76	34,5—57,0	127	51
26,5	178	38	87	62,5—85,5	152	51
44,0	203	38	102	114—147,5	203	63
58,0	229	38	127	176—227,0	254	63
81,0	254	51	152			

Vislielākais līdz šim konstruētais mammutpumpis, cik zināms (firmas Borsig-Berlin-Tegel), ir $Q = 72$ m³/min. pacelšanai un ar celšanas augstumu H, lielāku par 200 m.

Krievijā spiedgaisa cēlētājus lieto kā ūdens izcelšanai no akām, tā arī naftas akām un vispār dažādiem šķidrums, kas ļauni iedarbotos uz pumpju daļām.

Erliftu sastāvdaļas, kā arī jau augšā atzīmēts, ir sekojošas (379. zīm.). Spiesto gaisu sagādā ar kompresoru (1) un ievada rezervuārā (4 — resiverā), kur spiestais gaiss atdziest un no tā atdalās ūdens un eļļa, kas ienāk no kompresora. No resivera spiestais gaiss pa cauruļu vadu (7) nonāk pie sadalītāja (8) un no tā noiet akā un tad pa gaisa vadu (14) gaisu pieved forsunkai (13). Spiestais gaiss, izgājis no forsunkas, sajaucas ar ūdeni, izveidojot gaisa un ūdens emulsiju, kas tad paceļas pa cauruli (27) un izlīst pa tās augšējo galu. Augšējais caurules gals tad savienots ar emulsijas uzņēmēju, kas var būt vai likuma veidā, pa kuņu tad emulsiju novada uz ūdens rezervuāru, vai uzņēmēja rezervuāra veidā (kā parādīts 379. zīm.), vai centrālbēgseparatoru veidā. Ja emulsiju ar nolietu cauruli novada uz apakšzemes rezervuāru, tad gaiss atdalās tajā. Sevišķu centrālbēg separatoru uzstāda, kad ir vajadzība pacelt ūdeni nedaudz augstāku par izteci no akas (tādas ietaises ir Amerikā). Uz gaisa vada (7) uzstāda noslēdzēju (16) un regulētāju (17) aizgriezni, un tāpat manometru (18), kas uzrāda spiediena lielumu gaisa vadā. Ūdens līmeņa novērošanai akā uzstāda pneumatisku līmeņa rādītāju, kas sastāv no caurules (24), ielaistas akā dziļāk par dinamisko ūdens līmeni un savienotas ar gaisa vadu, un no aizgriezņa (25) un manometra (26).



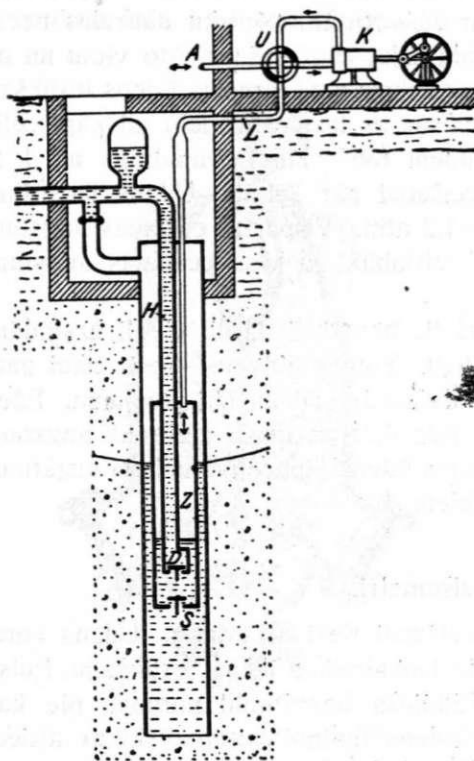
379. zīm. Ērlifta uzstādīšanas schēma.

1 — kompresors, 2 — gaisa sūcējvads, 3 — gaisa filtrs, 4 — resivers, 5 — drošības vārstulis, 6 — atgrieznis ūdens un eļļu izlaišanai, 7 — gaisa vadi, 8 — gaisa rēgulēšanas un sadalīšanas dēlis, 9 — darbā laišanas ventils, 10 — ūdens pievads kompresoru dzesināšanai, 11 — kompresora dzesinātājs, 12 — atstrādājuša ūdens nolaišana, 13 un 14 — gaisa vadi, 15 — atgrieznis ūdens parauga ņemšanai, 16 — gaisa noslēdzējs, 17 — rēgulētājs aizgrieznis, 18 — manometrs spiestam gaisam, 19 — uzņēmējs bāks, 20 — atsitējs, 21 — atstrādājuša gaisa izlaidējs, 22 — ūdens novadītājs, 23 — balsta atloki, 24 — pneimatiskis ūdens līmeņa rādītājs akā, 25 — līmeņa rādītāja aizgrieznis, 26 — pneimatiska līmeņa rādītāja manometrs, 27 — ūdens celšanas caurule, 28 — spiedējvadi, 29 — sūcējvadi, 30 — otrās pakāpes pumpji.

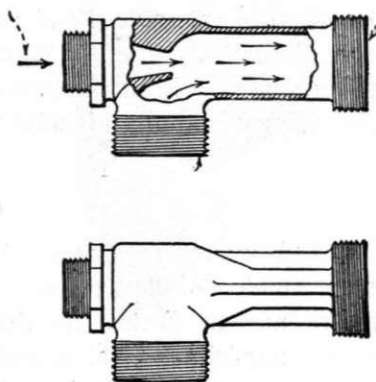
c) Pneumatiski dzīļpumpji.

Tādus pumpjus ir konstruējusi firma «Krüger, Radlik & Co» Berlinē, akām ar dzīļu ūdens līmeni. Tie sastāv (380. zīm.) no kompresora (K), rēgulatora (U) gaisa kustības virziena maiņai un akā ielaista pumpja

cilindra (Z), bez virzuļa. Virzuļa vietu izpilda gaiss, vienreiz no cilindra gaisu izsūcot, otrreiz iespiežot. Izsūcot no cilindra gaisu, attaisās vārstulis (S) un cilindrs (Z) piepildās ar ūdeni, un no kompresora izejošais gaiss izplūst ārā pa cauruli (A). Tiklīdz gaisa vadā (L) ir atkal pietiekams vakuums, tad, lai cilindrs piepildītos ar gaisu, automatiski iedarbojas rēgulētors (U), tā kā kompresori iesūc gaisu pa āra cauruli (A) un spiež pa gaisa vadu (L) pumpja cilindrā. Līdz ar to aiztaisās sūcējvārstulis (S) un



380. zīm. Pneumatiska dziļpumpja
schēma



381. zīm. Hidraulisks
ežektors.

attaisās spiedējvārstulis (D), un iespiestais gaiss dzen ūdeni pa spiedējvadu (H) uz vēlamo un iespējamo augstumu. Tiklīdz gaisa vadā ir pietiekams spiediens, lai varētu izdzīt no cilindra visu ūdeni spiedējvadā, automatiski rēgulētors pagriežas atkal tā, lai gaiss tiktu no cilindra izsūkts, un viss process atkārtojas no jauna.

Pneumatiskajam dziļpumpim arī nav citu kustīgu daļu kā tikai vārstuļi, un tā lietderības koef. ir lielāks kā mammutpumpjiem. Sevišķi labi ir, ja ietaisa vēl trešo ventili, tā kā no vienas daļas gaisu izsūcot, tas tiek spiests otrā daļā (divpakāpeniski, pneumatiski dziļpumpji). Tāpat

labu darbības gradu var iegūt, ja jāpumpē ar 2 pumpjiem, piem., no 2 akām, tad no viena pumpja izsūktais gaiss var tikt spiests otrā pumpī. Lietderības koef. aprakstītajiem dziļumpumpjiem ir 0,3 līdz 0,6, atkarīgi no konstrukcijas un ūdens dziļuma.

d) Ežektorī.

Ežektorus iedarbina ar spiedūdeni, vai spiedgaisu, vai spiedtvaiku. Šādu darbotājos vielu izspiež caur sašaurinātu kūnisku caurules uzgali, kūniski paplašinātā cēlējcaurules galā. Ejot caur sašaurināto vietu un pēc tam iztekot paplašinātā, izveidojas vakuums, kas ierosina ūdens iesūkšanu no sūcējvada; iesūktais ūdens samaisās ar iespiestu vielu un kāpj cēlējcaurulē uz augšu. Ja lieto spiedūdeni (381. zīm.), vajadzīgs ap 1 m³ spiediena 1 m³ iesūktā ūdens pacelšanai par 2,4 m. Ūdens pacelšanai 1 m augstu spiediens vajadzīgs 1—1,2 atm. Vispārīgi celšanas augstums ar ežektoru var būt 3,5—5 m, un vislabāk, ja visu celšanas augstumu iekārto sūcējvadā.

Ežektoru labā īpašība ir tā, ka tie nemaksā dārgi, viegli uzstādāmi, viegli darbā laižami, nav kustīgu daļu. Tomēr lietojami tie ir tikai gadījumos, kad spiedūdens vai cita spiedviela ir ērti un lēti pieejama. Ežektoru lietderības koef. ir mazs (0,1 līdz 0,2) un maza celšanas augstuma dēļ tos var lietot, kad neliels daudzums ūdens jāpaceļ uz neliela augstuma, piem., gruntsūdens no māju pagrabiem.

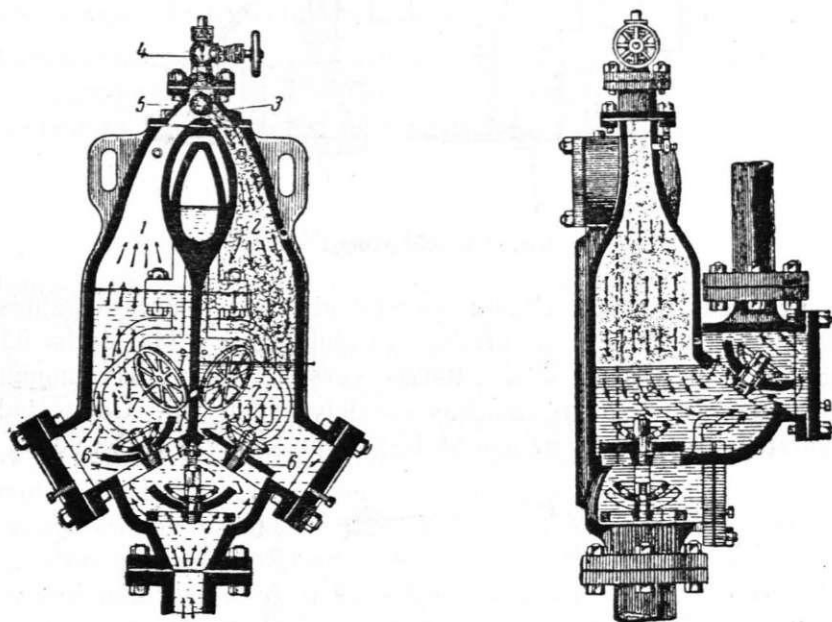
e) Pulsometri.

Pulsometrs ir aparāts ūdens celšanai tieši ar tvaiku. Ūdens garaiņiem kondensējoties, rodas vakuums, kas ierosina ūdens iesūkšanu. Pulsometrs parasti sastāv no dubultstrādājoša bezvirzuļu pumpja, pie kam tvaiks pārmaiņus ieiet kamerās, virzienu mainot automatiski ar attiecīgiem vārstuļiem. Ūdeni izspiež caur spiedējvārstuli.

Pulsometrs pēc 382. zīm. sastāv no 2 kamerām (1 un 2), virs kurām paceļas galva (5) ar tvaika ventili (4) un lodes vārstuli (3) (var tā vietā būt pendelējošs vārstulis), kas pārmaiņus noslēdz vienu vai otru kameru. Katras kameras apakšā ir sūcējvārstuļi (6) un sānos spiedējvārstuļi (7). Darbība norit sekojoši. Attaisot tvaika ventili (4), tvaiks iespiežas vienā no kamerām, kas nav noslēgta ar lodes vārstuli, un izspiež tur atrodošos ūdeni caur spiedējvārstuli (7) spiedējvadā. Daļa tvaika nu kondensējas, ko paātrina no otras kameras pa savienojošo kanāli iespiedies ūdens. Līdz ar to tad tvaika spiediens samazinās, lodīte aiztaisa kameru un tvaiks spiežas atkal otrā kamerā, kur atkārtojas atkal tas pats. Vārstuļu svārstība ir 50—60 reiz vienā minūtē.

Pulsometra apkalpošana ir vienkārša: darbā laižot, jāattaisa tvaika ventilis un, darbu beidzot, tas jānoslēdz. Vajadzīgs ir tvaiks, tātad pulsometrs lietojams gadījumā, kur tvaiks sasniedzams.

Pulsometrus lieto maziem celšanas augstumiem un ar tvaika spiedienu ap 1,5 atm. Lielākiem celšanas augstumiem tvaika spiedienam jābūt 2—3 atm. lielākam nekā celšanas augstums atm. Tvaika patēriņš ir ļoti liels, ap 50 kg/ZS un vairāk, un lietderības koef. mazs. Sūc-augstums līdz 4 m, reti tik liels kā pumpņiem. Spiedaugstums līdz 40 m.



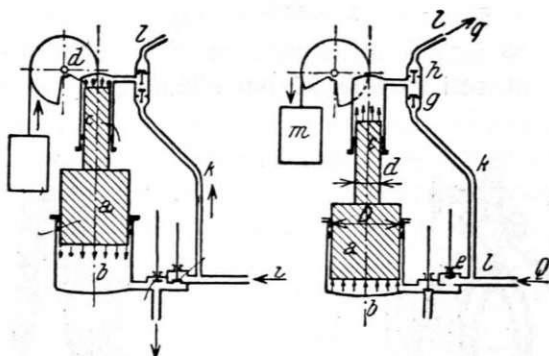
382. zīm. Pulsometrs.

Tvaiks sajaucas ar ūdeni, tātad to silda 10 m celšanas augstumam par 2°C un lielākam celšanas augstumam pat 5°C uz katriem tālākiem 10 m augstuma. Labumu pulsometros saskata to lētumā, vienkāršībā; tie ieņem maz telpas. Ūdens apgādei pulsometrus gan reti lieto, tāpat kā arī tvaika ežektorus. Konstruēti pulsometri ļaudai līdz 10.000 l/min.

f) Lambachpumpis.

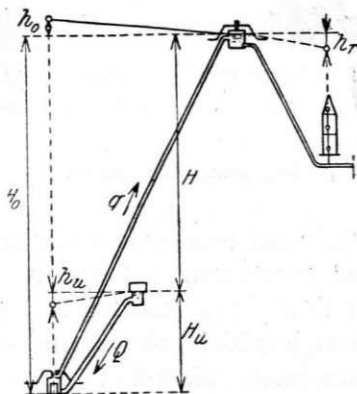
Lambachpumpis uzbūvēts uz līdzīga principa kā ūdens triecis. Ja avots izdod pietiekami daudz ūdens, daļu no tā izmanto pumpja dzīšanai. Ietaises schēma, ja ūdens avots pietiekams, ir sekojoša (383. un 384. zīm.). Pumpis sastāv no 2 virzuļiem: viena lielāka — dzinējvirzuļa un otra

mazāka — cēlējvirzuļa. Abi savienoti vienā ķermenī, un to kustības atvieglošanai ir pretsvars, gandrīz līdzīgs virzuļu svaram. Ūdens, kas pietek no avota, spiež uz augšu dzinējvirzuli (a), kas stumj uz priekšu cēlējvirzuli (c), līdz ar to aiztaisās vārstulis (g) uz pietekvadu un attaisās vārstulis (h) uz kāpjvadu. Kad virzuļi sasnieguši savu visaugstāko stā-



383. zīm. Lambachpumpja schēma.

vokli, uz ūdens pievada virzuļu kamerai aiztaisās ieteces vārstulis (e), noslēdzot pieteci kamerā, un attaisās vārstulis (f), kas ļauj darba ūdenim iekļūt notecē. Tai pašā laikā attaisās vārstulis (g) uz savienojuma ar virzuļu kameras virsu un aiztaisās spiedējvārstulis (h). Ūdens tad tek virs vārstuļiem, spiež tos uz leju un izspiež no kameras darba ūdeni. Kad



384. zīm. Lambachpumpja uzstādīšanas schēma.

vārstuļi nonākuši savā viszemākajā stāvoklī, tie atkal automatiski pārslēdzas, un visa darbība atkārtojas. Ja pumpis jāaptur, jānoslēdz pievads no avota ar aizlaidni, kas ietaisāms kaut kurā vietā uz pievada. Aizlaidni attaisot, pumpis tūlīt sāk strādāt.

Ūdens pieteces Q un ceļamā ūdens q daudzumi atrodas šādās attiecībās:

$$q = \eta \cdot \frac{H_0 - h_0}{H_0 + h_0} \cdot Q,$$

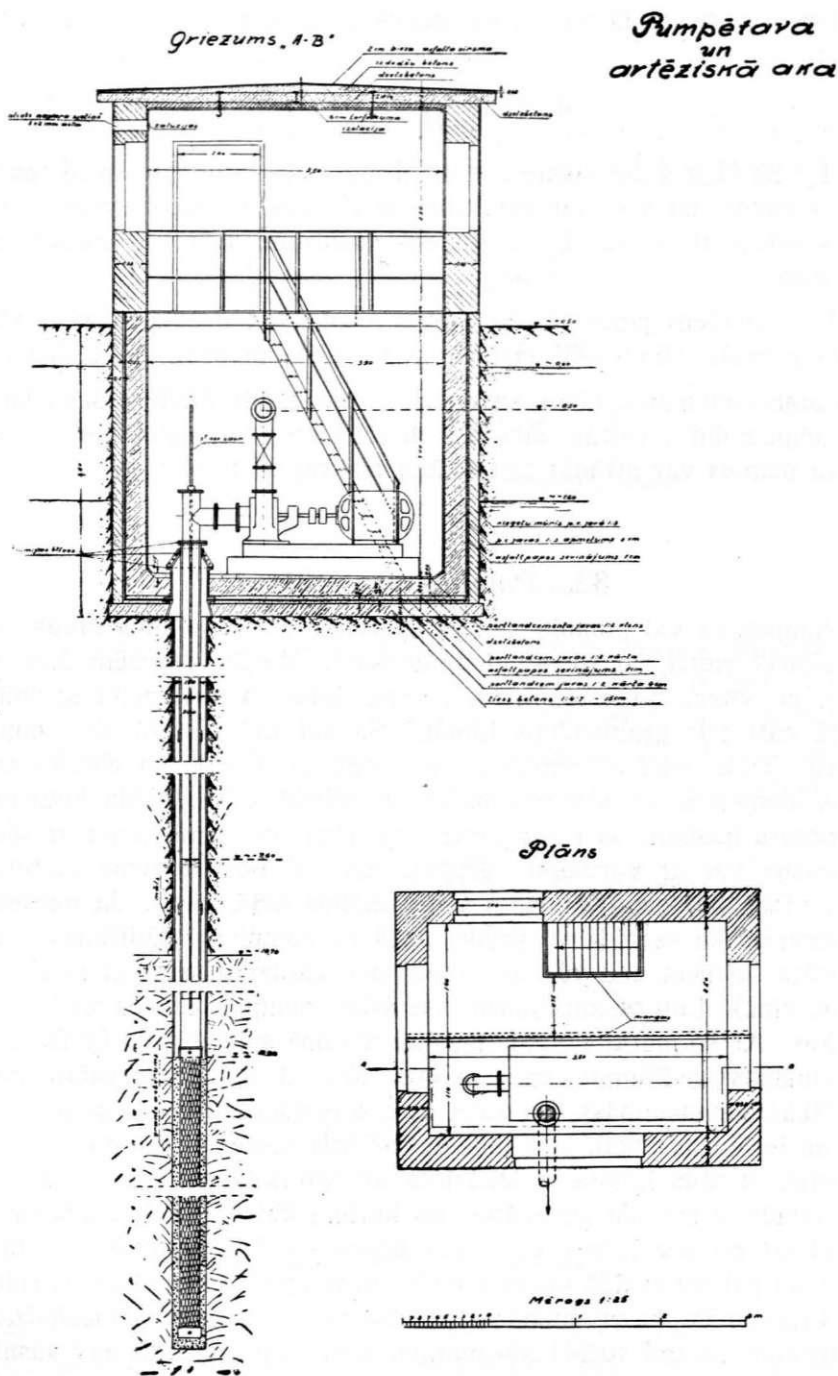
kur H_0 un H_0 ir ģeodēziskie augstumi, h_0 un h_0 attiecīgie spiediena zaudējumi vados, un η — izmantošanas koef., kas, ja dzenaugstumi lielāki, var sasniegt 0,90, bet ja dzenūdens daudzumi lieli un kritumi mazi, tikai 0,25.

Ja dzenūdens jāņem no atsevišķa avota, tad dzencilindrs ar virzuli un cēlējvirzula cilindrs jākonstruē ar atsevišķiem ūdens pievadiem.

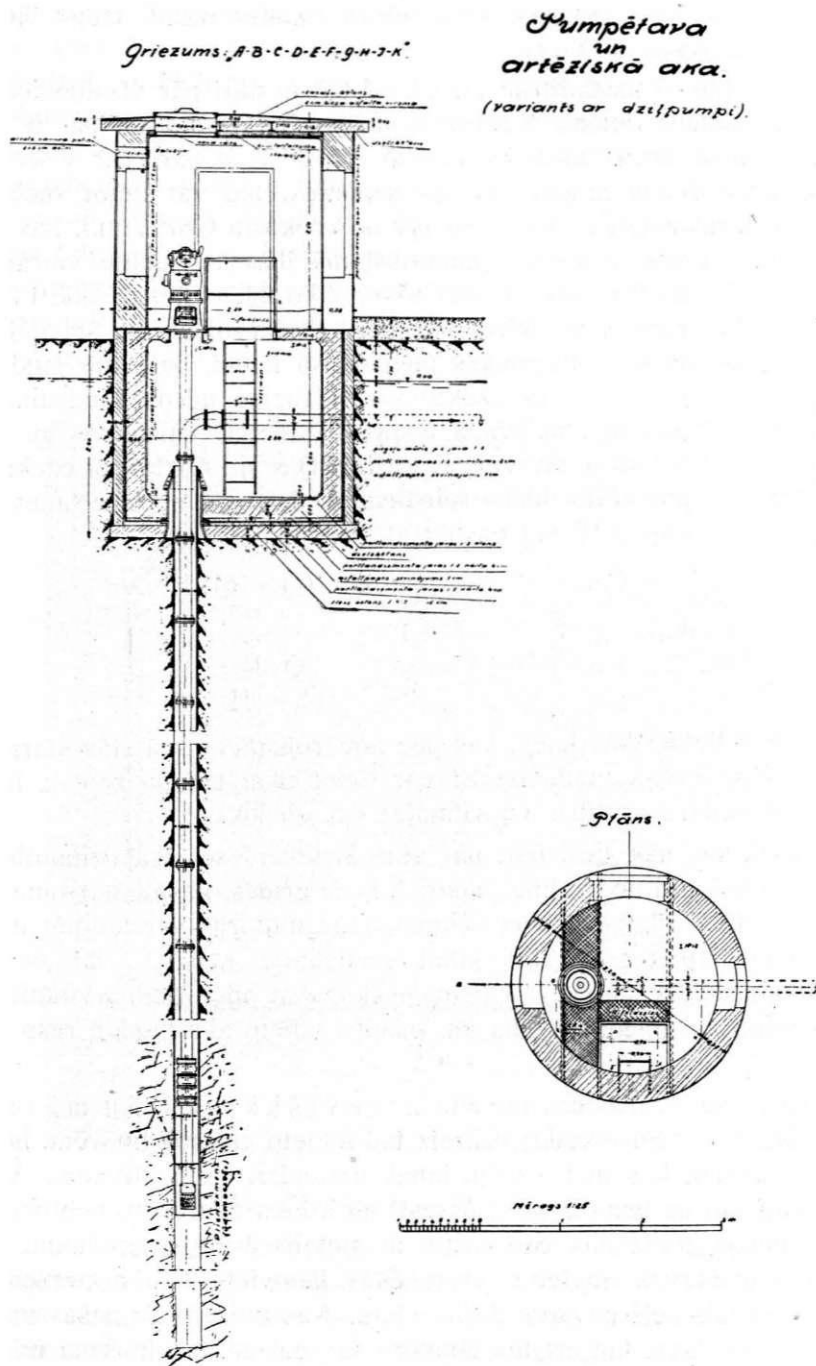
Lambachpumpim, tāpat kā triecim, nav daudz kustīgu daļu, lai gan lambachpumpim ir vairāk vārstuļu un arī virzuli var nolietoties. Labums tas, ka pumpis var strādāt ar mazāku troksni kā triecis.

32. Pumpētavas iekārta.

Pumpētava vai pumpju stacija jānovieto cik iespējams tuvāk ūdens ieņemšanas vietai, lai sūcējvadi būtu īsāki. Mazām ietaisēm, kas ūdeni saņem no vienas vienīgas akas, pumpja ietaisi var ievietot šachtā, ko izbūvē pāri pār gruntsūdens līmeni. Šachtā tad ievieto kā pumpi, tā motoru. Tāda ietaise iespējama, ja dzinējspēks nāk no elektromotora un tas kombinēts ar centrālējūdenspumpi. Ja jābaidās, ka šachta būtu mitra, var motoru uzstādīt pāri pār zemes virsu un pumpi pievienot ar siksnas transmisiju vai ar vertikālu vārpstu, kas tad tieši apvieno motoru un pumpi. Pāri pār zemi jātaisā sevišķa mājiņa (385. zīm.). Ja nogremdētais līmenis akā sagaidāms dziļāks nekā no pumpja uzstādīšanas šachtas to varētu sasniegt, tad var ar dziļpumpja palīdzību sasniegt mērķi (351. un 386. zīm.). Ļoti vēlams tādas atsevišķas pumpja ietaises ierīkot automatiskas. Ar šo mērķi uzstāda mašīnu tuvumā spiedējkatlu (gaisa katlu), kas zināmos gadījumos var noderēt arī kā spiedrezervuārs (piem., atsevišķās saimniecībās). Ja katlā augstāks ūdens līmenis, pumpis izslēdzas un ieslēdzas atkal, kad līmenis nokritis viszemākajā stāvoklī. Ļoti lietderīgi, ja tāda ietaise ir iekārtota ar rezerves mašīnām. Tā, piem., var uzstādīt 2 pumpju agregātus, no kuriem katrs var dot, teiksim, trīs ceturtdaļas no sagaidāmā vislielākā ūdens daudzuma. Izslēdzēji tā nostādīti, ka parasti strādā viens pumpis, un ja tomēr ūdens līmenis spiedējkatlā krīt zemāk par viszemāko atļaujamo līmeni, automatiski ieslēdzas arī otrs pumpis, un tad strādā abi pumpji, kamēr spiedējkatlā nav sasniegts visaugstākais līmenis. Kad tas noticis, izslēdzas abi pumpji. Gaisa katlos vajadzīgs zināms gaisa segums, un to sagādā vai nu ar rokas gaisa pumpi,



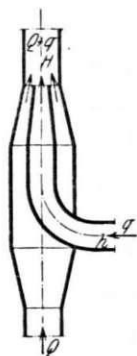
385. zīm. Pumpja ietaise šachtā pāri pār aku.



386. zīm. Dziļpumpja ietaise.

vai kādu mazāku elektrisku kompresoru. (Gaiss izzūd, izejot līdz ar ūdeni, un tas jāatjauno.)

Vēlams pumpi uzstādīt ne zemāk kā 0,5 m pāri pār visaugstāko dabisko gruntsūdens līmeni. Sūcaugstums var būt ne vairāk par 6—7 m, un pumpi tātad nevar uzstādīt augstāk kā 6—7 m pāri pār viszemāko nopumpējamo ūdens līmeni. Ja tas nepietiek, tad var lietot sūcējvadā ietaisītu dziļsūcējietaisi. Pēdējā sastāv no ežektora (387. zīm.), kas ietaisīts sūcējvadā tādā dziļumā, ka tas nebūtu vairāk par 6—7 m augstāk pār viszemāko ūdens līmeni akā. Ežektoram darba ūdeni piegādā ar nozarojumu no spiedējvada, tātad pats pumpis piegādā šo ūdeni, bet viņa jauda tad jāpalielina ar ežektoram vajadzīgo ūdens daudzumu. Ja pumpim jāpiegādā ūdens apgādei Q daudzums un ežektoram q , tad viņa jauda būs $Q + q$. Apzīmējot ežektoram pievadīto ūdens spiedienu ar h un pumpja celšanas augstumu H , tad pastāv attiecības:



387. zīm.

Dziļsūcējietaisi.

vai

$$\eta \cdot q \cdot h = (Q + q) \cdot H$$

$$q = \frac{Q \cdot H}{\eta \cdot h - H}$$

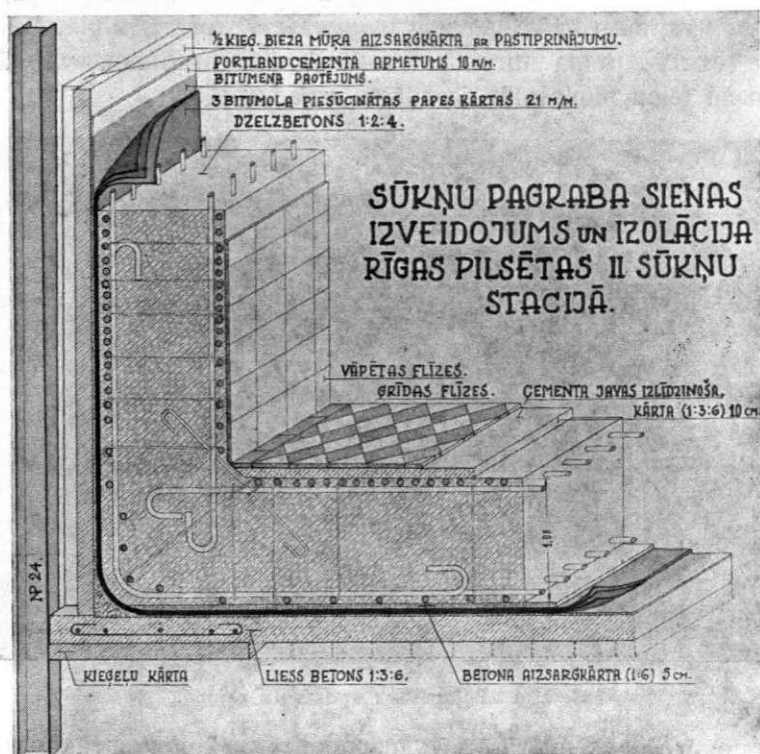
pie kam η ir lietderības koef., kas pēc novērojumiem svārstās starp 0,08 un 0,23. Protams, ka tādu ietaisi var lietot tikai tad, ja zemais lietderības koef. nedara grūtības no saimnieciskā viedokļa.

Ietaisei, kas nāk tieši pāri pār aku, jāpievērš sevišķa uzmanība, lai akā nevarētu ietikt no mašīnu telpas, it īpaši grīdas, nekādi netīrumi. Arī smērēļļas pilieni rūpīgi jāuzķer. Pumpjus un motorus var montēt uz kopīgas betona plātnes, kurai jābūt pietiekami masīvai, lai nekādas vibrācijas neceltos. Ja nevar pumpjus kopā ar motoriem uzstādīt pāri pār gruntsūdens līmeni, tad, kā jau minēts, jālieto aku pumpji resp. dziļpumpji.

Lielās ietaisēs mašīnas novieto atsevišķā mašīnu mājā, netālu no krājakas. Sūcējvadus dažreiz tad ievieto galerijā (mūrētā, betona vai dzelzbetona), kas dod iespēju labāk uzraudzīt vadu blīvumu. Vadus liek ar kāpumu uz pumpja pusi, parasti no atloku caurulēm, noblīvēšanai ņemot gumijas gredzenus, cauraustus ar metalla drāts stiegrojumu. Projektējot pumpētavas novietni, visas ēkas jānovieto tā, ka personālam nebūtu jāiet tāls ceļš uz savu darba vietu. Kas attiecas uz pašas mašīnu mājas iekšējo plānu, tad arī tas jāievēro, lai mašīnu apkalpošana un degvielu piegāde varētu būt cik iespējams ērtāka un personālam ērtāk pieejama. Visām telpām jābūt sausām, siltām (centrāl apkure), labi

vēdināmām, labi apgaismotām. Jābūt iespējai uzturēt visur pedantisku tīrību. Visu šo vajadzību pilnīga apmierināšana projekta plānā jāliek pirmā vietā, un tikai otrā vietā var nākt arhitektonisks izveidojums.

Mašīnu māja jātaisa no ugunsdrošiem materiāliem. Sienas var būt no ķieģeļu mūra, pārklājumi ar dzelzs vai dzelzbetona sijām un betona vai dzelzbetona ieklājumu starp sijām. Jumts var būt dzelzs konstrukcijas un pārklāts ar skārdu vai šiferu, vai citu ugunsdrošu materiālu. Pumpju telpa, vismaz gruntsūdens ietaisēm, nonāks parasti zem gruntsūdens līmeņa. Tādā gadījumā sevišķi jāievēro kā grīdas, tā sienu izolācija pret ūdens caursūkšanos, ko panāk, ieliekot mūrī vairākkārtīgu bituminētu azbestpapi (388. zīm.). Gadījuma ūdens jānovada kādā pumpja

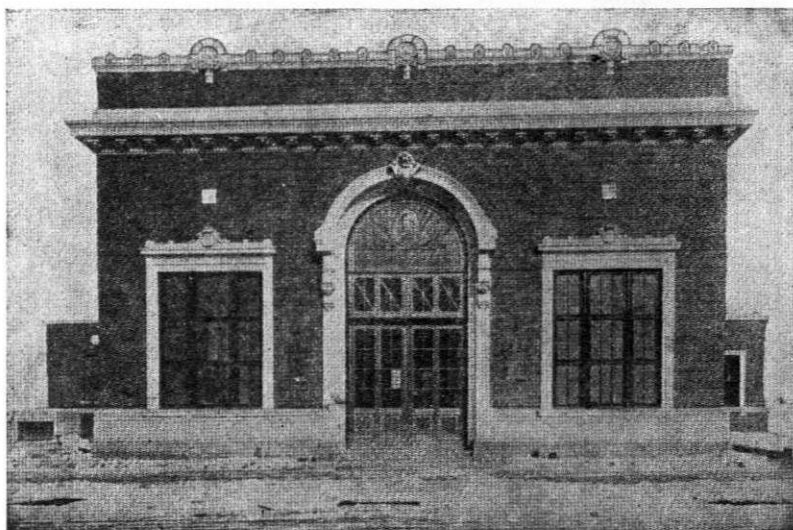


388. zīm. Pumpju telpas izolācija pret ūdeni.

bedrītē, un jāparedz neliels pumpis ūdens izcelšanai. Visu telpu sienām un grīdām jābūt pilnīgi gludām, kaktiem un stūriem gludi noapaļotiem, lai nekur nevarētu uzkrāties putekli, kuņus nevarētu ērti nomazgāt. Ar šo nolūku grīda jātaisa betona, noslīpēta vai asfaltēta, vai aplikta ar teraco vai kādām gludām, izturīgām plātnēm. Sienas mazākās ietaisēs varētu nokrāsot, vismaz cilvēka augstumā, ar gaišu eļļas krāsu, labāk

tomēr ir, sevišķi lielās ietaisēs, sienas aplikt ar gaišiem podiņiem līdz 2 m augstumā. Cauruļu vadu nolikšanai jāierīko grīdā kanāļi, kas jāpārsež ar rūtaini štancētu skārdu. Durvis mašīnu mājā jātaisa tik platas, ka var ienest visplašākos priekšmetus. Ļoti platas durvis jātaisa vārtu veidīgas, kurās jāietaisa šauras durvis parastai iešanai. Pie griestiem jāparedz ietaise, kas dotu iespēju viegli pārvietot smagas mašīnu daļas. Lielākās ietaisēs vajadzīgs bīdāmais krāns, kamēr mazākās var iztikt ar skrituļu tricī, paredzot pie griestiem tā pārvietošanai sevišķu siju. Logi jātaisa cik iespējams lieli, lai telpa būtu gaiša. Sļeņģes un rāmji jātaisa no metalla vai dzelzbetona, lai būtu ugunsdroši. Logu rāmji jāparedz dubulti, un rūtis no dubulta stikla, labi caurredzamas.

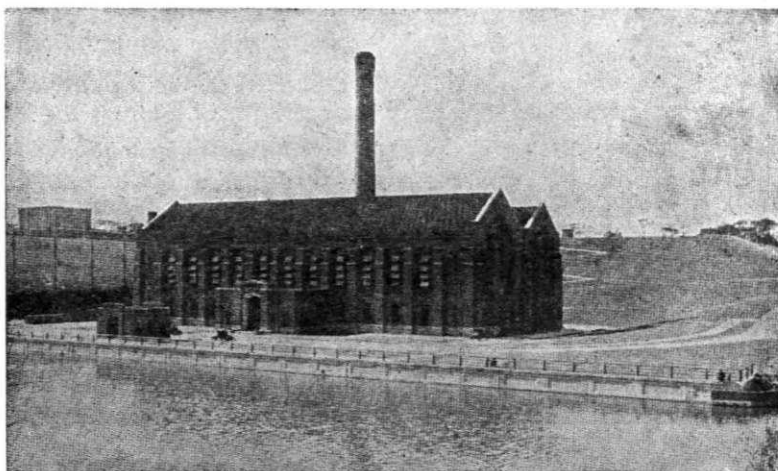
Mašīnu telpai jābūt ap 4 m augstai un tik plašai, lai ap iebūvētām mašīnām būtu brīva neaizsprostota eja vismaz 1 m platumā. Jāparedz arī rezervē telpa turpmāk uzstādāmām mašīnām, vai jāparedz iespēja pašu telpu paplašināt, ja rastos vajadzība.



389. zīm. Pumpētava apdzīvotā rajonā.

Visi novērošanas aparāti, kā: manometri, vakuummometri, apgriezienu skaitītāji, ūdens līmeņa rādītāji, kā krājakā, tā arī rezervuāros, elektrības aparātu novietošanas un strāvas sadalīšanas dēļis, kā arī galvenā ūdens mērītāja rādītāji — jānovieto ērti pieejami un viegli nolasāmi. Arī telefōnaparātam jābūt stacijas dežūranta tuvumā.

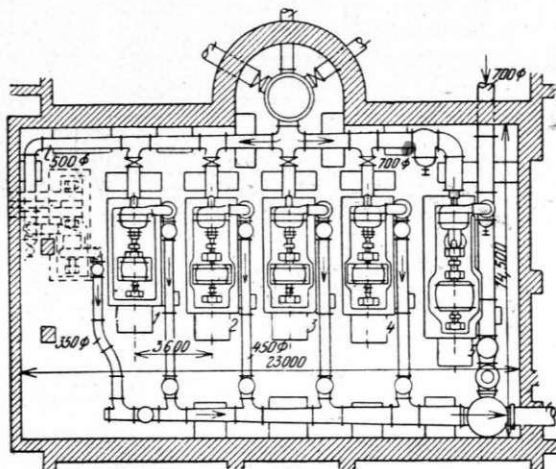
Ēku ārējais izskats jāpieskaņo apkārtnei, kas dod architektam gadījumu ielikt formās pieskaņojumu ēkas nozīmei un izveidot objektu apkārtnei un visai pilsētai par lepmumu. Pumpētava, kas novietojama apdzīvotā vietā, jāizveido citādi (389. zīm.) nekā tāda, kas atrodas mežā,



390. zīm. Pumpētava fabrikas rajonā.

neapdzīvotā vietā, vai atrodas rūpniecības rajonā (390. zīm.), kad apkārtne ir fabrikas ēkas, noliktavas un t. t.

Pumpju telpā uzstāda pumpjus un elektomotorus, ja tie tieši savienoti. Tvaika spēku stacijās katli vai sūcgāzes ietaisēs ģenerātori nāk novietoti atsevišķā telpā, bet cik iespējams tuvu pie pumpju telpas. Pē-



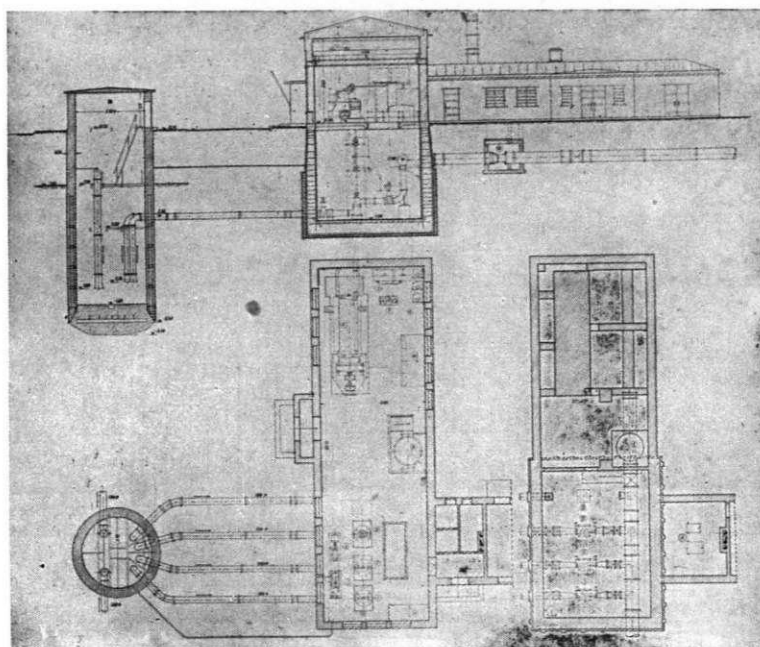
391. zīm. Pumpju novietnes piemērs.

dējā tad ievieto arī tvaika mašīnas vai turbīnas un sūcēj- un spiedējkatlus.

Pumpjus savieno ar krājaku katru atsevišķi ar sūcējvadu. Ja tas nebūtu iespējams telpas trūkuma dēļ, pumpjus pieslēdz pie kopīga sūcējvada grupveidīgi (391. zīm.). Sūcējvadā krājakā ir krājvārstulis, lai pumpja



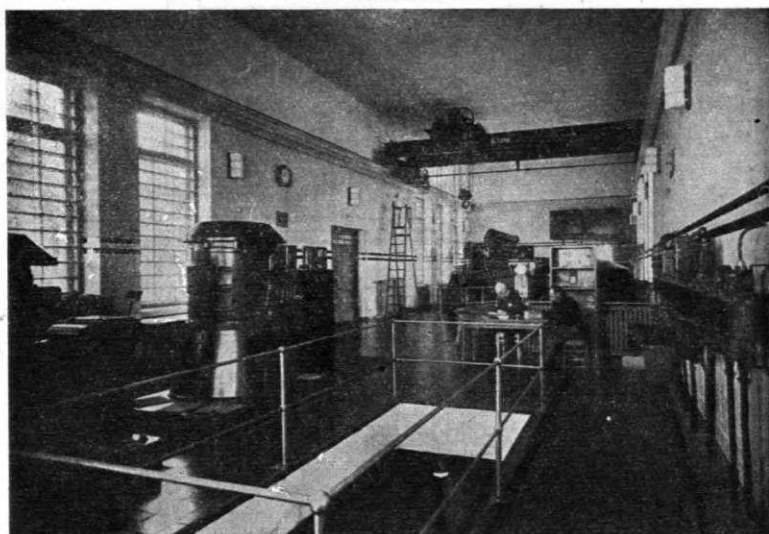
392. zīm. Rīgas pumpētava Zaķu muižā, fotografisks uzņēmums.



1 un 2 — gaisa sūkņi. 3 — atgaisošanas vads $d = 75$ mm no sifonvadu kupola uz gaisa sūkņiem. 4 — vakuuma katls. 5 — gaisa spiedkatls. 6 — dīzeļmašīna. 7 — naftas tvertnes. 8 — katli ar saspīestu gaisu. 9 — kompresors. 10 — sadaļšanas iekārta. 11 — signālizācijas un automatizācijas iekārta. 12 — venturi mēritājs. 13 — centrālās apkures katli.

393. zīm. Pumpju mājas plāni un griezum.

apstāšanās gadījumā ūdens neiztecētu atpakaļ krājakā, kas sevišķi svarīgi centrālējās pumpjās, kuri var sākt strādāt tikai tad, kad sūcējvads ir pilns ar ūdeni. Ja pumpis uzstādīts zemāk par visaugstāko ūdens līmeni krājakā, tad uz sūcējvada jāietaisa aizlaidnis, jo citādi varētu pumpju telpā tecēt ūdens gadījumā, ja, piem., pumpis jānoņem. Ja vairāk pumpji ir pie viena kopīga sūcējvada, tad uz katra pumpja pievienojuma jāietaisa aizlaidnis. Visus spiedējvadus no pumpjiem pievieno pie viena (vai vairāk, ja jāvada daudz ūdens) kopīga krājējvada (spiedējvada), kas ūdeni vada tālāk uz apgādājamo vietu. Arī ūdeni atpakaļsitējs vārstulis uzstādāms uz katra spiedējvada nozarojuma pie pumpjiem. Uz kopīga spiedējvada sākumā jāievieto galvenais ūdensmērītājs.



394. zīm. Mašīntelpas Zaķu muižas pumpētavā Rīgā.

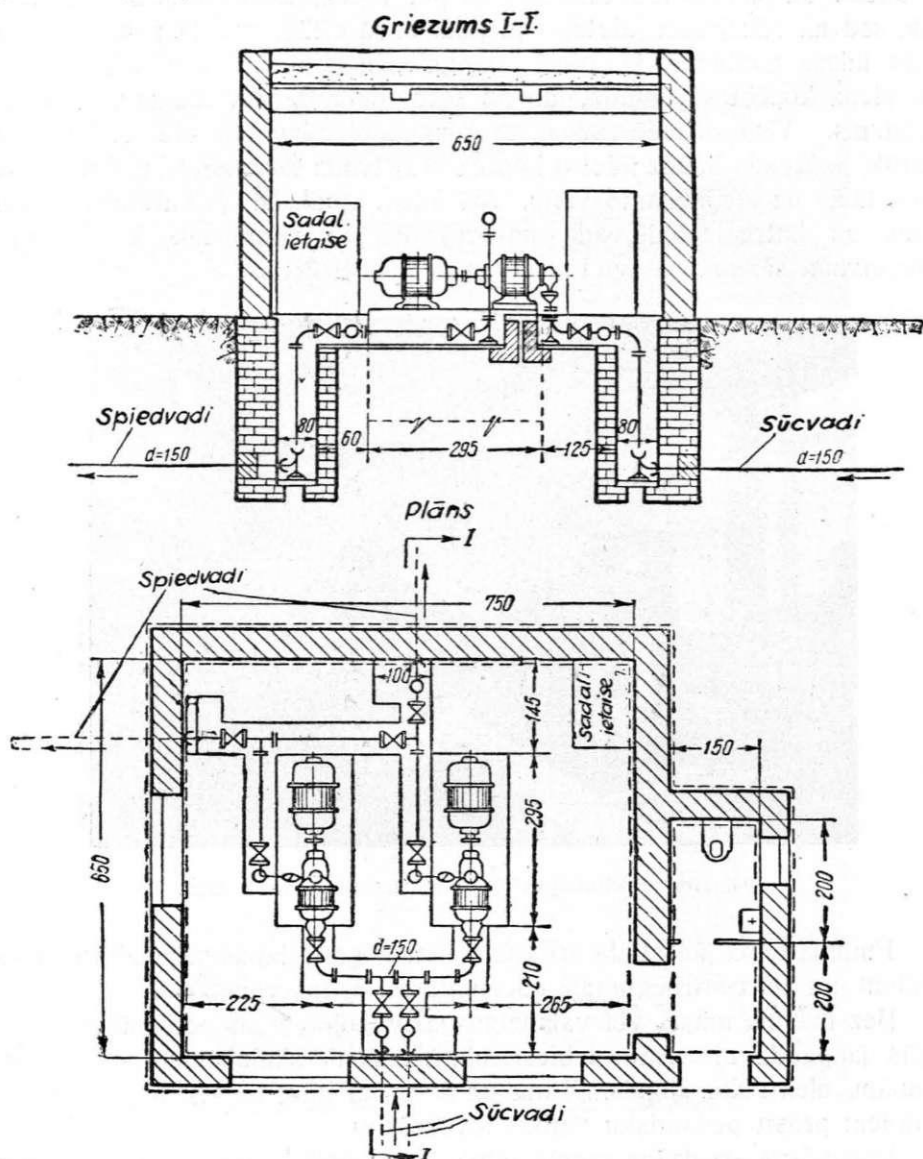
Pumpja telpā jāuzstāda arī gaisa pumpis gaisa izpumpēšanai no sifonvadiem un arī centrālējās pumpju sūcējvadiem, ja tas vajadzīgs.

Bez mašīnu mājas vēl vajadzīgas dzīvojamās ēkas personālam. Pēdējās jāapgādā ar visām labierīcībām: ūdeni, skalojamiem klozetiņiem, vannām, elektrisku apgaismošanu un t. t., lai būtu iespējams no apdzīvotājiem prasīt pedantisku tīrības ievērošanu.

Vajadzīgas arī dažas saimniecības ēkas: noliktavas, varbūt arī zirgu stallis un novietne mazlopiem un putniem (dzīvnieku novietošana pumpētavas apdzīvotāju nometnē gan nebūtu vēlama). Jāparedz arī dārzs (parks) un, ja iespējams, ģimenes dārziņi personālam.

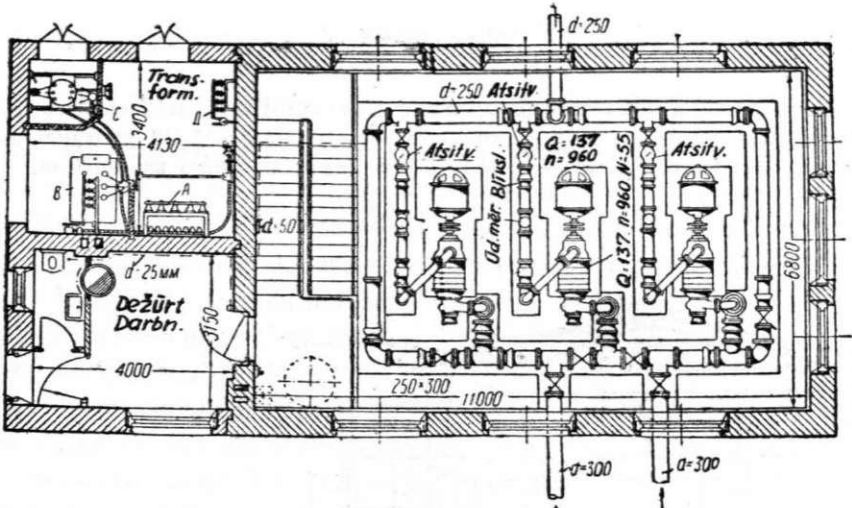
Netīrie notekūdeņi jānovada tālāk nost no iestādes un attiecīgi jātīra un jānovieto.

395. zīm. redzama pumpētava ar 2 elektriskiem pumpjiem, jaudas $50 \text{ m}^3/\text{st.}$, spiedienam 75 m. un apgriezienu skaitu $1450/1 \text{ min.}$ Elektromotori trīsfažu strāvai, ar spriegumu 380 V , un jaudas 29 kW .



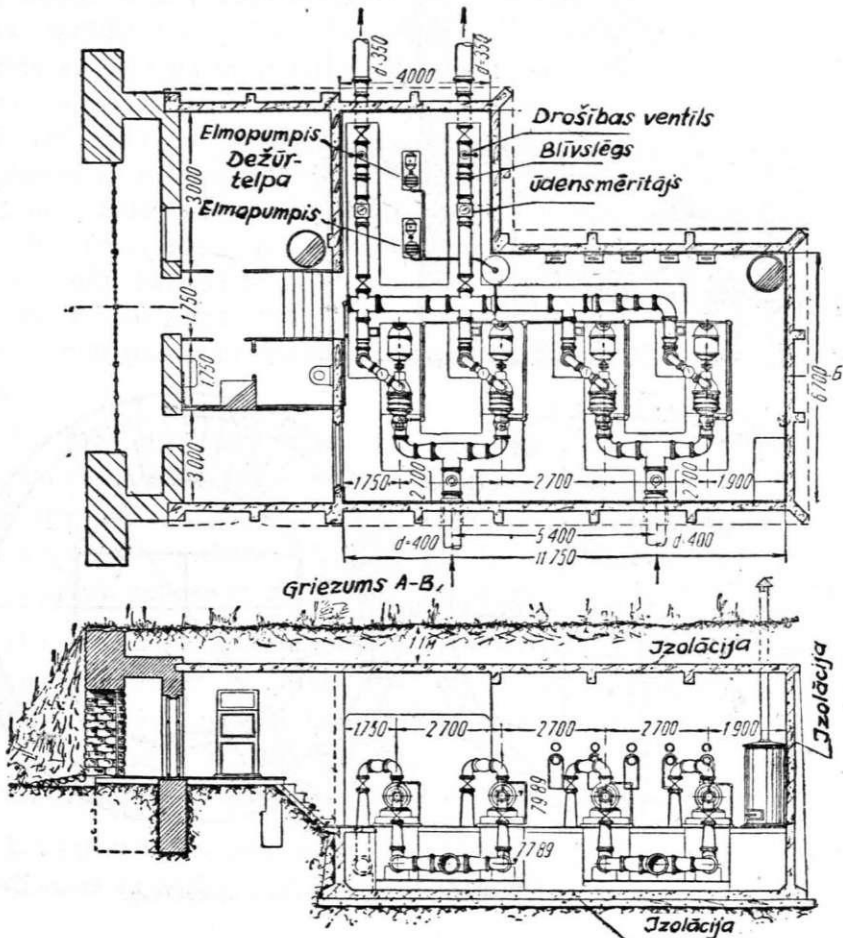
395. zīm. Pumpētava ar 2 elektriskiem pumpjiem.

396. zīm. rādīts pumpētavas plāns ar 3 elektriskiem pumpjiem, jaudas $137 \text{ m}^3/\text{st.}$ katrs; spiediens 70 m un apgriezienu skaits $960/\text{min}$. Elektromotori trīsfažu, strāvas spriegums 380 V un jaudas 55 kW katrs. Strāvu stacijai pievada ar spriegumu 6000 V , tādēļ ipašā telpā uzstādīts transformators (B), jaudas 180 kW , kas strāvu pārveido no 6000 V uz 380 V . Zīmējumā vēl redzams eļļas slēdzis (C), sadalītāja dēlis (D), zemsprieguma un augstsprieguma (A).



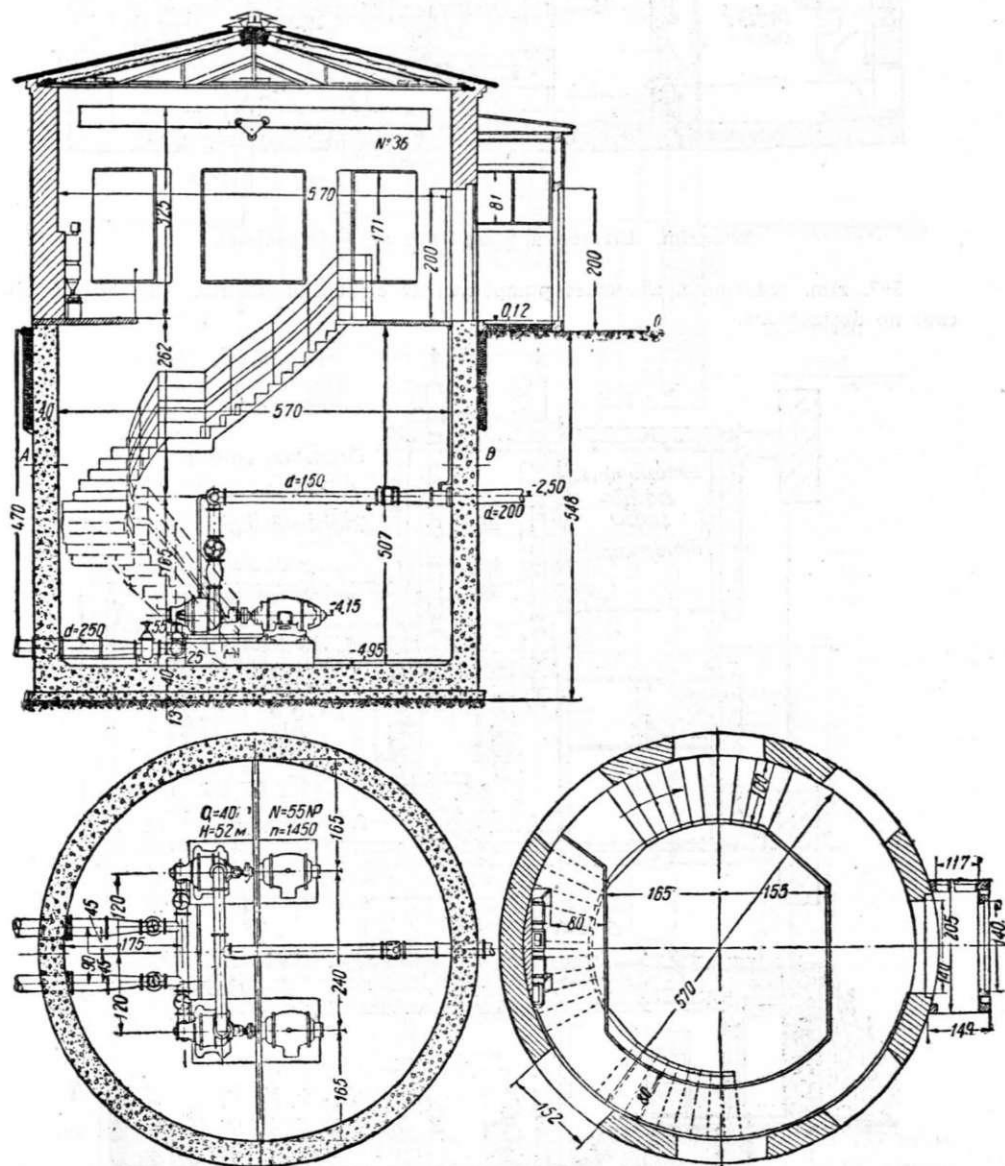
396. zīm. Elektriska pumpētava ar 3 agregātiem.

397. zīm. redzama apakšzemes pumpētava ar elektrisku iekārtu. Ēka būveta viscaur no dzelzbetona.



397. zīm. Apakšzemes elektriska pumpētava.

398. zīm. rādīta zemē iedziļināta neliela elektriska stacija ar 2 elektropumpjiem, iaudas 40 l/sek, $H = 52$ m un $n = 1450$ /l min. Motori 3 fažu 55 ZS, spriegums 220 V. Virszemes būve ķieģeļu, zemē — betona. Ūdens līmeņa svārstības akā ap 6 m.



398. zīm. Zemē iedziļināta apaļa elektriska pumpētava.

33. Saimnieciski ieskati mašīnu izvēlē.

Kā jau minēts, pie mašīnu izvēles pirmo lomu spēlē apgādes nodrošināšana. Jāizvēlas tādi mašīnu komplekti, kas vislabāk nodrošina nepārtrauktu ūdens apgādi. Starp mašīnām, kas atbilst šādai prasībai, tad jāizvēlas tādas, kas izdevīgākas arī izdevumu ziņā. Izdevīgāks ir tāds mašīnu komplekts, kas prasa vismazākos gadatdevumus apkāpošanai un darbībai, kā arī procentu nomaksai un būvkapitāla deldēšanai. Šāda uzdevuma aprēķināšana ir diezgan grūta, jo pamati ir atkarīgi no vietējiem apstākļiem, kas pie pašreizējās saimnieciskās konjunktūras ir ļoti svārstīgi. Arī mašīnu konstrukcija pastāvīgi uzlabojas. Eiropā priekšroku dod centrābēgpumpjiem, dzītiem ar elektrību vai ar dīzeļmotoriem. Jautājums jāizšķir, kas pie vietējiem apstākļiem kā dzinējspēks iznāk lētāk: elektrība vai dīzeļmotors. Lētākais tad ir ņemams kā pastāvīgi strādājošs spēka avots, kamēr otrs, mazāk izdevīgais, lietojams kā patstāvīgs un ieteicams rezerves spēks. Izrādās tomēr, ka lielām ietaisēm, kā tas sevišķi Amerikā, lielās pilsētās ar lielu ūdeņi patēriņu, tvaika spēks iznāk lētāks kā ar dīzeļmotoru vai elektrību ražotais spēks. Tvaika spēka mašīnas ir pēdējā laikā arī stipri uzlabojušās: tvaika spiedienu ievērojami palielināts, ekonomiseri dod ietaupījumu kurināmajam materiālam; arī gaisa priekšsildīšana, labākas sadegšanas ietaises un t. t. uzlabo ietaises saimniecisko pusi. No otras puses arī elektrības ražošana ar ūdensspēku dod lētu spēka avotu, bet arī lētākas degvielas sagādāšana dīzeļmašīnām izceļ pēdējās. Kā redzams, katrā atsevišķā gadījumā jānoskaidro pēc pašreizējās konjunktūras ar salīdzināmiem aprēķiniem, kāda ietaise iznāktu lētāk.

Turpmāk pievestie skaitļi, kas pa lielākai daļai ņemti no Gross'a «Handbuch d. Wasserversorgung», uzskatāmi par piemēru, kā pie saimnieciskiem aprēķiniem var pieiet. Vispirms jānoskaidro procentu lielums būvkapitālam. Ja pilsētām to var rēķināt ar 6—8% gadā, tad ar valsts palīdzību tas var būt 4% un pat vēl mazāk.

Deldēšanai varētu pieņemt (rēķinot ar 4% būvkapitālu):

cauruļu vadiem — 1 līdz 2% (28—41 gadu),

rezervuāriem — 1% (ap 40 g.),

mašīnu mājām — 2% (28 g.),

mašīnām — 5—8% (10—15 g.).

Ekspluatācijai un remontam parasti pietiek summas, kas izrēķināmas ar sekojošiem % no būvkapitāla:

cauruļu vadiem	0,05 līdz 0,1%
rezervuāriem	0,1%
mašīnu mājām	0,5%
ceļammašīnām, ierēķinot smērēļas un tīrīšanas mate- riālus	2 līdz 4%

Pie tā jāpieskaita vēl apkalpošana, t. i. personāla izmaksa un spēka ražošanas vai īstie ekspluatācijas izdevumi. Apkalpošanas izdevumi var būt ļoti dažādi, atkarīgi no mašīnu nodarbināšanas. Automatiskās mašīnas prasa ļoti mazus izdevumus apkalpošanai, kamēr citas atkal prasa pastāvīgu uzraudzību un vadīšanu.

Īstie ekspluatācijas izdevumi atkarīgi no tā, cik ar mašīnas spēka vienību var sasniegt jaudu mt (metrtonnās) vai mkg (metrkilogramos) ceļamam ūdenim. Skaitļi jāgarantē mašīnu piegādātājam firmam. Kā zināmu pieturas punktu var pēc Gross'a un Smreker'a ievērot sekojošus skaitļus:

pie ūdensspēka ietaisēm ar 1 mkg dzenūdens	
var celt	0,6 līdz 0,7 mkg ūdens
„ tvaika mašīnām ar 1 kg akmeņogļu vidējās un mazās ietaisēs	100 „ 200 mt
„ lielās	200 „ 400 „
„ benzīna motoriem ar 1 kg benzīna	800 „ 850 „
„ spēka gāzes motoriem ar 1 kg antracitogles	450 „
„ dīzeļmotoriem ar 1 kg jēleļļas	1200 „ 1500 „
„ elektriski dzītām virzuļu mašīnām ar 1 KWst.	250 „ 270 „
„ elektriski dzītiem centrālējūdenspumpjiem 1 KWst.	180 „ 220 „

Cenas minētiem ekspluatācijas materiāliem vidēji pieņemts:

1 kg akmeņogles	5 Pf.
1 „ antracitogles	7 „
1 „ benzīna	70 „
1 „ jēleļļas (naftas)	30 „
1 KWst.	5 līdz 10 „

Pārrēķinot ar šādiem skaitļiem 1 mt izmaksu ar dažādām mašīnām, iznāktu, ka dīzeļmašīnas ir lētākās ekspluatācijas ziņā. Bet rēķins jāpapildina ar būvkapitāla % un amortizāciju, tad starpība starp dīzeļi un tvaiku jau samazinās, un, kā jau minēts, var pat grozīties par labu tvaika mašīnai. Tāpat arī katrā gadījumā jāpārbauda starpība starp elektrību un dīzeļmašīnas spēku.

Mašīnas pasūtinot, līgumā jāparedz kā jaudas, tā arī degvielu patēriņam zināma garantija, kas jāiegūst nevien mašīnu izmēģinot pieņemšanai no piegādātāja, bet arī vēl vismaz pēc gada līdz 2 gadu mašīnas praktiskas darbības. Piedzīvojumi rāda, ka izmēģinājumos, mašīnas nododot lietošanai, rezultāti ir labāki nekā vēlāk tas izrādās ekspluatācijā, tādēļ vajadzīgs arī noskaidrot mašīnas darbību ilgākā praktiskā darbā. Līgumā ar piegādātāju arī jāparedz, ka visādas nepilnības vai bojājumi mašīnu daļās, kas varēja celties no nepietiekami labas konstrukcijas vai nepietiekami rūpīgas nostrādāšanas, piegādātājs līdz garantijas notecēšanai pārmaina ar labām daļām bez kādas atlīdzības.

Protams, ka arī pēc garantijas notecēšanas jāseko rūpīgi mašīnas darbībai. Katru dienu jāieraksta darba žurnālā patērēto degvielu daudzums, kā arī smēr- un tīrīšanas materiālu daudzums, darbības laiks, celtā ūdens daudzums vai nu pēc ūdensmērītāja, vai apgriezīenu skaita norādījuma. Tāpat arī jāreģistrē ar pašuzrakstītājiem ūdens līmeņa svārstības krājkā un spiedrezervuārā. Darba žurnālā arī jāieraksta visi remontī, kādi varēja celties mašīnas darbībā, remonta darba laiks un eventuālā izmaksa.

Kopsummā (pēc Brix, Heyd un Gerlach — Die Wasserversorgung) vienreizīgi izdevumi ūdens celšanas ietaisēm uz 1 iedzīvotāja ir ap 5 līdz 10 RM, vai uz 1 m³ stundas ap 400 līdz 700 RM. No šīm summām jāreķina $\frac{1}{3}$ līdz $\frac{1}{4}$ uz ēku būvi, pārējais attiecināms uz mašīnām. Mašīnu izmaksas iepriekšējai kalkulācijai var pieņemt šādus norādījumos (minētā autora un Eigenbrodt'a)¹⁾:

a) Centrbēgpumpji, apzīmējot ar Q — jaudu sl. Izmaksa K (RM)

ir pie ceļamaugstuma < 100 m : K (RM) = 100 · Q^{0,63}

„ „ „ „ > 100 m : K (RM) = 170 · Q^{0,63}

b) Virzuļu pumpji:

pie Q mazāka par 10 sl. — 300 RM/sl.

„ Q lielāka „ 10 „ K (RM) = 2000 + 100 · Q.

Kā a), tā b) ir domāta tikai pumpja maksa. Piederumiem, kā atsitējvārstuļiem, aizlaidņiem, manometriem, uzstādīšanai un t. t. jāpierēķina 140%.

Elektromotoriem var pie parastiem lielumiem (5—150 ZS) izdevumus rēķināt ar:

$$K (RM) = 300 + 20 \cdot N,$$

kur N = jauda ZS.

Elektriskiem piederumiem, montāžai un t. t. jāpierēķina 20 līdz 30%.

¹⁾ Eigenbrodt, A., Betrachtungen über die Jahresausgaben von Gruppenwasserwerken. Dissertation. Berlin 1931., Verlag Oldenbourg.

d) Augstbūvēm, kas vajadzīgas pumpju ietaisei, Eige-
brodt's aprēķina apbūvēto tilpumu ar $b = 4750 \cdot Q^{0,8}$. Rēķinot 1 m^3
apbūvēta tilpuma izmaksu ar 30 RM, var noderēt (pie tilpumiem no
 1.000 m^3) izmaksas aprēķinam sekojoša formula:

$$K(\text{RM}) = 125.000 \cdot Q^{0,7},$$

kur $Q =$ jauda m^3/sek .

Jāatgādina, ka kā šādi skaitļi ir ņemti zināmos vietējos apstākļos.
Citos apstākļos tie jāpārbauda un jāpieskano.

VII. Ūdens krātuves.

34. Krātuvju uzdevumi un lielumi.

a) Mērķis.

Ūdens apgādes uzdevumos sastopamas dažādas krātuves. Ja ūdens apgādei izmanto avotu, no kura ūdens pietiek pastāvīgi vienmērīgā daudzumā, un vienmērīga pumpēšana nav paredzēta, tad vajadzīgas krātuves, kurās ūdens uzkrājas tai laikā, kad nepumpē. Tāpat tas ir, ja ūdeni filtrē, jo nepieciešams filtra darbību ieturēt pastāvīgu, vienmērīgu, turpretim pumpēšana daudzreiz notiek periodiski. Arī vēlams rezervē turēt zināmu daudzumu filtrēta ūdens. Vispārīgi rezervē turamie ūdens daudzumi dažreiz var būt ļoti lieli. Vislielākās krātuves ar ūdens daudzumu vairāk dienām un pat nedēļām, neskaitot dabiskos ezerus, ir upju uzstādīnājumi, uzkrājot upes ūdeni pa lielūdens laiku, vai arī uzkrājot ūdeni garākam laika periodam, ja ūdens avots, upe, nes ļoti netīru ūdeni, kura tīrīšanai būtu vajadzīgas komplicētas un dārgas ierīces. Tā, piem., Vīnē uzkrāj krājrezervuāros ap 1 nedēļas patēriņu, Parīzē St. Klū rez. ap 3 d. daudzuma, Ņujorkā līdz 72 d. un Losanželosā pat līdz 180 d. daudzuma. No jaunākā laika ietaisēm varētu minēt Karaļaučus, kur ierīkoti 2 krājbaseini, katrs 35.000 m³ tilpuma, kas uzkrāj 7 līdz 8 d. patēriņu tam laikam, kad zināmi jūras vēji aizsprosto Pregeles upes izteci, un upē tad uzkrājas pa daļai netīrais ostas ūdens, pa daļai sāļīgais jūras ūdens. Maskavā pēdējos gados izdarīti lieli ūdens būvju darbi, savienojot Volgu un Maskavas upi ar kuģojamu kanāli, un līdz ar to Maskavas tuvumā ierīkotas lielas ūdens krātuves, kas Maskavai nodrošina ūdens patēriņu ilgākam laikam. Tādām lielām ūdens krātuvēm, bez uzdevuma sagādāt ūdens rezerves, ir vēl arī tas labums, ka ūdens tajās var nostāties, t. i. iztīrīties no suspendētām vielām un zināmos apstākļos arī bioloģiski, apskābļojoties organiskām vielām.

Par tādām ūdens krātuvēm jau bija minēts agrāk. Šai nodaļā būs apskatīti ūdens rezervuāri, kas īstenībā ietilpst ū d e n s i z d a l ī š a n a s s i s t ē m ā. No ūdens sagādāšanas vietas tīro ūdeni aizgādā parasti ar pumpēšanu uz ūdens krātuvi, kas atrodas apgādājamās vietas tuvumā vai pašas apgādājamās vietas robežās. No šādas ūdens krātuves ūdens tālāk ar paša spēku, ar izdalīšanas tīkla palīdzību, pietiek patērētājiem. Pie tam prasāms, lai krātuve būtu tā iekārtota, ka ūdens varētu iztecēt no krātuves visaugstākā un vistālākā vietā, tur atrodošos visaugstāko namu augšējos stāvos, pie tam ar pietiekamu ātrumu pietiekamā daudzumā. Dažreiz vēl prasa, lai ūdens tādos piegādes ziņā visneizdevīgākos namos vēl izlītu pāri pār jumtu, ja to ņemtu ugunsgrēka dzēšanai ar šļūteni tieši no hidranta. Atkarīgi no šādām prasībām, tīklam jābūt

ieliktam no attiecīga lieluma vadiem, un ūdens krātuvei jāieņem zināms augstums, lai uzturētu izdalīšanas vadu tīklā vajadzīgo spiedienu. To ievērojot, ūdens krātuvi, kas būs turpmāk apcerējuma priekšmets, nosauksim par spiedrezervuāru vai izdalīšanas krātuvi (Hochreservoir).

No visa minētā var secināt, ka spiedrezervuāram ir sekojoši mērķi un uzdevumi:

1) Izlīdzināt ar uzkrāto ūdens daudzumu patēriņa svārstības dažādās diennakts stundās. Tādā ceļā ūdens pietece vadā no ūdens sagādāšanas vietas līdz spiedrezervuāram var būt vienmērīgāka un arī pumpēšana vienmērīgāka. Ar to arī kā vada lielums, tā arī mašīnu jauda samazinās līdz tādai iespējamībai, kas nevarētu būt, ja ūdens būtu jāpumpē bez šāda rezervuāra tieši tīklā ar tādu daudzumu, kāds pēc svārstību prasībām vajadzīgs. Arī pumpju celšanas augstums un spiediens izdalīšanas vados var uzturēties vienādāks, kas vienkāršo visu ietaisi.

2) Sagādāt vajadzīgo spiedienu tīklā tikai māju un rūpniecības ūdens vajadzību apmierināšanai, vai arī ugunsgrēka dzēšanai.

3) Uzkrāt zināmu rezerves ūdens daudzumu ārkārtīgām vajadzībām, piem., ugunsgrēka dzēšanai, vadu mašīnu bojājumu gadījumam, neparedzētām rūpniecības prasībām un t. t. Jo lielāks rezervuārs, jo drošāk var apmierināt šāda veida prasības.

Kā redzams, rezervuāra izbūves novērtēšanai jāpieiet no dažādiem viedokļiem un jāpūlas sagādāt tādu ietaisi, kas pilnā mērā attaisnotu visas prasības, pie tam vislabāk atbilstu saimnieciskiem ieskatiem. Gada izdevumi, ieslēdzot procentus no izbūves kapitāla ar deldēšanu un remontu, jāsaprot ar tiem ietaupījumiem vadu un mašīnu iekārtā, kas stāv sakarā ar rezervuāra lietošanu. Jāņem vērā arī kādi saimnieciski zaudējumi var celties, ja rezervuārs nav spējīgs izpildīt savu uzdevumu. Bet nedrīkst izlaist no acīm arī higiēniskās prasības un to ļaunumu higiēniskā ziņā, kas varētu celties, ja notiktu traucējumi ūdens piegādē nepietiekami iekārtota rezervuāra dēļ. Arī pašam rezervuāram ir zināmā mērā higiēniska nozīme, jo ūdens labums izlīdzinās, kam sevišķi liela nozīme lielos rezervuāros. Ja ūdenī nejauši iekļuvušas cietas vielas, tās paspēj rezervuārā nogulties.

b) Krātuves lielums.

Apskatot tuvāk minētos rezervuāru uzdevumus, varēs iegūt priekšstatu par rezervuāra lielumu. Vispārīgi jo rezervuārs lielāks, jo labāk nodrošināta ūdens apgāde. Ja rezervuāru taisa zemē, vai pāri pār zemes virsu, tad tā tilpumu pieņem lielu, vismaz 1 līdz 3 dienu patēriņam līdzīgu. Bet ja krātuve jātaisā pāri pār zemes virsu, uz lielāka vai

mazāka augstuma apakšbūves, t. i. jānovieto uz ūdens torņa, tad izdevumu samazināšanas nolūkā lielumu izvēlas tikai tādu, kāds ir visnepieciešamākais. Tāda vismazākā lieluma noteikšanai pirmā vietā nozīmīgs svārstīgais ūdens daudzums, kas jau minēts šī sacerējuma sākumā (22.—24. l. p.). Uz novērojumu pamata pilsētās ar ūdensvadiem var aprēķināt pieņemt zināmus lielumus (1. tab.), un zinot projektējamai pilsētai iespējamus ūdens pieteces nosacījumus, var atrisināt krātuves tilpumu (17. tab.). Tā, piem., ja ūdens pietek nemitīgi un vienmērīgi, vai ar pašteču vadu, vai no vienmērīgas pumpēšanas, tad rezervuāra tilpums svārstību uzņemšanai būtu 20,2% no visa diennakts patēriņa. Mazāk izdevīgi būtu apstākļi, ja ar 1 pumpi ūdeni padod vienmērīgi 14 st. laikā, no p. 6—20. Pieskaņojot ūdens pumpēšanu patēriņa svārstībām, var atrisināt vēl mazāku rezervuāru tilpumu. Piem., pumpējot ūdeni ar 1 pumpi no p. 24—6 un p. 20—24, bet ar 2 pumpjiem vislielākā patēriņa laikā, no p. 6—20, rezervuāra tilpums pat būtu vajadzīgs tikai 8%. Lielākās stacijās ar lielāku skaitu pumpju agregātu varētu atvasināt vēl mazākus tilpumus.

Pie pietiekami lielās krātuves arī vada diametrs no ūdens sagādāšanas vietas līdz krātuvei var būt mazāks, nekā kad pievadāmais ūdens daudzums jāpieskaņo tieši patēriņam. Kā zināms, lielākais dienas daudzums ir 1,5 līdz 2 reiz lielāks par vidējo dienas daudzumu (22. l. p.). Šīs attiecības ir arī dienās ar vislielāko dienas patēriņu. Bet arī vislielākais sekundes daudzums visgrūtākajā stundā ir vēl lielāks nekā pēc vislielākā dienas patēriņa aprēķinātais. Ja rezervuārs ir pietiekama tilpuma, tad vadus no ūdens sagādāšanas vietas līdz krātuvei var aprēķināt pēc vislielākā dienas daudzuma, resp. no tā aprēķinātā sekundes daudzuma ($Q : 24 \cdot 60 \cdot 60$). Ja rezervuāra nebūtu, tad vadi būtu jāaprēķina 1,5 līdz 2 reiz lielākam daudzumam. No tā redzams, ka rezervuārs arī no tīri saimnieciskā viedokļa var attaisnoties un nevien no lielāka rīcības drošības viedokļa.

Izvēloties stundu patēriņus no pilsētām, kuŗās stundas patēriņi novēroti (1. tab. 23. l. p.), jāievēro, ka patēriņš atkarīgs no apdzīvotās vietas lieluma, tās iedzīvotāju nodarbošanās veida un no vispārīgā kultūras stāvokļa. Jo mazāka ir pilsēta, jo lielākas ir stundas patēriņa svārstības (399. zīm.) un jo lielākam tad vajag būt izlīdzinātajam rezervuāram.

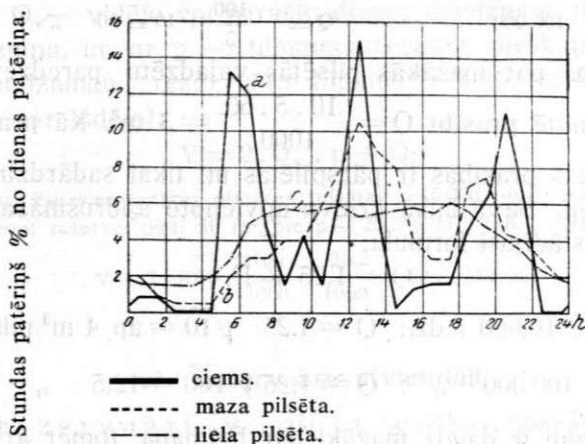
Ar augšminēto kalkulāciju var noteikt rezervuāra pamattilpumu. Tas tad nu vēl jāpalielina ar vēlamām rezervēm. Pirmā vietā jāņem vērā ūdens vajadzība ugunsgrēka dzēšanai. Spiedrezervuārā vajag atrasties zināmam daudzumam ūdens, ar ko var ugunsgrēku dzēst vismaz tik ilgi, kamēr nav vēl iedarbinātas rezerves mašīnas, ar to tad radīsies iespēja ūdeni tiklā papildināt. Ūdens daudzums šim mērķim

17. tabula.

Spiedrezervuāra tilpums, atkarīgi no ūdens pieteces.

Stundas	Pietecis patēriņš (ta b. 1.—23. lp.) %	Vienmērīga pietece $\frac{100}{24} = 4,167\%$			2 pumpji 6—20 1 pumpis 24—6 un 20—24			1 pumpis 6—20			
		Pumpēs. dau- dzums %	Uzkrā- jas rez. +	Nem no krājuma —	Pumpē %	+	—	Pumpē %	+	—	
Rīts	0—1	1,5	4,17	2,67	—	2,63	1,13	—	—	—	1,5
	1—2	1,5	"	2,67	—	2,63	1,13	—	—	—	1,5
	2—3	1,5	"	2,67	—	2,63	1,13	—	—	—	1,5
	3—4	1,7	"	2,47	—	2,64	0,94	—	—	—	1,7
	4—5	1,8	"	2,37	—	2,64	0,84	—	—	—	1,8
	5—6	2,5	"	1,67	—	2,64	0,14	—	—	—	2,5
Priekšpusdiena	6—7	4,5	4,16	—	0,34	5,26	0,76	—	7,14	2,64	—
	7—8	5,5	"	—	1,34	5,26	—	0,24	7,14	1,64	—
	8—9	6,0	"	—	1,84	5,26	—	0,74	7,14	1,14	—
	9—10	6,0	"	—	1,84	5,26	—	0,74	7,15	1,15	—
	10—11	6,0	"	—	1,84	5,26	—	0,76	7,15	1,15	—
	11—12	5,5	"	—	1,34	5,26	—	0,24	7,15	1,65	—
Pēcpusdiena	12—13	5,5	"	—	1,34	5,26	—	0,24	7,15	1,65	—
	13—14	5,8	"	—	1,64	5,26	—	0,54	7,14	1,34	—
	14—15	6,0	4,17	—	1,83	5,26	—	0,74	7,14	1,14	—
	15—16	6,0	"	—	1,83	5,26	—	0,74	7,14	1,14	—
	16—17	5,8	"	—	1,63	5,26	—	0,54	7,14	1,34	—
	17—18	6,0	"	—	1,83	5,26	—	0,74	7,14	1,14	—
Vakars	18—19	5,3	"	—	1,13	5,26	—	0,04	7,14	1,84	—
	19—20	4,6	"	—	0,43	5,26	0,66	—	7,14	2,54	—
	20—21	4,0	"	0,17	—	2,64	—	1,36	—	—	4,0
	21—22	3,0	"	1,17	—	2,64	—	0,36	—	—	3,0
	22—23	2,5	"	1,67	—	2,64	0,14	—	—	—	2,5
	23—24	1,5	"	2,67	—	2,63	1,13	—	—	—	1,5
		100%	100%	20,2%	20,2%	100%	8%	8%	100%	21,5%	21,5%

atkarājas no iespējamām ugunsgrēka vietām un no ūdens daudzuma viena ugunsgrēka dzēšanai. Jāievēro arī vērtības, kādas uguns varētu iznīcināt. Mazās pilsētās var pieņemt vienu ugunsgrēku, kura dzēšanu izdara ar 1 līdz 2 hidrantu strāvām, katru ar 5 sl. ūdens, kas stundā atbilst ūdens patēriņam vismaz 18 m³. Tāda arī būtu vismazākā rezerve, kam vajadzētu atrasties krātuvē. Lielākās pilsētās jau jārēķina, ka uguns-



399. zīm. Patēriņa svārstības dažāda lieluma pilsētās.

grēka dzēšanai vajadzīgas kādas 4 strāvas (piem., 2 vietās) à 5 sl., kas stundas patēriņu palielinātu par $\frac{4 \times 5 \times 60 \cdot 60}{1000} = 72 \text{ m}^3$. Ja rezerves mašīnas ir tādas, ko var laist darbā ātri (elektriski pumpji), tad varētu pietikt arī ar 1/2 st. ūdens rezervi un var būt pat vēl mazāk, atkarīgi no pumpētavas iekārtas.

Amerikāņu inženieri F r i m a n s (Freman) un F a n i n g s pētījuši jautājumu, cik ūdens vajadzīgs dažāda lieluma pilsētu pilnīgai nodrošināšanai ugunsgrēka ziņā (jādomā, izņemot gadījumus kara laikā no degbumbām). Pēc viņu ieskatiem ūdens daudzuma noteikšana uguns dzēšanai būtu jāpieskaņo pilsētas iedzīvotāju daudzumam, jo lielākam iedzīvotāju skaitam atbilst arī lielāks ēku skaits un lielāka ugunsgrēka iespējamība. Ir gan vienalga, vai dzīvojamā māja deg lielā vai mazā pilsētā, bet jāņem vērā iedzīvotāju biežums un māju augstums, kā arī apbūves noteikumi, t. i., cik biezi mājas var apbūvēt. Pie retākas apbūves un mazām mājām nomalēs, kā arī mazās pilsētās ugunsgrēka gadījumā var būt mazāki zaudējumi nekā pie lielām, biezi sabūvētām ēkām centrā. Pētījumi šai virzienā būtu jāizdara. Pēc F r i m a n a vajadzīgo ūdens

daudzumu, atkarīgi no iedzīvotāju skaita pilsētā, varētu izteikt ar formulu:

$$Q = \left(\frac{P}{5} + 10 \right),$$

Kur Q — izteikts m^3 un P — iedzīvotāju skaits tūkstošos.

Tā, piem., pie 10.000 iedzīvotājiem $Q = \frac{10}{5} + 10 = 12 m^3/min.$

„ 100.000 „ „ $Q = \frac{100}{5} + 10 = 30$ „ „

Pēc Frimana pat mazākās pilsētās vajadzētu paredzēt 10 šļūtenu strāvas, kas minūtē prasītu $Q = \frac{10 \cdot 5 \cdot 60}{1000} = 3 m^3$. Kā praktiski novērojumi rāda, tādas prasības ir pārspīlētas un tikai sadārdzina bez vajadzības vadu tīklu. Savā laikā krievu apvienoto apdrošināšanas biedrību komiteja bija uzstādījusi formulu:

$$Q = 1,25 \sqrt{P}.$$

Tas dotu pie 10.000 iedz.: $Q = 1,25 \sqrt{10} = \text{ap } 4 m^3/min.$

100.000 „ „ : $Q = 1,25 \sqrt{100} = 12,5$ „ „

Šie skaitļi gan ir daudz mazāki par Frimana, tomēr arī tie vēl uzskatāmi par lieliem.

Krievijas ūdensvadu 2. kongress bija pieņēmis sekojošus skaitļus I ugunsgrēka dzēšanai:

lielpilsētām vairāk par 200.000 iedz.	2,4 līdz 0,9 $m^3/min.$
vidēji lielām pils. 75.000 līdz 200.000 iedz.	1,5 „ 0,6 „
vidējām „ 25.000 „ 75.000 „	0,9 „ 0,6 „
mazām „ 10.000 „ 25.000 „	0,6 „ 0,3 „
ciemniem ar mazāk kā 10.000 „	„ 0,3 „

Vidējos apstākļos var pieņemt 0,6 līdz 1,2 $m^3/min.$ Kas attiecas uz ugunsgrēku skaitu vienā laikā, tad minētā kongresā bija pieņemts:

1) pilsētām ar mūra mājām un kuņas reti piemeklē ugunsgrēks — viens ugunsgrēks;

2) pilsētām, kurās bieži novēroti ugunsgrēki — divās vietās, pa vienai dažādos pilsētas rajonos.

Iestādēm, kurās atrodas daudz degoša materiāli, jāapgādājas vai nu ar savu īpatnēju ūdensvadu ugunsgrēka dzēšanai, vai jāsigādā sevišķas attiecīga lieluma krātuves, kuņas var pildīt laikā, kad ūdens patēriņš pilsētā mazs, vai kas piepildās no kāda patstāvīga ūdens avota.

Lielāka rezerve ieteicama arī tanīs gadījumos, kad ūdens sagādāšanas vieta atrodas tālu nost no patērēšanas vietas, tā ka vajadzīgs garš

pievads, ar ko bojājumu iespēja ir lielāka. Tāpat arī, ja ūdens sagatavošanai ir sevišķas ietaises, kas var bojāties un kuŗu sakārtošanai vajadzīgs ilgāks laiks (piem., chlōrēšanas ietaises un t. l.).

Apsverot visus minētos apstākļus, jāizvēlas piemērotākais krātuves tilpums. Ja apstākļi ir tādi, ka jāprietiek ar vismazāko nepieciešamo tilpumu, tad krātuves tilpuma aprēķinam jāņem vērā vismaz vislielākais dienas daudzums, kas, kā jau minēts, ir 1,5 līdz 2 reiz lielāks par vidējo. Apzīmējot ar Q_v — vidējo vai parasto dienas daudzumu, un ar Q — rezerves daudzumu, un ar p — tilpuma procentu, pieskaņotu svārstīgam diennakts daudzumam, rezervuāra tilpums ir (pie maksimālā patēriņa 2 reiz lielāks par vidējo):

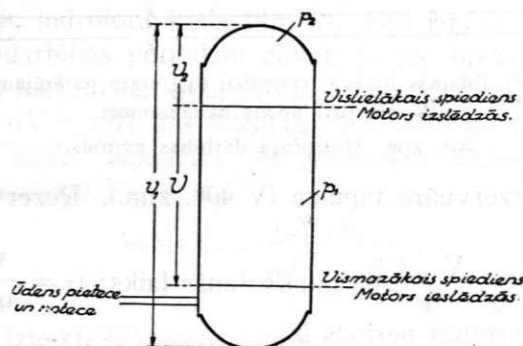
$$V = 2 \cdot Q_v \cdot p + Q_r$$

Piemērs: Pie viennērīgas pieteces pilsētai ar 5.000 iedz., pie 100 l/iedz. vidējā patēriņa, un ņemot rezervei tikai 50 m³, pie $p = 20,2\%$ (17. tab.), vēlmais tilpums būtu:

$$V = 2 \cdot 5000 \cdot \frac{100}{1000} \cdot \frac{20,2}{1000} + 50 = 252 \text{ m}^3$$

c) Rezervuāru atvietotāji.

Lieli rezervuāri, it īpaši uz sevišķas apakšbūves, ūdens torņi, maksā dārgi, un praktiski tilpumus izvēlas vēl mazākus, nekā pēc minētā aprēķina būtu vajadzīgs, iekārtojot attiecīgi mašīnas. Te nu var pacelties jautājums, vai nevar iztikt pavisam bez krāj- un spiedre-

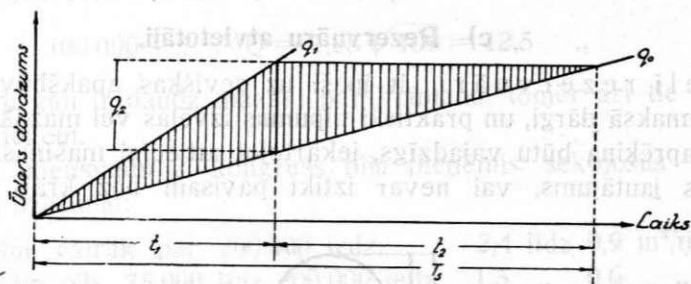


400. zīm. Hidrofora schēma.

zervuāriem, attiecīgi iekārtojot pumpju sistēmu. Jaunākā laikā mazākām ietaisēm tāds princips daudz vietās praktiski izlietots dzīvē. Populārākā ietaise ir t. s. hidrofori vai spiedgaisa ūdens rezervuāri. Tie sastāv no lielāka gaisa katla, kuŗā sākumā atrodas nedaudz ūdens, pie kam gaisa spiedienam katlā jābūt līdzīgam vadu tīklā vajadzīgajam spiedienam (400 zīm.). Pumpējot katlā ūdeni, gaisms tajā saspiežas, un,

pumpim apstājoties, ūdens tiek spiests vadu tīklā ar palielinātu gaisa spiedienu tik ilgi, līdz gaisa spiediens nesasniedz atkal savu zemāko stāvokli. Tad ieslēdzas atkal motors ar pumpi un process atkārtojas. Ietaise strādā automatiski, bet saistīta ar elektrisku strāvu, un, pēdējai apstājoties, arī ūdens apgāde apstāties, tādēļ ietaise lietojama tikai tādā gadījumā, ja elektrības piegāde ir pilnīgi droša. Bet arī tad vajadzīga simtprocentīga rezerve mašīnu agregātā.

Hidroforā ir tikai mazs ūdens krājums, un tas pats nav uzskatāms kā kāda rezerve, ko uzkrāj tai laikā, kad patēriņš mazāks. Hidroforā ir tikai tāds ūdens daudzums, kas atbilst mašīnas darbības periodam (401. zīm.) un ko regulē motora ieslēgšanās un izslēgšanās. Ja patēriņš liels, darbības periods atkārtosies ļoti bieži un ir tādas ierīces, kas pielaiž stundā līdz 30 darbības periodus un pat vairāk. Bet tāda tik bieža ieslēgšanās un izslēgšanās, kā to piedzīvojumi rāda, motoram labumu neatnes, sevišķi, ja motori ir lieli, vairāk ZS. Vēlami stundā 6, ne vairāk par 10 slēgumiem. Ja pieļaujam, piem., 6 slēgumus stundā, tad ierīces darbības periods būs 10 min. Izejot no darbības perioda (T_s , 401. zīm.), var aprē-



Rezerv. lielums (V), līdzinās lielākai starpībai (q_2) starp patērējamā (q_0) un piegādājamā (q_1) ūdens daudzumiem.

401. zīm. Hidrofora darbības periods.

ķināt hidrofora rezervuāra tilpumu (V 400. zīm.). Reseruāra pildīšanas laiks ir:

$$t_1 = \frac{V}{q_1 - q_0}, \text{ un iztukšošanās laiks: } t_2 = \frac{V}{q_0}.$$

Tātad viss darbības periods ir:

$$T_s = t_1 + t_2 = V \cdot \frac{q_1}{q_1 q_0 - q_0^2}$$

un tilpums:

$$V = \frac{T_s \cdot (q_1 \cdot q_0 - q_0^2)}{q_1} \quad (1).$$

Lai aprēķinātu vismazāko V , jādiferencē pēc q_0 un diferenciāls jāņem $= 0$, tad dabūjam:

$$0 = T_s \cdot (q_1 - 2q_0)$$

no kā varam secināt, ka vismazākais V ir tad, ja katrā periodā piegādājamais ūdens daudzums (q_1) ir divreiz tik liels kā patērējamais (q_0), t. i., ja

$$q_1 = 2 q_0 \text{ vai } q_0 = \frac{q_1}{2}.$$

Tātad vismazākais rezervuāra tilpums (pēc formulas 1):

$$V_{\min} = \frac{T \cdot \left(\frac{q_1^2}{2} - \frac{q_1^2}{4} \right)}{q_1} = T \cdot \frac{q_1}{4}. \quad (2).$$

Spiedienu attiecības hidroforā var izteikt pēc Mariota likuma, pēc kura pie gāzēm (šai gadījumā gaisa) produkts no tilpuma un spiediena vienai un tai pašai gāzei ir arvien vienāds. Tātad (400. zīm.):

$$v_1 \cdot p_1 = v_2 \cdot p_2.$$

Ūdens tilpums katlā ir (400. zīm.): $V_u = v_1 - v_2 = v_1 \left(1 - \frac{p_1}{p_2} \right)$.

Nemot vērā visizdevīgākās attiecības starp piegādājamo un patērēto ūdeni vienā darbības periodā, dabūjam, ka

$$V_u = V_{\min} = v_1 \left(1 - \frac{p_1}{p_2} \right) = T \cdot \frac{p_1}{4}$$

un tad:

$$v_1 = T \cdot \frac{p_1}{4 \left(1 - \frac{p_1}{p_2} \right)}$$

Tas tad būtu hidrofora katla tilpums. Bet jāņem vērā, ka visu tilpumu izmantot darbības periodam nevar, jo pie tukša katla arī varētu iziet gaiss, tādēļ iekārto tā, ka apakšējā daļā arvien paliek zināms ūdens daudzums [$V_1 - (V + v_2)$], kas līdzinājas 20—30% no visa katla tilpuma. Tātad istajam katla tilpumam V_0 vajadzētu līdzināties $V_0 = V_1 + + (0,2 \text{ līdz } 0,3, \text{ vidēji } 0,25) \cdot V_1$, t. i.

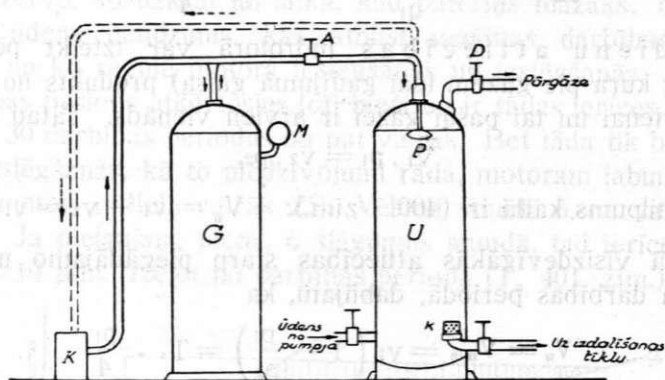
$$V_0 = T \cdot \frac{1,25 \cdot q_1}{4 \left(1 - \frac{p_1}{p_2} \right)},$$

kur apzīmējumi izteikti sekojošos mēros:

V_0 — litros, T_s — sek., q_1 — sl., p_1 un p_2 — atm.

No formulas redzams, ka katla lielums svārstās ar spiediena p_1 un p_2 lieluma attiecībām $p_1 : p_2$. Jo lielāks maksimālais spiediens p_2 pret sākuma spiedienu p_1 , jo mazāks ir katla lielums. Bet praktiski spiediena starpību neņem lielāku par 2 atm., jo liela spiediena starpība sadārdzina spēka izmaksu, un arī pumpju lietderības koef. pasliktinās, un katla sienu biezums jāpalielina.

Automatiska ietaise plašāku apmēru ir t. s. p n e u m a t i s k ā ū d e n s a p g ā d e, kas sastāv no 2 rezervuāriem: spiestam gaisam un spiestam ūdenim (402. zīm.). Dzelzs rezervuārs (G) noder kā spiesta gaisa akumulātors, kurā iespiež gaisu ar kompresoru (K). Otrā dzelzs rezervuārā (U) pumpe ūdeni. Abi rezervuāri savienoti ar gaisa vadu, uz kuŗa atrodas aizlaidnis (A). Spiests gaiss no akumulātorā, pie vaļēja aizlaidņa (A), ieplūst ūdens rezervuārā (U) un izspiež no tā ūdeni pa cauruli uz izdalīšanas tīklu. Lai neizietu viss ūdens un neizvilktu gaisu, caurules galā



K — Kompresors gaisa iespiešanai.

G — Gaisa akumulātors.

A — Vārstulis, abu rezervuāru savienošanai.

U — Ūdens rezervuārs.

P — Pludiņš, kas noslēdz ūdens aizteci uz G.

D — Drošības vārstulis pret pārpildīšanu.

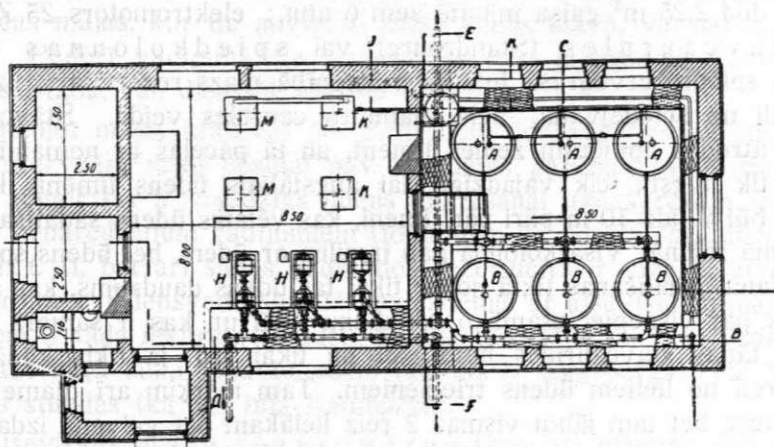
402. zīm. Pneumatiskas ūdens piegādes schēma.

iebūvēts automatiskais vārstulis (k), kas aiztaisās, tiklīdz ūdens līmenis nokrīt gandrīz līdz izteces caurumam. Lai, rezervuāram piepildoties ar ūdeni, tas neaiztecētu uz gaisa rezervuāru, ir uzstādīts automatiskais vārstulis, kuŗu iedarbina pludiņš (P). Katla (U) pārpildīšanu novērš ar pargāzes vadu (D).

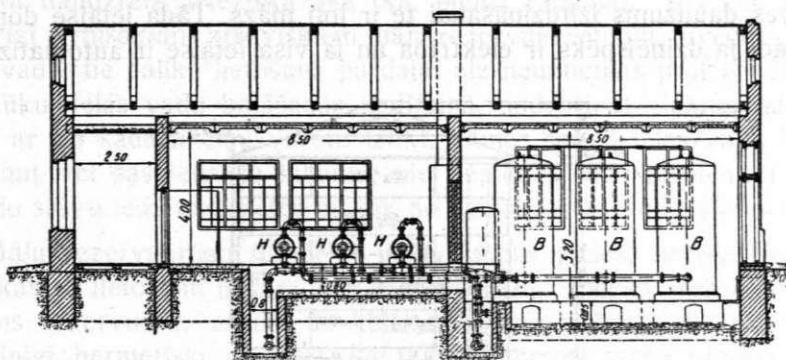
Ūdenim iztekot no rezervuāra, gaisa spiediens tajā samazinās, kamēr nesasniedz vismazāko pieļaujamo lielumu (apmēram pusi no sākuma spiediena), tad automatiski aiztaisās vārstulis (k) uz izteces caurules, ieslēdzas pumpis, un rezervuārs atkal piepildās ar ūdeni, izspiezdams gaisu gaisa rezervuārā (G). Kad spiediens pēdējā sasniedzis vajadzīgo lielumu, darbība norisinās līdzīgā kārtā kā pie hidrofora.

Aprakstītā ietaise strādā ar mainīgu gaisa spiedienu, bet ir arī ietaises, kas strādā ar konstantu gaisa spiedienu. Ar to nolūku uz gaisa caurules, kas savieno abus rezervuārus, ietaisīts redukcijas vārstulis (A vietā). Pēdējais tā iekārtots, ka spiediens ūdens katlā var būt tikai

noteikts un pastāvīgs. Gaisa katlā pastāv lielāks spiediens, bet ejot caur redukcijas vārstuli, norēgulējas līdz lielumam, kas vajadzīgs ūdens katlā. Ūdenim iztekot no rezervuāra, līmenis nokrit līdz pieļaujamam viszemākam, gaisa spiedienam visu laiku nemainoties. Kad viszemākais līmenis sasniegts, automātiski ieslēdzas pumpis un rezervuārs pildās ar ūdeni. Pie tam gaisa redukcijas vārstulis aiztaisās, un, ūdens līmenim ceļoties, gaiss tiek izspiests no ūdens katla un vadīts atpakaļ uz kom-



a) — plāns.



b) — garengriezums.

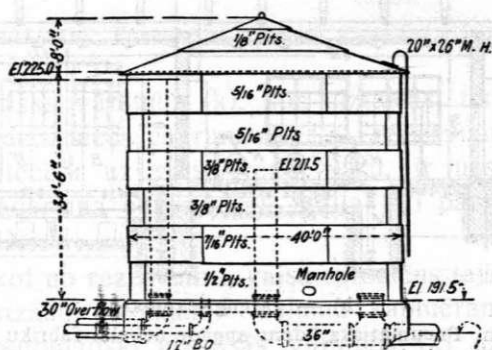
403. zīm. Pneumatiska ūdens apgāde nelielai fabriku pilsētai.

presoru (402. zīm., vads no raustītām līnijām), tā ietaupot spēku uz gaisa saspiešanu.

Pneumatiska ūdens apgādes ietaise uzrāda dažas labas īpašības. Tā, piem., no militārā viedokļa to var viegli noslēpt, kamēr ūdens torņi saredzami tālu. Sevišķi te vietā ir horizontāli rezervuāri. Ietaise lietojamas arī priekšpilsētās, fabriku rajoniem un t. t. Kā piemēru kādai nelielai fabriku pilsētiņai (403. zīm.) uzrādīti šādi ietaises dati. Vidējs

diennakts ūdens patēriņš 300 m^3 . Vislielākais sekundes patēriņš 17 sl. Ūdens no artēziskas akas satek apakšzemes rezervuārā, no kura to ievada izdalīšanas tīklā ar pneumatisku ietaisi. Mašīnu mājā (403. zīm.) uzstādīti 2 centrālāpūpji, katrs ar slodzi $10,3 \text{ sl.}$ un ar motoru 20 ZS. Ūdeni pumpē 3 ūdens katlos (B), katrs $9,8 \text{ m}^3$ tilpuma. Katliem pretim uzstādīti 3 gaisa akumulātori (A), tāda paša tilpuma. Spiediens no 4 līdz 2 atm. Uzstādīts sevišķs ugunsgrēka pumpis ar motoru 30 ZS. Kompresori 2, dod $2,25 \text{ m}^3$ gaisa minūtē zem 6 atm.; elektromotors 25 ZS.

Stāvcaurules (Standrohre) vai spiedkolonnas dažreiz atvieto spiedrezervuārus. Ietaise ir īstenībā mazs rezervuārs, uzstādīts vertikāli uz spiedējvada, liela diametra caurules veidā. Stāvcaurules dibens atrodas apmēram zemes līmenī, un tā paceļas ar nemainītu diametru tik augstu, cik vajadzīgs, lai augstākais ūdens līmenis kolonnā varētu būt 8 līdz 10 m pāri pār līmeni, kas vēlams ūdens sadalīšanai apgādājamā rajonā. Visa kolonna gan ir pilna ar ūdeni, bet ūdens spiediena rēgulēšanai izdalīšanas tīklā noder tikai tas ūdens daudzums, kas atrodas augstāk par visnepieciešamāko spiedienu tīklā un kas ir samērā neliels. Eiropā tādas stāvcaurules lieto reti un tikai tad, ja tīkls kādā vietā jāaizsargā no lieliem ūdens triecieniem. Tam mērķim arī diametrs var būt neliels, bet tam jābūt vismaz 2 reiz lielākam par galvenā izdalīšanas vada diametru, tomēr ne mazākam par 1 m. Pumpjiem jāstrādā pastāvīgi un jāieslēdz arvien tik daudz pumpji, cik tas atbilst tiešam patēriņam, jo rezerves daudzums izlīdzināšanai te ir ļoti mazs. Tāda ietaise domājama tikai tad, ja dzinējspēks ir elektrība un ja visa ietaise ir automatizēta.



404. zīm. Tipiska stāvrezervuāra instalācija.

Amerikā stāvrezervuārus lieto ļoti plašā mērā un dod tiem pat priekšroku pret torņu rezervuāriem. Tos taisa arī daudz lielākus kā Eiropā (404. zīm.). Parasti kā stāvcaurules, tā stāvrezervuārus taisa no tērauda, jaunākā laikā arī no dzelzbetona. Pēdējais materiāls gan lietojams pie samērā nelieliem augstumiem, ne vairāk par 15 m, jo pie liela ūdens spiediena grūti betonu turēt ūdensblīvu. Dzelzbetons tomēr ir

dažreiz lētāks materiāls, sevišķi, ja ievēro, ka tērauds rūšē un ir ļoti rūpīgi jākrāso un jāaizsarga pret bojājumiem. Bez tam tādi stāvrezervuāri parasti uzstādīti apdzīvotās vietās, un betona būvi ir viegli arhitektoniski izveidot, lai to pieskaņotu apkārtnēi.

Māju ūdens krātuves. Bija senāk un ir dažās vietās vēl tagad tādas ietaises, pie kuŗām ūdens no ielu vada vispirms izlīst sevišķos rezervuāros, kas ietaisīti katrā mājā un novietoti parasti bēniņos, bet ir arī tādas mājas, kur tie novietoti katrā mājas stāvā, vai pat katrā dzīvoklī. Pēdējā gadījumā tos dažreiz ievieto pieliekamā kambarī vai vannas istabā, vai, diemžēl, klozeta telpā.

Lietojot mājas krātuves pie centrāliem ūdensvadiem pilsētā, kopīgs spiedrezervuārs visai pilsētai nav vajadzīgs patēriņa svārstību rēgulēšanai, tomēr tas ir vajadzīgs ūdens uzkrāšanai ugunsgrēkam un varbūt citiem neparedzētiem gadījumiem (fontāniem uz pilsētas laukumiem, parkos un t. t), bet arī šādos gadījumos rezervuārs ir vieglāk atvietojams ar hidroforu. Ūdensvadu sadalīšanas sistēmai ar atsevišķiem māju rezervuāriem ir tāda iekārta, ka ūdeni pumpē tieši tīklā un rezervuārus pilda vai kaut kuŗā laikā, kad to vēlas (kā tas ir Augsburgā), vai tikai noteiktās stundās (kā tas bija Hamburgā).

Atsevišķus māju rezervuārus lieto arī pilsētās, kur centrālu ūdensvadu nav un kur katra māja sev apgādā ūdeni no savas akas, kas var būt dažreiz arteziska aka (kā, piem., Liepājā). Tas gan arī bija vispārīgi pirmsākums atsevišķiem māju rezervuāriem, un, ievēdot centrālu ūdensvadu, tie palika lietošanā pa daļai aiz neuzticības pret pēdējiem, ar to nolūku, ielas vadu bojāšanās gadījumā, nodrošināt zināmu ūdens rezervi, ar ko kādu laiciņu varētu iztikt, kamēr saved ielas vadu kārtībā. Bez tam vēl sasniedz to labumu, pie nepietiekama spiediena tīklā, ka augšējo stāvu iedzīvotāji cieš mazāk no zemāko stāvu ūdens noņemšanas.

Māju rezervuāriem tomēr ir lielas ļaunās puses, sevišķi higiēniskā ziņā, kas to lietošanu padara par neatbalstāmu. Ūdens, ilgāku laiku stāvēdams rezervuārā, sasilst un kļūst negarzīgs. Reti tādi rezervuāri ir tik pilnīgi hermetiski noslēgti, ka tajos nevarētu ietikt putekļi, dažādi netīrumi un pat slimību dīgli. Novērots, ka mikroorganismi tādos rezervuāros savairojas ļoti lielā daudzumā. Pastāv arī iespēja, ka rezervuāra un pievada bojāšanās gadījumā izlīst ūdens, kas var mājā nodarīt lielus zaudējumus. Tāpat arī, ja signālierīces rezervuāra pildīšanas laikā nefunkcionē un ūdens var pārlīt pār malu, tas var applūdināt māju un nodarīt zināmus zaudējumus. Arī citādi no saimnieciskā viedokļa ir maz labuma, jo ūdens pumpēšana katrā mājā bez šaubām maksā dārgāk nekā vienā centrālā vietā, ar pilnīgākām un ekonomiskāk strādājošām mašīnām.

Kā redzams, domātos atsevišķo māju rezervuāru labumus tik lielā mērā pārspēj to launās puses, ka to lietošana nav ieteicama.

Udens krātuves ārkārtīgiem gadījumiem.

Kā jau minēts (501. l. p.), dažas pilsētas, ņemot vērā paredzamus un neparedzamus ārkārtīgus ūdens patēriņus, ietaisa krātuves, kas pilsētai nodrošinātu ūdens piegādi sevišķi grūtos gadījumos. Piem., ja jāparedz pilsētas ielenkšanas iespējamība kara vai nemieru gadījumos, un parastais ūdens avots atrodas tālu ārpus pilsētas, tad rezerves krātuvēm ir sevišķi liela nozīme. Jāparedz arī lieli ugunsgrēki no degbumbām kara apstākļos. Tāpat arī, ja pilsēta ir padota dabas katastrofām, piem., zemes trīcei, kas var, starp citu, arī būt par cēloni lieliem ugunsgrēkiem, jāparedz sevišķas ūdens rezerves. Jaunākā laikā dažās Amerikas pilsētās ir izbūvēti sevišķi spiedrezervuāri ar augstu spiedienu un sevišķs augstspiediena tikls ugunsgrēka dzēšanai. Tā, piem., *S a n F r a n c i s k o* pils. ir tāds ūdensvads ar 21,5 atm. spiedienu, t. i. ūdens var pacelties pāri par 200 m (40 stāvu ēkām). Tādu sevišķu ugunsgrēka vadu kopgarums ir 148 km un tajos ievada jūras ūdeni. Ūdens uzkrāšanai izbūvēti 2 baseini, kopā 19.000 m³, un vēl 2 baseini, katrs pa 3.000 m³. Lai arī *z e m e s t r ī c e s* gadījumā būtu nodrošināta ūdens apgāde, ir vēl zem ielām ietaisīti 100 apaļi dzelzbetona rezervuāri, katrs $d = 9,15$ m, dziļumā 5,5 m un ūdens tilpumā 280 m³. No tāda ugunsgrēka ūdensvada *S a n F a n c i s k o* pils. varot ņemt ugunsgrēka dzēšanai līdz 950 sl., nodarbinot vienā laikā ap 100 šļūtenu strāvas, kas dod iespēju vienā laikā apliet ar ūdeni 9.300 m² (ap 1 ha).

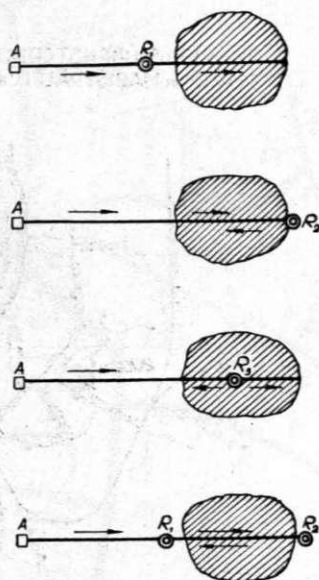
Ja tādu sevišķu ūdensvadu ar sevišķām krātuvēm nav, tad attiecīgai rezervcei, kā minēts, vajaga atrasties spiedrezervuārā. Ja rezervuārs ir uz torņa, tad pie mazas ietaises nebūtu saimnieciski izbūvēt tādu parasti nevajadzīgi lielu rezervuāru. Tādos gadījumos izbūvē zemē lielākas krātuves, ūdens uzkrāšanai ugunsgrēka gadījumam. Ja tādi rezervuāri iekārtoti tā, ka tie arvien ir pilni, un ūdens tek tiem cauri, tā kā ūdens apmaiņa pietiekama, tad arī no higiēniskā viedokļa nebūtu ko iebilst, ja pa ugunsgrēka laiku tāds ūdens no lielāka rezervuāra ienāk parastajā ielu tīklā. Pēdējais nebūtu vēlams, ja rezervuāra ūdens būtu sastāvējis ilgāku laiku bez apmaiņas, tā ka tajā varēja jau attīstīties dažādi mikroorganismi lielākā daudzumā.

Ūdensvadu un torņu bojāšanās gadījumam jāparedz dažādās pilsētas vietās patstāvīgas akas (arteziskas), kas pieejamas visiem iedzīvotājiem katastrofas gadījumā.

35. Krātuvju novietne un augstums.

Ūdens krātuves novieto tā, ka tās vislabāk varētu atbilst savam mērķim. Tomēr spiedrezervuāru novietnei jāievēro daži priekšnosacījumi, kas tos padara vislabāk atbilstošus mērķim. Visizdevīgāk ir spiedrezervuāru novietot apgādājamās vietas smaguma punktā, vai vismaz tā tuvumā, jo tad spiediena sadalījums un līdz ar to viss vadu tīkls būs vislabāk saimnieciski izmantots. Vadi no rezervuāra tad iznāk visisāki un spiediena zaudējumi mazāki, un arī pats rezervuārs var būt zemāks. Ļoti vēlams rezervuāru tā novietot, ka spiediens tīklā iznāktu vienādāks. Ne arvien tomēr izdodas atrast pilsētas centrā noderīgu vietu rezervuāram, arī grunts iegūšanas iespēja un vietas kopaina var būt nozīmīga, un tādos gadījumos jāapmierinās ar mazāk izdevīgiem noteikumiem. No saimnieciskā viedokļa rezervuārs tad jāizvēlas augstākā vietā, un ja tādu pilsētā ir vairāk, tad, sastādot projektu dažādiem variantiem, jāizvēlas visizdevīgākais variants.

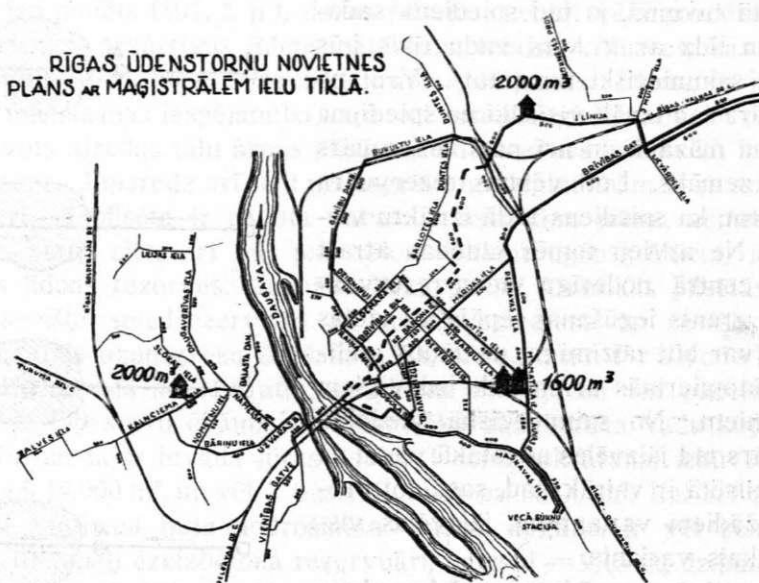
Kas attiecas uz ūdens apgādes vietu, pilsētu, spiedrezervuārs var ieņemt vienu no sekojošām 3 vietām (405. zīm.). Tas var būt ievietots starp ūdens sagādes vietu un pilsētu (a), tad to var saukt par caurteces rezervuāru (R_1), vai otrā pilsētas malā (b), ar nosaukumu gala rezervuārs (R_2), vai pilsētas vidū (c), kā vidus rezervuārs (R_3), bet var būt arī vairāki rezervuāri, kas novietoti dažādās pilsētas vietās — piem., caurteces un gala rezervuāros (d). Arī Rīgā ir vairāk kā 1 rezervuārs dažādās pilsētas vietās (406. zīm.), turpretim Liepājas pilsētā ir projektēts 1 rezervuārs tuvu pilsētas apgādes smaguma centram (407. zīm.). Caurteces rezervuāram tek cauri viss ūdens daudzums, iekams tas nonāk izdalīšanas tīklā, kamēr pie gala rezervuāra un tāpat arī vidus rezervuāra daļa pumpējamā ūdens nonāk tieši izdalīšanas tīklā, un tikai tad, ja tieši pumpētā ūdens nepietiek, pienāk papildinājums no spiedrezervuāra. Ja rezervuārs ir caurteces rezervuārs, tad ūdens no tā tek vienā virzienā, kamēr pie gala un vidus rezervuāra zināmā tīkla daļā ūdens tecēšanas virziens mainās vairākreiz dienā. Vir-



- a — Caurteces rezervuārs R_1 .
- b — Gala rezervuārs R_2 .
- c — Vidus rezervuārs R_3 .
- d — Caurteces un gala rezervuārs R_1 un R_2 .

405. zīm. Spiedrezervuāra novietne.

zienu maiņai ļaunas sekas nav, ja vadi ir tīri un dūņas nenogulstas (piem., dzelzs dūņas). Tomēr jādomā, ka no higiēniskā viedokļa gala un vidus rezervuāri nav tik labi kā caurteces rezervuāri, jo pašos rezervuāros pie zināmiem apstākļiem ūdens var nostāvēt ilgāku laiku bez kustības un tā



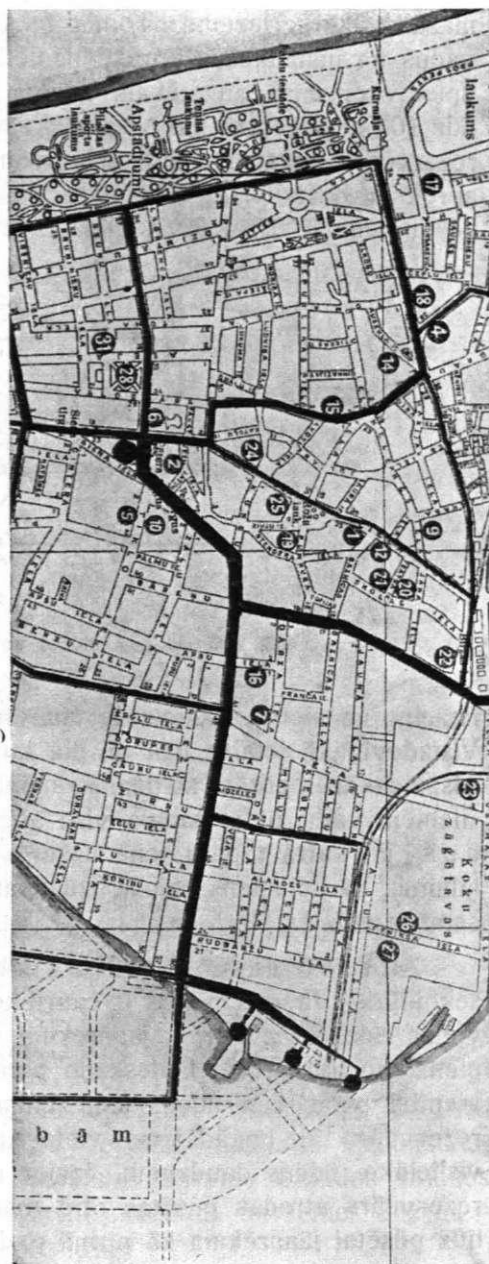
406. zīm. Rīgas rezervuāra novietnes plāns.

zaudēt savu svaigumu. Daudz kas atkarājas arī no tā, kā ierikota ūdens ievadišana rezervuārā un notecēšana izdališanas tīklā (408. zīm.). Vislabāk ir, ja ūdens ietek pa cauruli (B) visaugstākā līmenī un notek (C) viszemākā līmenī. Visaugstākais līmenis raksturots ar pārtieces (J) vada izteci. Ar aizlaidņiem (A_1, A_2, A_3) var noslēgt pieteces un noteces caurules un ūdeni pumpēt tieši tīklā, aizlaidni uz spiedējvada (A_3) turot vaļā. Pēc šādas schēmas viss ūdens atrodas pastāvīgā kustībā. Pēc otras schēmas (2), kad pieteces un izteces vadu gali atrodas tuvu pie rezervuāra dibena, pilnīga ūdens maiņa nav garantēta un virsējā ūdens daļa var arī sastāvēties ilgāku laiku. Tas pats ir pēc trešās schēmas (3), kad pieteces un izteces vads ir viens un tas pats. Otrai un trešai schēmai ir tas labums, ka ūdens celšanās augstums samazinās līdz ar līmeņa samazināšanos rezervuārā, kamēr pie pirmās schēmas ūdens celšanās augstums ir norobežots ar konstantu celšanās līmeni. Tomēr pēdējais apstāklis nav uzskatāms par sevišķi ievērojamu un izšķirīgu, jo pumpēšanas augstuma samazināšanās ($h - h_1$) ir samērā ar visu celšanās augstumu niecīga. Pēc trešās schēmas īstenībā ūdeni pumpē tieši tīklā.

un rezervuārs noder tikai spiediena un svārstību regulēšanai, tātad izpilda to uzdevumu, ko panāk arī ar stāvcaurulēm (512. l. p.).

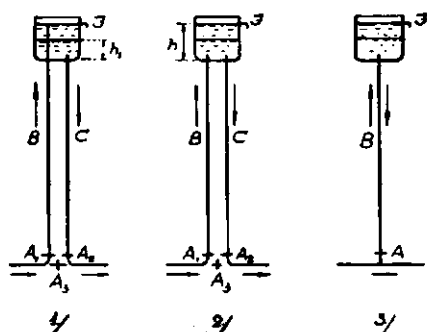
Spiediena apstākļi izdalīšanas tīklā ir dažāda veida rezervuāru novietnēs dažādi (409. zīm.). Caurteces rezervuārā spiediens ir vismazākais visattālākās pilsētas vietās un var būt nepietiekams, ja nejauši tīklā spiediens samazinās (piem., lielākas maģistrāles pārplīšanas gadījumā), un var arī visa pilsēta palikt bez ūdens, ja galvenais vads starp rezervuāru un ielu tīklu ir tikai viens un iet bojā. Šai ziņā zināms labums ir gala rezervuāram (b), jo spiediens ir vienlīdzīgāk sadalīts un rezervuārā ir zināma rezerve gadījumam, ja spiedējvads no pumpja bojātos. Līdzīgus apstākļus var saskatīt arī pie vidus rezervuārā (c), un pie caurteces un gala rezervuāra kombinācijas (d). Jāsaka, ka rezervuāra tilpuma ziņā ir vienalga, vai viss tilpums atrodas vienā vietā, vai tas sadalīts pa vairākiem rezervuāriem. Pēdējā gadījumā ir lielāka drošība apgādē un arī spiediena apstākļi ir izdevīgāki.

Reservuāra augstums atkarājas pirmā kārtā no novietnes ģeodēziskā augstuma apstākļiem. Ja pilsētas tuvumā ir kāda sevišķi augsta vietā, tad lietderīgi tādu izmantot rezervuāra novietošanai, jo ar to var iegūt tīklā lielāku spiedienu un līdz ar to iespēju lietot vadus ar



407. zīm. Liepājas rezervuāra novietne (projekts).

mazāku šķērsgriezumu. Tomēr te jāievēro zināma robeža, un spiedienu vados un instalācijās parasti nepieļauj lielāku par 6 līdz 10 atm. Tātad spiedrezervuāra augstākais ūdens līmenis nedrīkst būt vairāk kā 60 līdz 100 m augstāks par viszemāko vietu pilsētā. Ja ūdens jāpumpē, tad rezervuāra augstums jāatrod uz saimnieciskas kalkulācijas pamata. Jāaprēķina dažādiem rezervuāra augstumiem izdalīšanas tīkla cauruļu lielumi un tad jāsalīdzina gada izdevumi, ierēķinot procentus un amor-

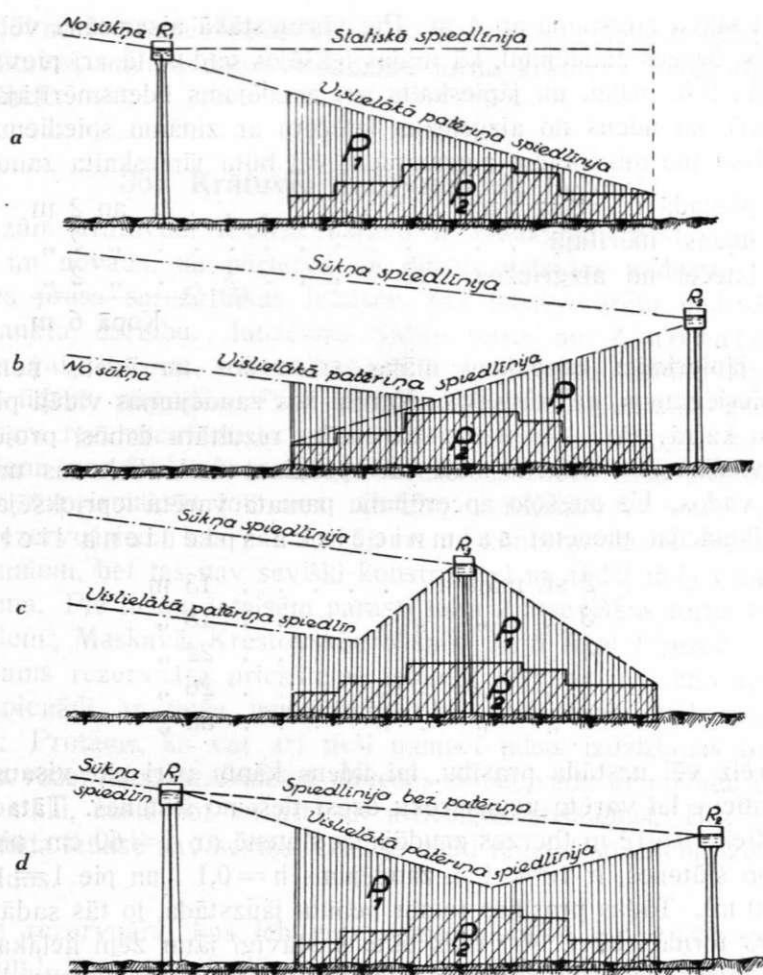


408. zīm. Udens ietece un iztece iekārta rezervuārā.

tizāciju, no vienas puses rezervuāram, no otras puses izdalīšanas tīklam. Visizdevīgākā ietaise būs tā, pie kuŗas abu gada izdevumu summa būs vismazākā. Ja pilsēta atrodas kalnainā vietā, tad, lai izvairītos lieliem spiedieniem vadu tīklā, sadala visu apgādājamo vietu augstuma rajonos, un katrā tādā rajonā uzstāda savu rezervuāru. Ar to panāk to labumu, ka spiediens rajona izdalīšanas tīklā nebūs lielāks kā nepieciešami vajadzīgs.

Attiecībā uz galveno vada diametriem vēl būtu vērā ņemams sekojošais. Ja rezervuārs ir caurtekošs, tad vads no ūdens sagādāšanas vietas līdz rezervuāram jāaprēķina vai vienlīdzīgai pietecī, ja tāda ir, piem., no avota, vai jāpieskaņo pumpja darbībai, t. i. vislielākam laika vienībā pumpētā ūdens daudzumam. Turpretim vada diametram no rezervuāra līdz apgādājamaī vietai jābūt tāda lieluma, ka varētu pievadīt vislielāko ūdens daudzumu, izejot no vislielākā stundas patēriņa. Ja rezervuārs atrodas pilsētas otrā malā vai pilsētā, tad vads no pumpja līdz pilsētai jāaprēķina kā pirmā gadījumā, bet ielu tīklu jāaprēķina vislielākam stundas patēriņam, jo vislielākā ūdens patēriņa laikā ūdens pietecēs arī no rezervuāra. Izvadu maģistrāļu sagrupējums būs tomēr citāds kā pie caurtekoša rezervuāra.

Reservuāra augstums noteicams vēl uz sekojošu prasību pamata. Spiedrezervuārs jānovieto tik augstu, lai augstākajā visattālākajā pil-



P_1 — Spiediens izdališanas tīklā. P_2 — Saimnieciskais spiediens.

409. zīm. Rezervuāra novietnes iespaids uz spiediena apstākļiem.

sētas vietā pie vislielākā patēriņa, ieskaitot arī ugunsgrēka dzēšanai vajadzīgo daudzumu, ūdens vēl izlītu vēlamā daudzumā visaugstākā stāva dzīvokļos. Dzīvojamu māju augstums pilsētās dažādos rajonos rēgulēts ar būvnoteikumiem. Var pieņemt augstumu no zemes līdz augstākajam aizgriežnim (piem., izlietnes):

2 stāvu mājā	6 m
3 " "	10 "
4 " "	14 "
5 " "	18 "
6 " "	22 "

pieņemot stāva augstumu ap 4 m. Pie visaugstākā aizgriežņa vēl jāpieskaita visi berzes zaudējumi, kā mājas iekšējos vados, tā arī pievadā no ielas vada līdz mājai, un jāpieskaita arī zaudējums ūdensmērītājā. Vajadzīgs arī, lai ūdens no aizgriežņa iztecētu ar zināmu spiedienu, kādi 2 m. Tātad pie minētajiem augstumiem vēl būtu jāpieskaita zaudējumi:

pievadā no ielas vada	ap 2 m	
ūdens mērītājā	„ 2 „	
iztecei no aizgriežņa	„ 2 „	
		Kopā 6 m

Vēl jāpieskaita zaudējumi mājas stāvvados un ūdens ņemšanas trauku pieslēgumos pie stāvvada. Varētu šos zaudējumus vidēji pieņemt ar 0,5 m katrā stāvā. Protams, pareizāku rezultātu dabūs, projektējot mājas kanālizācijas iekārtu mājā un aprēķinot vadu lielumus un zaudējumus vados. Uz augšējo apcerējumu pamata varētu iepriekšējai projekta kalkulācijai pieņemt saimnieciskā spiediena lielumu:

2 st. mājā	13 m
3 „ „	18 „
4 „ „	22 „
5 „ „	26 „
6 „ „	30 „

Dažreiz vēl uzstāda prasību, lai ūdens kāptu pāri pār visaugstāko māju jumtiem, lai varētu ugunsgrēku dzēst tieši no šļūtenes. Tātad būtu vēl jāpieliek 10—12 m (berzes zaudējums šļūtenē ar $d = 60$ cm, pie 6 sl. izteces no šļūtenes, ir 10%, t. i. zaudējums $h = 0,1$ l un pie $l = 100$ m, h būtu 10 m). Tādas prasības tomēr nebūtu jāuzstāda, jo tās sadārdzina lielā mērā torņa izbūvi. Arī tikls būtu pastāvīgi jātur zem lielāka spiediena, kā tas saimnieciski vajadzīgs, un pumpēšanas augstums būtu lielāks, jo tas jāpiemēro tad ugunsgrēka dzēšanai vajadzīgam spiedienam. Praktiskāk ir tikai tīklā paredzēt vajadzīgo ūdens daudzumu ugunsgrēka dzēšanai un ūdeni ņemt no ielas hidrantiem, bet uguns dzēšanai lietot parastās augstspiediena mašīnas-šļirces.

Torņa augstuma resp. ūdens spiediena lieluma noteikšanai tīklā neņem vērā mājas, kas augstākas par 5—6 stāviem, ja tādu pilsētā ir maz, jo būtu dārgi pieskaņot visu ietaisi tādu atsevišķu māju vajadzībām. Lai ūdeni tādās mājās varētu pacelt uz augstākajiem stāviem, ir jāietaisa pārpumpēšanas ietaise (neliela krātuve un pumpja ietaise). Amerikā, kur sastopamas lielpilsētās 50—60 un vēl vairāk stāvu mājās, vajadzīga pat vairākkārtīga ūdens pacelšana (ik pa 50—60 m). Lietojot elektrību un automatiskas ietaises, tāda pakāpeniska ūdens pumpēšana tehniskas grūtības nerada un arī saimnieciski paciešama.

Izejot no visneizdevīgākās vietas, jāaprēķina spiediena zaudējumi tīklā līdz krātuvei, un tad dabūs vajadzīgo torņa krātuves augstuma atzīmi (409. zīm.).

ИЗЕС ПЛАМЪ ЗИМЪ СЪСТАВЛЕНА ПЪРЪ НА ПЪРВЕЦЪ ТОРЪ ПИЕ-СА-ТЪ

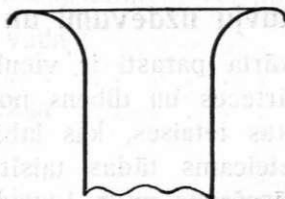
36. Krātuvju uzdevumi un lielumi.

Mazām krātuvēm iekārta parasti ir vienkārša, pastāv no ūdens ievada un novada, un pārteces un dibens nolaides vadiem. Lielākas krātuves prasa sarežģītākas ietaises, kas labāk varētu nodrošināt to nepārtrauktu darbību. Ieteicams tādas taisīt no 2 nodalām, lai remonta vai tīrīšanas, krāsošanas un t. l. gadījumā nebūtu jāpārtrauc kārtīga ūdens piegāde. Tāda prasība viegli sasniedzama pie zemē iebūvētiem rezervuāriem, jo te var konstrukciju tā iekārtot, ka sadalījuma sienu var ietilpināt nesošā konstrukcijā rezervuāra pārklājumam, tātad tā var izmaksāt ļoti maz. Grūtāk ir iekonstruēt nodalījumu pie torņa rezervuāriem, kas gan iespējams ar koncentriskiem cilindriskiem nodalījumiem, bet tas nav sevišķi konstruktīvi un tādēļ tāda iekārta reti sastopama. Pie lielām ietaisēm parasti taisa 2 atsevišķus torņa rezervuārus (piem., Maskavā, Krestovskije bāšņi). Ja ir tikai 1 rezervuārs, tad ļoti vēlams rezervuāra priekštelpā iebūvēt stāvkolonnu, kas atvieglotu ūdens piegādi ar tiešu pumpēšanu tīklā gadījumos, kad rezervuārs izslēgts. Protams, ka var arī tieši pumpēt ūdeni izdalīšanas tīklā, savienojot rezervuāra priekštelpā pietece spiedējvadu ar novadu uz izdalīšanas tīklu, noslēdzot un attaisot attiecīgos aizlaidņus. Bez spiedkolonnas tāda ietaise nav sevišķi ērta, jo grūti rēgulēt spiedienu izdalīšanas tīkla vados.

Pie rezervuāra, kas iebūvēts zemē, piebūvē priekškambari (411. zīm.), kuŗā novieto visus aizlaidņus uz pievada, novada un dibena nolaides. Torņa rezervuāros tādas priekškambarus aizstāj pagraba telpas. Priekškambarī jābūt izliktai schēmai, kas rāda katra aizlaidņa nozīmi. Vēl labāk, ja uz katra aizlaidņa rokrata atzīmē tā nozīmi un kā tas jālieto. Visiem aizlaidņiem jābūt ērti pieejamiem.

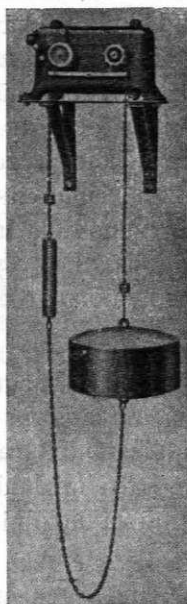
Ūdens ielaide rezervuārā jāiekārto tā, lai viss ūdens tecētu cauri rezervuāram. Zemē iebūvētos rezervuāros ieteicams ūdeni izlaist vistālākā stūrī, skatoties no priekškambara, lai tas nekur nesastātos un tecētu visam rezervuāram cauri un iztecētu visaugstākā līmenī (408. zīm.), ar paplašinātu caurules izteces galu (410. zīm.), kas samazina izteces pretestības. Ja ielaide nav pacelta līdz visaugstākam ūdens līmenim, tad tā jāietaisa vismaz 15 cm pāri pār dibenu, lai iztecējušais ūdens neuzskalotu nogulušās dūņas. Rezervuāros uz torņiem ielaides princips jāievēro līdzīgā kārtā.

Notēce uz izdalīšanas tīklu jāiekārto tā, lai ietece gals paceltos 15—25 cm pāri pār dibenu. Lai nebūtu uz dibena jāatstāj bez kustības liels ūdens slānis, zemē iebūvētos rezervuāros ietaisa dibenā padziļinātu bedri, 30 līdz 100 cm dziļāku par dibenu, un tad caurules gals var nākt

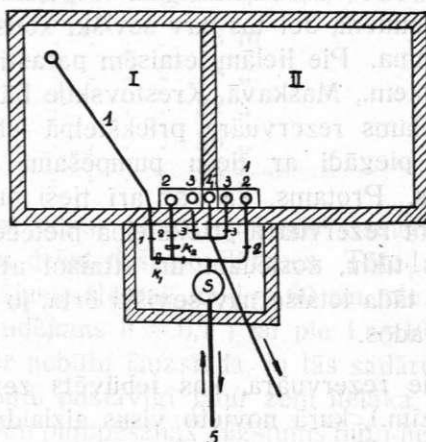


410. zīm. Caurules izteces gals rezervuārā.

pārējā rezervuāra dibena līmenī. Tāda bedre noder arī rezervuāra dibena nolaides novietnei, un pats dibens jātaisa ar kritumu uz bedres pusi. Noteces caurules ietece galā jāpietaisa caurumaina alvota



412. zīm. Līmeņu tālrādītājs.



s — Stāvkolonna.

1 — Ietece.

2 — Iztece.

3 — Dibena nolaiide.

4 — Pārtece.

5 — Ietece un iztece.

k_1, k_2 — Rēgulētāji vārstuļi.

411. zīm. Aizlaidņu telpas iekārta.

vara skārda kārbīnā, lai kādas nejauši iētikušās rupjās, cietās vielas nevarētu ietikt izdalīšanas tīklā.

Ja rezervuārs sastāv no 2 nodaļām, tad visus aizlaidņus ievieto vienā kopīgā priekšskambarī, bet gan jāparedz iespēja katru rezervuāra nodaļu izslēgt atsevišķi (411., 419., 420. zīm.).

Katram rezervuāram vai tā nodaļai vajadzīga pārtēce, rezervuārā nejauši par daudz ielaistā ūdens notecēšanai, lai neceltos kādi ļaunumi no pārplūšanas pār malām. Pārteces vadam jābūt tik lielam, lai tas varētu uzņemt un novadīt vislielāko pieteces daudzumu.

Pēc Kurgast'a (Ges. Jug. 1897. S. 125) visizdevīgākais ātrums pār-

teces vadā ir $v = 1,91 \sqrt[5]{\frac{L^2 \cdot U^2 \cdot Q}{w^2}}$, kur apzīmē L — pārteces vada garumu — m , U — viena tekoša metra izmaksu pie $d = 0,1 m$, Q — lielāko pārteces daudzumu — m^3 un w — $1 m$ rezervuāra sienas augstuma izmaksu. Tālāk tad ir $D = 1,128 \sqrt{\frac{Q}{v}}$ kā vada diametrs.

Aizlaidņus ievieto uz vadiem, kā jau minēts, sevišķā priekštelpā vai torņa pagrabā. Ūdens ievadišana rezervuārā un novadišana ielu tīklā var notikt arī pa vienu un to pašu stāvcauruli, iekārtojot sistēmu sekojoši. Ja rezervuārā ieteci un izteci ierīko uz nozarojumiem no stāv vada (411. zīm., kreisā pusē, I nod.), tad uz abām caurulēm, kā ieteces (1), tā noteces (2), ir ietaisītas sevišķas rēgulētājas klapes (k_1 un k_2), kas noder automatiskai ūdens tecēšanas virziena rēgulēšanai. Ja ūdens tek uz rezervuāra pusi, tad klape uz izteces vada (k_2) ir cieti un uz ieteces (k_1) vaļā. Ja turpretim ūdens tek virzienā no rezervuāra, tad klape uz ieteces vada ir cieti un uz izteces vaļā. Var būt arī ietecei un iztecei rezervuārā viena un tā pati caurule (411. zīm., labā pusē, nod. II), tad klape nav vajadzīga. Uz ieteces kā arī izteces vadiem vajadzīgi aizlaidņi. Aizlaidņu telpā var būt arī ievietota stāvkolonna (s), kas atvieglo pumpēšanu tieši tīklā. No stāvkolonnas jāparedz pārgāze, ja vislielākais pieļaujamais spiediens būtu pārsniegts.

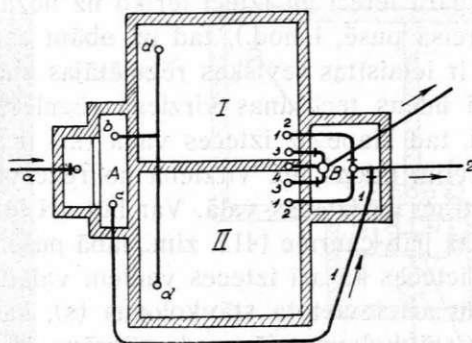
Nokāpšanai aizlaidņu telpā jāparedz ērtas trepes. No telpas arī parasti ietaisa durvis ieiešanai rezervuārā. Protams, tas attiecas tikai uz zemē iebūvētiem rezervuāriem. Bet arī pie torņa rezervuāriem jāierīko ērtas trepes uzkāpšanai uz rezervuāra telpu, tāpat arī iekāpšanai rezervuārā jāietaisa kāpnēs ārpusē un iekšpusē.

Reservuāra telpas vēdināšana tā jāiekārto, lai vismaz 1 reiz diennaktī varētu apmainīties viss gaisa tilpums un lai no ūdens izspiestais gaiss varētu brīvi iziet.

Ūdens līmeņa rādītāji vajadzīgi, lai varētu zināt, kad jāsāk pumpēšana, un neceltos trūkums patēriņam. Visvienkāršākā ietaise, kā rādīt līmeni rezervuārā, ir ar pludiņu, kas piestiprināts pie ķēdītes, kuŗa iet pār skriemeli un kuŗas otrā galā ir rādītājs, kas uz iedalītas mērlātes rāda līmeni, pie kam visērtāk novērošanai ir, ja rādītājs novietots torņa apakšējā stāvā. Tāda ietaise tomēr neērta mašīnistam, jo katreiz jāno-

staigā uz krātuvi. Arī iespējams tas ir tikai tad, ja krātuve atrodas pumpētavas tuvumā. Ir arī signālietaises, kas zemāko un augstāko līmeni pārraida uz pumpētavu ar skaņu signālu (412. zīm.). Labāk ir tādi tāluma rādītāji, kas arī no tālas krātuves līmeni uzrāda pumpētavā un arī pārvaldes telpās, tā dodot iespēju darbību rēgulēt un kontrolēt. Tādi elektriski tālrādītāji ir daudzu firmu konstruēti, un katrā labi ierīkotā ūdensvadu iestādē tādi uzstādīti. Vislabāk, protams, ir tālrēgulētāji, kas automatiski iedarbina arī mašīnas, lielākās iestādēs tā to daudzreiz ierīko.

Ūdensmērītāji vajadzīgi pietiekamā ūdens daudzuma reģistrācijai, kā to kārtīga ūdensvadu saimniecība prasa. Ar to mērķi kaut kurā vietā spiedējvadā, vislabāk pumpētavas tuvumā, iebūvē kādu ūdensmērītāju, piem., Venturī sist. Mazākām iestādēm, un tādos gadījumos, kad ūdens pietek pa pašteču vadu un krātuve iebūvēta zemē, var mērīšanu iekārtot vienkāršākā veidā (413. zīm.). Nelielā priekštelpā ietaisa



A. — Mērītāja priekškompartiments. B. — Aizlaidņu telpa. a — Ūdens ietece vadā. bdd — Ūdens ielaide rezervuārā. 1 — Ietece rezervuārā. 2 — Notece uz izdalīšanas tīklu. 3 — Dibena nolaide. 4 — Pārtece.

413. zīm. Ūdens mērīšana ar pārgāzi.

mērīšanas nolūkā pārgāzi (A), pēc kuŗas tad ūdeni var ievadīt vai nu tieši rezervuārā (ar caurulēm b, d), vai novadīt uz aizlaidņu kameru (B) un te pieslēgt notecei uz izdalīšanas tīklu (2), ja nevēlas, lai ūdens ietu cauri rezervuāram, bet līdz ar to no šā vada var arī liekais ūdens, kas patērīnam tūlī nav vajadzīgs, iet atpakaļ rezervuārā (caurule 1, 2). Ūdens pārlišanas augstumu pār pārgāzi reģistrē, vislabāk ar pašuzrakstītāju. Zinot ūdens daudzumu, kas iet tīklā, un zinot patērēto daudzumu no patērētāju ūdens mērītājiem, var izzināt zaudējumu lielumu tīklā.

Krātuvēs ūdens jāpasarga no temperatūras iespaidiem. To sasniedz pie zemē iebūvētiem rezervuāriem, tos apberot ar zemi 1,2 līdz 1,5 m augstumā, bet pie torņa rezervuāriem — pārklājot telpu,

kuŗā ievietots rezervuārs, ar izolētām sienām un izolētu jumtu. Mazām ietaisēm ar maziem rezervuāriem, no kuriem naktī ūdeni ņem maz, un tātad tas apmainās lēnām, var būt pat vajadzība ietaisīt apkurināšanas ietaises, lai ūdens nesasaltu, it īpaši lai nesasaltu cauruļu vadus, jo tādā gadījumā tie pārplīstu. Apkurināšanas nolūkā, torņa apakšā uzstāda krāsni, un deggāzes vada caur dūmeni, kas iet caur rezervuāru, dūmeni laižot caur platāku (piem., 350 mm) 3—5 mm bieza dzelzs skārda aizsargcauruli. Dūmeņa tuvumā jānovieto visi ūdens cauruļu stāvvadi. Var ietaisīt arī tvaika apkurināšanu. Apakšzemes telpā tad uzstāda tvaika katlu, no kuŗa noiet tvaika caurule (ap 40 mm caurmērā), kas iet blakām ūdens vadiem un apiet apkārt rezervuāram no ārpuses un atgriežas pa otru līniju uz katlu. Ja pieejama lēta elektrība, var uzstādīt sevišķā šachtā elektrisku krāsni, kas sasilda gaisu, kuŗu tad novada uz cauruļu un rezervuāru telpu.

Mākslīga ūdens aizsargāšana pret iesalšanu īstenībā vajadzīga tikai aukstiem upes vai ezera ūdeņiem. Gruntsūdens ir samērā silts, 6—8°C, un novērots, ka no tā sasalšanas pat līdz —20°C (ārgaisa temperatūras) nav jābaidās, pat ja ūdens vairāk stundas stāvējis bez kustības. Tomēr sals var būt arī lielāks, un visvairāk jāaizsarga ūdens caurulēs, un tādēļ pēdējo izolācija un rezervuāra telpas apsildīšana mazās ietaisēs arvien ieteicama.

37. Krātuvju konstrukcija.

Apskatot krātuves kā spiedrezervuārus, to konstrukcijā var izšķirt 2 veidus: a) zemē iebūvētus rezervuārus un b) ūdens torņa rezervuārus. Pirmie nav domāti kā zemē izrakti baseini, bet tos izbūvē kā mūrētas vai betonētas tvertnes ar izturīgu pārklājumu, ko parasti vēl apber ar zemi, lai ūdens rezervuārā nebūtu padots temperatūras iespaidiem. Ar ūdens torņiem jāsaprot rezervuāri, kas novietoti uz sevišķas apakšbūves un ievietoti drošā, izolētā telpā.

a) Zemē iebūvētas ūdens krātuves.

Zemē iebūvētiem spiedrezervuāriem ir daudz labu īpašību. Tos var taisīt lielākus kā torņa rezervuārus, kas labāk nodrošina apgādājamo vietu ar ūdens rezervi. Tomēr izvēle ir saistīta ar vietas augstuma apstākļiem. Ja apgādājamās vietas tuvumā ir kādi augstumi, kur tādu rezervuāru iespējams novietot, tad šis apstāklis ir jāizmanto. Ja turpretim attiecīgā augstuma vieta varētu atrasties tikai lielākā attālumā no apgādājamās vietas, tad uz saimnieciskā aprēķina pamata jānoskaidro, kas ir izdevīgāk, vai būvēt rezervuāru zemē lielākā attālumā no pilsētas.

vai būvēt ūdens torni pilsētas tuvumā, vai pašā pilsētā. Rezervuāra novietošana lielākā attālumā prasa garāku novadu līdz pilsētai, un arī spiediens tiklā palielinās par spiediena zaudējuma lielumu garākā vadā. Visi apstākļi jāapsver ar projekta variantu sastādīšanu.

Zemē iebūvētie rezervuāri ir ūdens tvertnes ar ūdensblīvām sienām un dibenu un ar pārklājumu aizsargāšanai pret netīrumiem un temperatūras iespaidiem. Plānā rezervuārus taisa četrstūra vai daudzstūru veidīgus, vai apaļus. Pēdējie ir statiskā ziņā izdevīgāki, jo sienās darbojas tikai normālspekā, stiepes (no iekšējā ūdens spiediena) un spiedes (no ārējā zemes spiediena), un nav lieces momentu, kas izsauktu plaisas, piem., stūros un kaktos. Ja sienas ir ar diblinkonstruktiju savienotas, kā tas pie dzelzbetona var būt, tad gan jāaprēķina arī momenti sienas un dibena savienojuma vietās un konstruktīvā ziņā jāiekārto tā, lai plaisas un ar to neblīvumi nevarētu rasties.

Kas attiecas uz četrstūrīgu rezervuāra veidu, tad visizdevīgākais veids plānā būtu kvadrāts, jo pie šāda veida attiecības starp tilpumu un sienu perimetru ir vislielākās. Tomēr te jāievēro, ka kvadrātiskās formas pārklājums maksā dārgāk kā iegarenas, un tādēļ ar variantu maksas aprēķināšanu jāatrod visizdevīgākais plāna veids. Rezervuāra tilpumu mēdz sadalīt 2 nodaļās, ja nav 2 atsevišķi rezervuāri. Tas vajadzīgs, lai nebūtu jāpārtrauc ūdens apgāde, kad rezervuāram vajadzīgs remonts vai tīrīšana. Vairāk kā 2 nodaļas parasti arī nemēdz taisīt, jo, vienkārt, 2 nodaļas maksā mazāk tam pašam ūdens daudzumam kā 3 vai 4, un, otrkārt, liels skaits nodaļu apgrūtina tehnisko ierīcību (vajadzīgs liels skaits aizlaidņu un t. t.).

Rezervuāru dziļumu maziem un vidējiem rezervuāriem pieņem 2,5 līdz 4 m, lieliem 3 līdz 5 m. Lielākus dziļumus par 5 m izvēlas reti, sevišķos apstākļos (piem., ja mazs laukums). Dziļi rezervuāri gan ietver mazāku laukumu, bet tad sienas jātaisā biežākas, jo spiedienu (ūdens un zemes) uz sienām ir lielāki. Tātad attiecības starp platību un augstumu jānoskaidro ar saimniecisku aprēķinu, izprojektējot variantus. Pieņemot zināmu plāna veidu un tvertnes tilpumu, attiecīgas tvertnes izmērus var aprēķināt, un tie ir, bez sienu izmēriem, vēl atkarīgi no 1 m² izmaksas par būvgrunti + rezervuāra klonu + pārklājumu + apbērumu sakarībā ar rezervuāra dziļumu. Lielāks ūdens dziļums būs jo izdevīgāks, jo lielāka ir minētā izmaksas daļa no 1 m².

Piemērs saimnieciskam aprēķinam (414. zīm.). Pieņemsim sienu biezumu (arī šķērssienai) $b = 0,4$ h, tātad sienu vertikālais šķērsgriezums $= 0,4 \cdot h^2$. Rezervuāru ņemsim ar 2 nodaļām, katras platumu $x = 0,75 \cdot y$, vai $y = \frac{4}{3} \cdot x$. Tātad:

$$1) \text{ Sienu koptilpums } (2 \cdot 2 \cdot x + 3 \cdot y) 0,4 \text{ h}^2 = 3,2 \cdot x \cdot \text{h}^2.$$

Pieņemot 1 m³ mūža maksu $= m_1$, visu sienu izmaksa būs:

$$M_1 = 3,2 \cdot x \cdot \text{h}^2 \cdot m_1.$$

2) Dibens, biezuma k un 1 m^3 izmaksa $= m_2$, tilpuma

$$2x \cdot y \cdot k = \frac{8}{3} \cdot x^2 \cdot k$$

un izmaksa

$$M_2 = \frac{8}{3} \cdot x^2 \cdot k \cdot m_2.$$

3) Pārklājums, vidēja biezuma s un 1 m^3 maksā $= m_3$:

$$M_3 = \frac{8}{3} \cdot x^2 \cdot s \cdot m_3.$$

4) Zemes darbi uz $1 \text{ m}^3 = m_4$, pieņemot visu augstumu ar apbērumu $= p$:

$$M_4 = \frac{8}{3} \cdot x^2 \cdot p \cdot m_4.$$

5) Grunts laukuma iegūšana, reducējot uz rezervuāra tīro laukumu $2x \cdot y$, un dabūjot 1 m^2 maksu $= m_5$:

$$M_5 = 2x \cdot y \cdot m_5 + \frac{8}{3} \cdot x^2 \cdot m_5.$$

Kopmaksa:

$$M = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 =$$

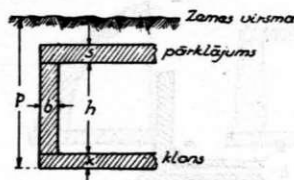
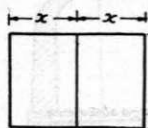
$$= 3,2 \cdot x \cdot h^2 \cdot m_1 + \frac{8}{3} \cdot x^2 (k \cdot m_2 + s \cdot m_3 + p \cdot m_4 + m_5).$$

$$\text{Reservuāra tilpums } J = 2xy \cdot h = \frac{8}{3} \cdot x^2 \cdot h$$

$$\text{un } x = \sqrt{\frac{8}{3} \cdot \frac{J}{h}}.$$

Maksas izteiksme tad būtu:

$$M = 1,6 \cdot m_1 \cdot \sqrt{\frac{3}{2} \cdot J \cdot h^3} + \frac{J}{h} \cdot (k \cdot m_2 + s \cdot m_3 + p \cdot m_4 + m_5).$$



414 zīm. Reservuāra dziļuma aprēķinam.

Diferencējot izteiksmi ar h un pirmo atvasinājumu ņemot $= 0$, un attiecīgi formulu pārveidojot, dabūjam:

$$h = \sqrt{\frac{J (km_2 + sm_3 + pm_4 + m_5)^2}{8,64 \cdot m_1^2}}.$$

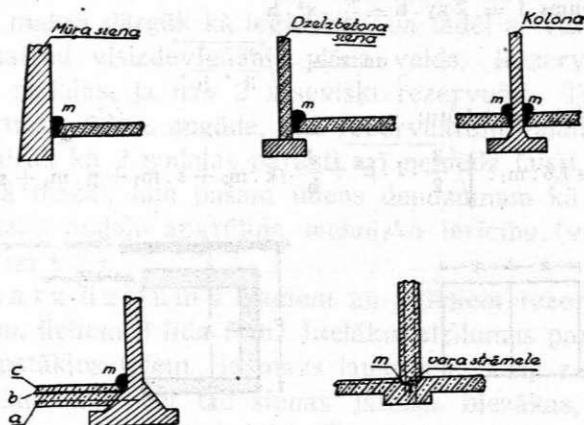
Ir arī vēl lietotas saīsinātas formulas. Tā, piem., Francijā Vigrē (Vigreux) lieto formulu:

$$h = \sqrt[5]{\frac{J(k+s)^2}{4}}.$$

Tomēr šādām formulām ir vairāk teorētiska vērtība, jo praktiskā ziņā rezultātus var iespaidot daudzi vietējie apstākļi (materiālu cenas, materiālu piegādāšanas iespēja,

darba spēks un t. t.), kas viss jāņem vērā. Ja ūdens jāpumpē, tad arī celšanas augstums iespaido rezervuāra dziļumu. Visus vietējos apstākļus ievērojot, tad jāizvēlas praktiskām prasībām vairāk atbilstošs rezervuāra dziļums.

Reservuārā dibens, klons vai grīda jātaisa ar kritumu 1:250 līdz 1:500 uz ūdens nolaišanas vietu. Dibenu taisha no betona, un tas var būt izveidots kā pamata plātne visai tvertnes uzbūvei, vai var būt ietaisīts starp gatavām sienām, kuŗas tad patstāvīgi pamatotas. Pirmā gadījumā, kad sienas ar dibenu savienotas monolitiski, plātnes izmēri un sienas pievienojums jākonstruē tā, lai nevarētu celties plaisas un neblīvumi savienojuma vietās. Dzelzbetona konstrukcijā tas iespējams attiecīgi iedalot stiegrojumu. Labāk var izbēgt nevienmērigai dibens plātnes piepūlei, ja to atdala no nesošās konstrukcijas (sienu pamata) ar šuvēm, kas vēlāk aizpildāmas ar kādu elastīgu, ūdensblīvu masu, piem., asfalta mastiku. Tāda klona plātne tad ir patstāvīga konstrukcija, nav saistīta ar nesošām daļām, tātad statiskās piepūles tajā ir vienkāršākas, un tā var būt plānāka (415. zīm.). Uz labas būvgrunts var plātnes apakšā likt



m — Asfalta mastiks. a — Betona pamats 0,2 m. b — Ūdensblīva starpkārta 6 mm, piem., ruberoids ar asfaltu. c — Klona virsas betons 0,10 m.

415. zīm. Sienu savienojums ar grīdu.

liesāku betona kārtu, 8—10 cm biezu, un tad ap 10 cm biezu īsto plātņi, ieliekot tajā krustām dzelzs stiegrojumu 20—25 cm attālumā. Neliela sienu vai plātnes sēšanās (pēc zemes uzbēršanas un tvertnes piepildīšanas ar ūdeni) nekādu ļaunumu nevar atnest, ja dibens šuve aizpildīta ar elastīgu masu. Ja plātnei būtu arī jānes sienas, tad tās biezums būtu vajadzīgs 30—60 cm, vai cik to statisks aprēķins prasītu.

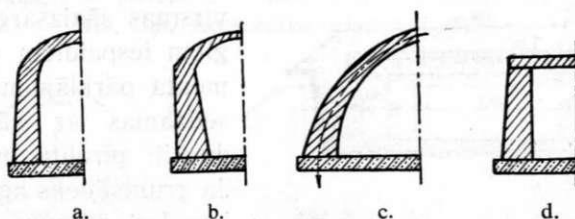
Kā jau minēts, klonu tagad taisha no betona ar 2 cm biezu, gludu cementa apmetumu. Senāk nolika klonu ar stipri dedzinātiem ķieģeļiem

(klinkeriem) uz šķautnes, aizpildot šuves ar cementu vai ar asfaltu. Ja ūdenim ir stipri agresīvas īpašības, tad sevišķi ieteicams taisīt šādā veidā.

Protams, pie dibena plātnes biezuma aprēķina un konstrukcijas jāņem vērā gruntsūdens spiediens, ja tāds ir.

Rezervuāra sienas taisa no ķieģeļu mūra, vai betona, vai dzelzbetona. Sienu biezums jāaprēķina ar būvstatikas paņēmieniem, ņemot sienu piepūli kā iekšējā ūdens spiediena un ārējā zemes spiediena rezultanti, kā arī ārējām zemes spiedienam vien, tātad sienu biezumu pārbaudot kā tukšam rezervuāram, tā arī piepildītam ar ūdeni, bet aizbērtam ar zemi. Jāievēro arī pārklājuma un virspus apbēruma slodze. Rezervuāra piepildīšana ar ūdeni, kamēr vēl nav zeme aiz sienām aizbērtā, jāizbēg, tātad piepūle no tīra ūdens spiediena nav ņemama vērā. Turpretim starpsienas jāaprēķina, ievērojot ūdens spiedienu no vienas puses, pie otrā pusē tukša rezervuāra. Lietojot grafiskas aprēķināšanas metodes, jāsasniedz, lai sienas spiedlīnija paliktu sienas šķērsriezuma vidējā trešdaļā, un piepūles nedrīkst būt lielākas par pieļaujamām. Nekādā ziņā mūrī nedrīkst būt stiepes piepūles, jo tad celtos plaisas, bet spiedes piepūles, kā ķieģeļu mūrī, tā arī betonā, nedrīkst būt lielākas par 10—15 kg/cm².

Sienas griezumi var būt dažādu veidu (416. zīm.), vai ar vertikālu (a), vai slīpu (b) iekšpusi vai ārpusi. Visizdevīgākais statiskā ziņā ir



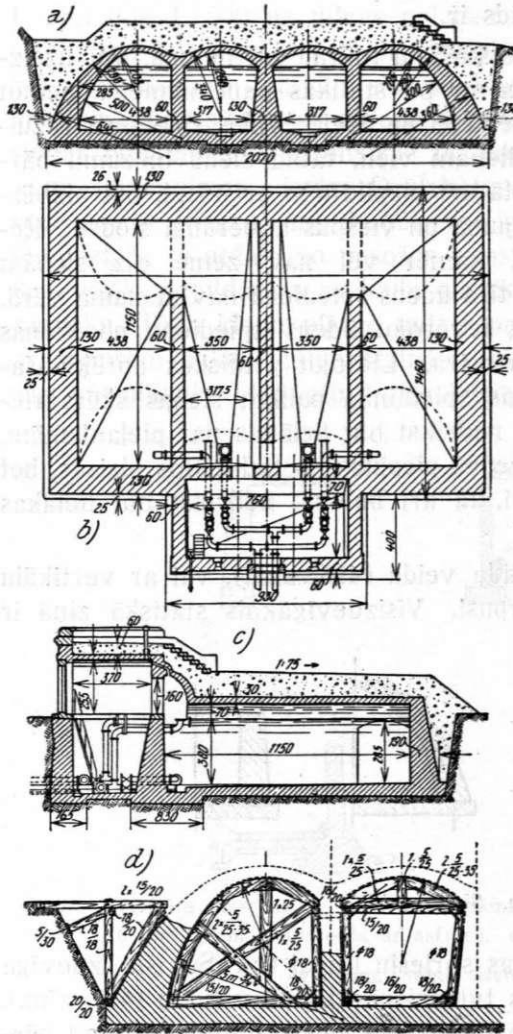
416. zīm. Sienu veidi.

tāds šķērsriezums, kas pieskaņojas spriešļu līnijai (c). Sevišķi izdevīga tāda konstrukcija, ja arī no virsas tvertni pārklāj ar velvēm (417. zīm.). Tādi pārklājumi ar augstām velvēm bija senāk parasti. Tagad pārklājumus taisa vai nu plakanus, vai ar mūra vai betona velvītēm starp I sijām, vai kā dzelzbetona pārklājumu. Lieliem rezervuāriem pārklājumu konstrukcija jāpabalsta parasti ar kolonnām (418. zīm.).

Dzelzbetons rezervuāru konstrukcijā, sevišķi lieliem rezervuāriem, ir ieguvis plašu piekrišanu. Bet dzelzbetona konstrukcijas vispārīgi ir dārgas, un pie maziem rezervuāriem iepriekš ļabi jāapsver, vai nevar lētāk iztikt bez dzelzs stieģrojuma. Dzelzbetona rezervuā-

riem tomēr ir savas labās īpašības, un, sevišķi, ja ir slikta būvgrunts, tos var taisīt blīvākus kā vienkāršus mūra vai betona, jo konstrukciju var tā iekārtot, ka stiepes piepūlēm un līdz ar to plaisājumiem var pilnīgi

izbēgt. Konstrukcijā jābūt tik daudz dzelzs, lai stiepes piepūle nebūtu lielāka par 1.000 līdz 1.200 kg/cm². Vārigās vietās (stūros un t. l.) ar betona līdzdarbību nevar rēķināties, bet betona masu aprēķinot, nevajadzētu tādās vietās betona stiepes stiprību pieļaut lielāku kā 12 līdz 15 kg/cm². Mazāk svarīgās vietās pieļauj betona piepūli stiepei un liecei ne vairāk par 20 līdz 25 kg/cm². Betonu un tāpat dzelzbetonu var tomēr lietot tikai tad, ja ūdenim, kā uzglabājamam, tā ārpusē gruntsūdenim, nav agresīvas īpašības. Pēdējam ir nozīme, ja tvertne ieguldīta gruntsūdenī. Ja minētos gadījumos lieto betonu, tad virsmas jāaizsarga pret kaitīgiem iespaidiem ar gludu cementa pārklājumu, un tās pārsejam ar kādu aizsarglīdzekli: pirolitu, inertolu un t. t. Ja gruntsūdens agresīvās īpašības ļoti stipras, sienas jāizolē sevišķi rūpīgi ar bituma un ruberoida plātnēm, vai rūpīgi noliktu biezu kārtu ārpus rezervuāra.

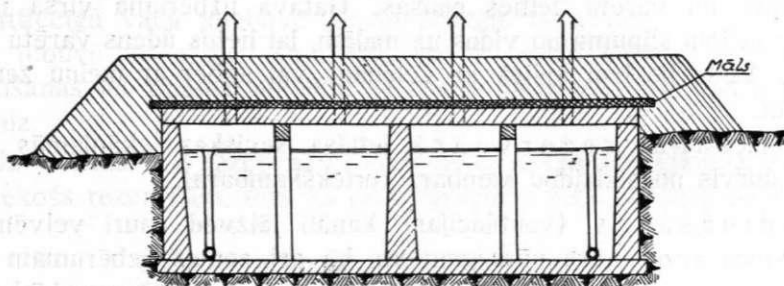


417. zīm. Taisnstūrīga tvertne ar velnesveidīgām sienām un pārklājumu.

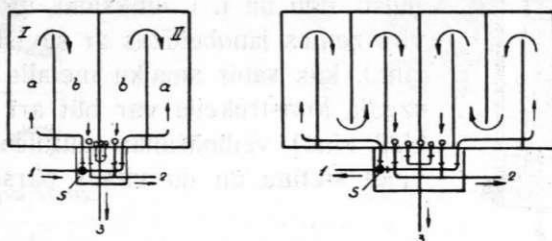
Kā jau minēts, labākai ūdens cirkulācijai ieteicams rezervuārā iebūvēt šķērssienu (419. zīm.), kas dod pietiekamu

garantiju, lai ūdens nekur nesastātos. Priekšambarī tad ievietoti aizlaidņi, ūdens kustības regulēšanai vados. Apaļos rezervuāros šķērssienu iebuve ir aprūtināta, tomēr arī te vēlams, lai rezervuārs būtu sadalīts 2 nodaļās (420. zīm.), kas var būt ierīkotas koncentriski (c.). Lielākām ietaisēm tomēr

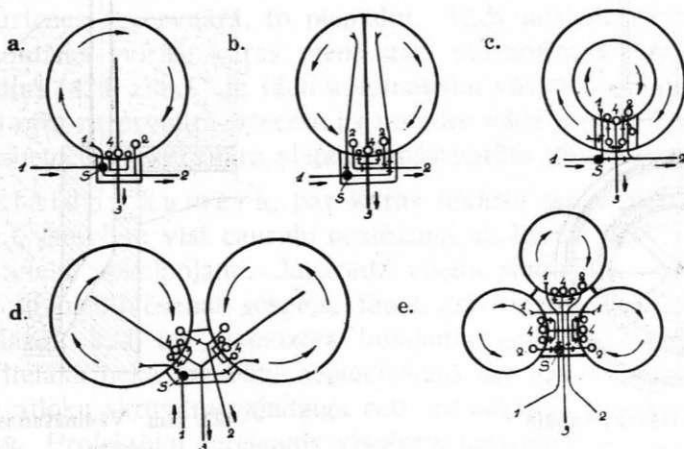
labāk taisa 2 vai vairāk atsevišķas tvertnes, pie kam nebūt nav vajadzība, lai tādas būtu ievietotas vienā vietā, bet gan otrādi, labāk ir, ja tvertnes ir dažādās pilsētas daļās, kas labāk nodrošina ūdens piegādi (Rīgā, 406. zīm.).



418. zīm. Rezervuāru šķērsriezums.



S — stāvkolonna, 1 — pietece, 2 — aiztece, 3, 4 — pārtece un dibena nolaide.



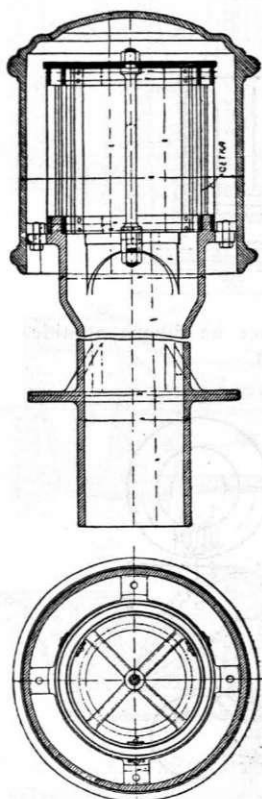
420. zīm. Apaļa rezervuāra iekārta.

Rezervuāra pārklājumu no virsas apber ar zemi, 1,2 līdz 1,5 m, atkarīgi no klimata, lai samazinātu gaisa temperatūras iespaidu uz ūdens temperatūru. Pirms zemes uzbēršanas pārklājumu no virsas

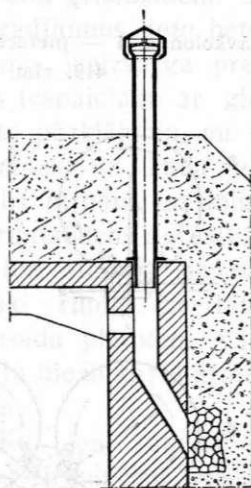
apklāj ar ūdensblīvu materiālu, mālu vai asfaltu, lai lietus ūdens nevarētu cauri sūkties un bojāt mūri. Zemes uzbēršanu izdara rūpīgi, nelielām kārtām, un tā, lai viscaur būtu vienāda slodze un kādā malā nepaceltos lielāka slodze, jo tad varētu rasties mūrī piepūles, kas aprēķinā nebija paredzētas, un varētu celties plaisas. Gatavā uzbēruma virsa jānolīdzina ar nelielu slīpumu no vidus uz malām, lai lietus ūdens varētu labāk notecēt. Virsu beidzot apliek ar vēlēnām, vai apber ar melnu zemi un uzsēj zāli.

Ietīkšanai rezervuārā ietaisa sevišķas iekāpjamās šachtas vai durvis no aizlaidņu kambara (priekškambara).

Vēdināšanas (ventilācijas) kanāli jāizved cauri velvēm vai citāda veida rezervuāra pārsegumiem, kā arī zemes uzbērumam (418. zīm.), un jāpaceļ pāri pār uzbērumu kādu 1 m. Vēdināšanas ietaise jāpasarga no netīrumu, mušu, odu un t. l. ietīkšanu, un tādēļ kanālim virs zemes jānobeidzas ar sevišķu uzgali (421. zīm.), kas satur smalku metalla tīkliņu. Tāda uzgala konstrukcija var būt arī ļoti vienkārša (422. zīm.), vēdināšanas caurules uzdevā iebūvējot sietiņu un no virsas pārsedzot ar jum-



421. zīm. Vēdināšanas kanāļa uzgalis.



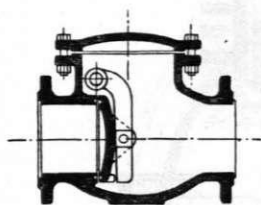
422. zīm. Vēdināšanas iebūve.

tiņu. Lai nejauši ietikuši priekšmeti nenonāktu ūdenī, caurules apakšējo galu izlaiž caur sienu (422. zīm.). Ieteicams arī aizlaidņu kambara vēdināšanai iebūvēt kanāli ar uzgali.

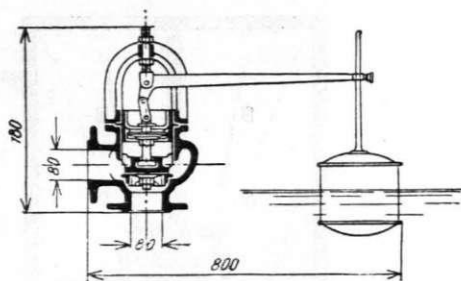
Rezervuāra mūra iekšpuse jāapmet ar ūdensblīvu cementa sastāvu un rūpīgi jānogludina. Ja vajadzīgs, jāpiejauc apmetuma cementam kāds sastāvs, kas aiztur ūdeni: antihidrāts, pirolīts, sika vai cits līdzīgs.

Dažreiz ietaise vēlams tāda, lai ūdens tecētu tikai vienā virzienā, tad attiecīgā vadā jāiebūvē atsitējvārstulis (423. zīm.). Dažreiz vadu līnijā iebūvē arī tādus automatiskus noslēdzējus, kas vada pārplīšanas un zināma noteikta spiediena pārsniegšanas gadījumā vadu noslēdz.

Ja sistēmā ir 2 rezervuāri, viens no tiem pilsētas sākumā, kā pilnīgi caurtekošs rezervuārs, otrs kā pretrezervuārs otrā pilsētas malā, tad pie



423. zīm. Atsitējvārstulis.



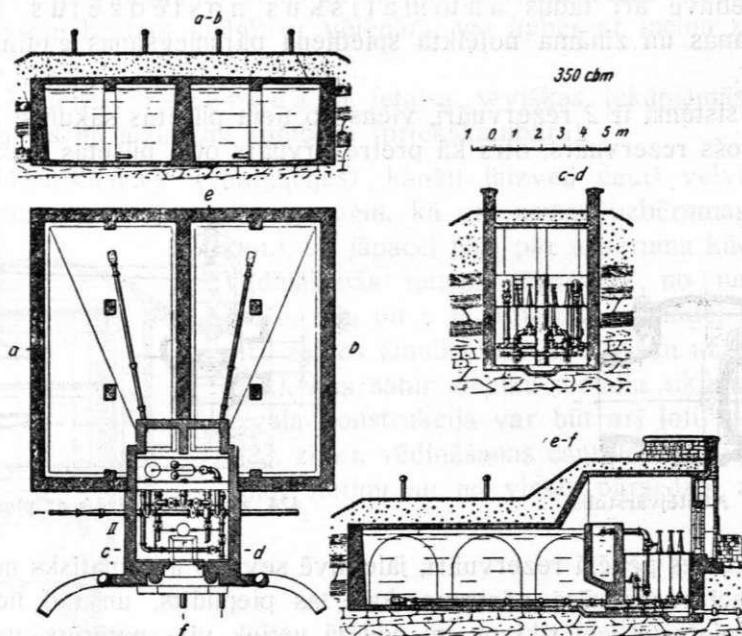
424. zīm. Noslēdzējs ar pludiņu.

ūdens izteces pēdējā rezervuārā jāiebūvē sevišķs automatisks noslēdzējs, kas ieteci rezervuārā pārtrauc, kad tas piepildīts, un tad ūdens, kas turpina pietecēt ielu tīklam un pēdējā netiek viss patērēts, paliek pirmajā caurteces rezervuārā, to piepildot. Tāds noslēdzējs, piem., sastāv no horizontālas sviras, kuŗas vienā galā piestiprināts dubults vārstulis, otrā pludiņš (424. zīm.). Ja tādu automatisku vārstuļu nebūtu, tad liekais ūdens no otra rezervuāra iztecētu pa noteces vadu un ietu zudumā, kamēr pirmā, caurteces, rezervuāra piepildīšanās varētu būt pat neiespējama.

Aizlaidņu kamerā, par kuŗas iekārtu jau agrāk minēts (419., 420. zīm.), jāievieto visi cauruļu noslēgumi tā, lai tie būtu viegli pārskatāmi un viegli apkalpojami. Jāparedz viegla pietikšana pie atloku skrūvēm un to pieblīvēšanas iespēja, tāpat arī viegla aizlaidņu izņemšana apmaiņai, kad tas vajadzīgs bojājumu gadījumā. Taisīt aizlaidņu kameru lielāku nekā tas būtu nepieciešams arī nav vajadzīgs, jo pietikšana pie atloku skrūvēm vajadzīga reti un nekādas sevišķas ērtības nav prasāmas. Projektējot ieteicams vispirms iezīmēt plānā visus aizlaidņus un atlokus, un tad kameras lielums jau būs ar to viegli iezīmējams. Aizlaidņu kamerā var nokāpt pa trepēm, un tāpat no kameras jāparedz iespēja iekāpt rezervuārā. Virs zemes parasti taisa sevišķu uzbūvi, no kuŗas tad var ietikt aizlaidņu telpā un rezervuārā. Sevišķi skaista archi-

tektūra te nebūtu vietā, jo nepavisam nav vēlams pievilkt tūristus un vispār apmeklētājus pie ūdensvada ietaisēm.

Rezeruvu āru piemēri. Rezeruvu konstrukcija atkarājas no vietējiem būves apstākļiem. Piemēram var noderēt 350 m³ liels ūdens rezervuārs kādā grupu ūdens apgādē (425. zīm.). Tas sastāv no 2 no-



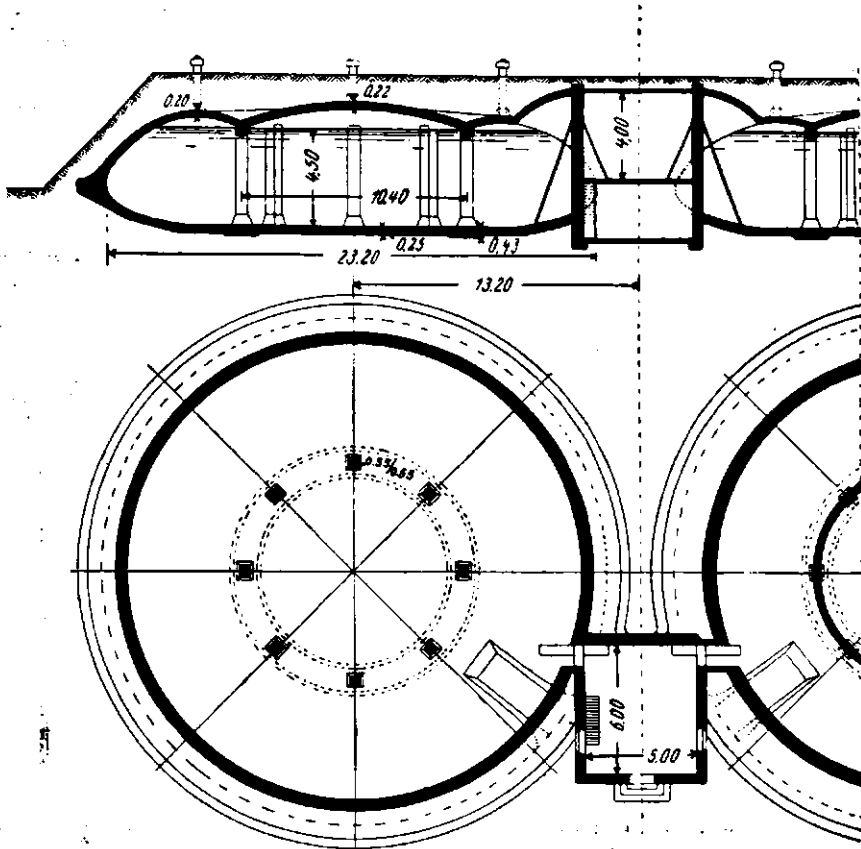
425. zīm. Galvenā ūdens tvertne Kreicnacha apr. grupu ūdensvados.

daļām un aizlaidņu kameras un taisīts no betona ar plakanu griestu pārklāju. Tā kā rezervuārs ir viens no diviem grupas galveniem rezervuāriem, tad, kā jau vajadzība minēta, tajā iebūvēta automātiska plūdiņu — vārstuļu ietaise un arī automātiski limeņa tālrādītāji.

Apalji rezervuāri izbūvēti 1907. g. Osnabrikas pils. (426. zīm.). Katrs no 2 blakus gulošiem rezervuāriem ir 1.600 m³ liels, un tiem ir kopīga aizlaidņu kamera, novietota starp abiem rezervuāriem. Rezervuārs dzelzbetona, ar kupola veidīgu dzelzbetona pārklājumu, pabalstītu ar dzelzbetona kolonnām. Ūdens dziļums 4,5 m. Sienas un dibena iekšpuse pārklāti ar 2 cm biezu nogludinātu cementa apmetumu. Virsū uzlikts divkāršs darvas gudrona pārklājums.

Dzelzbetona rezervuāri ar plakanu pārklāju var būt kā apalji, tā arī taisnšķautnaini, parasti kvadrātiski. 427. zīm. parādīts apaļš dzelzbetona rezervuārs tilpumā 1500 m³ ar ribveidīgu pārklāju. Tāds rezervuārs būvēts vienai Ordžonikidzes dzelzceļa stacijai.

428. zīm. redzams taisnšķautnains dzelzbetona rezervuārs 4300 m³ tilpumā, sadalīts 2 nodaļās. Pārsegums ir uz kolonnām, kas novietotas 4 m viena no otras.

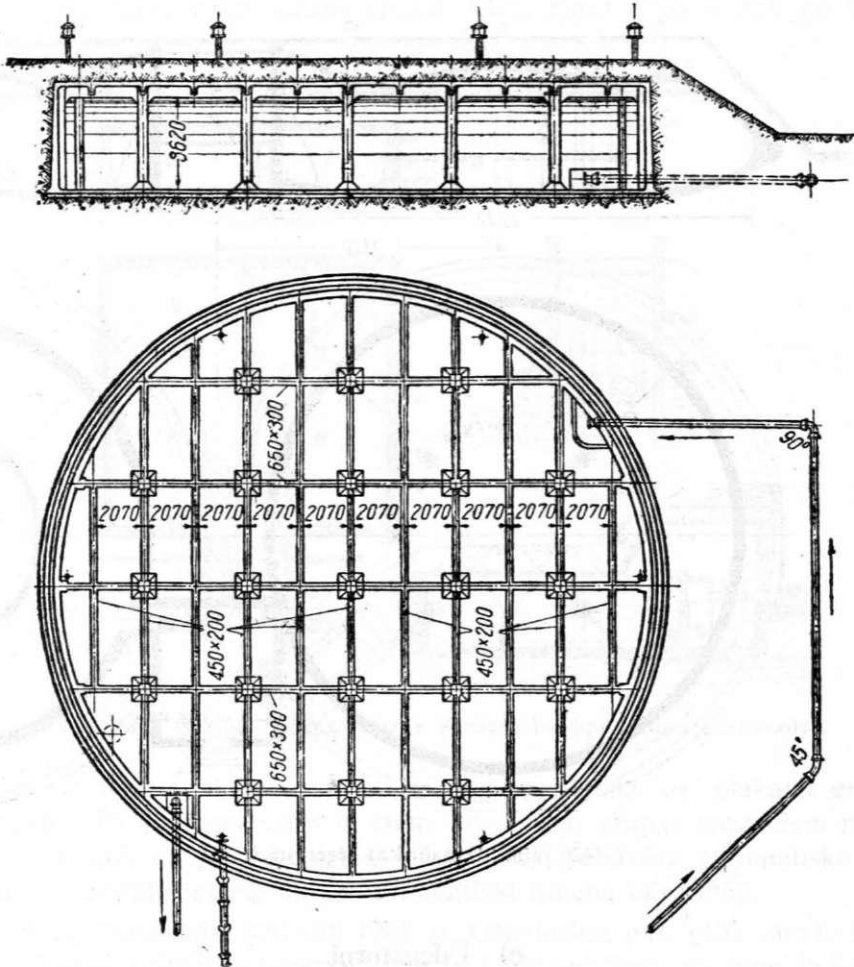


426. zīm. Osnabrikas rezervuāri.

b) Ūdenstorni.

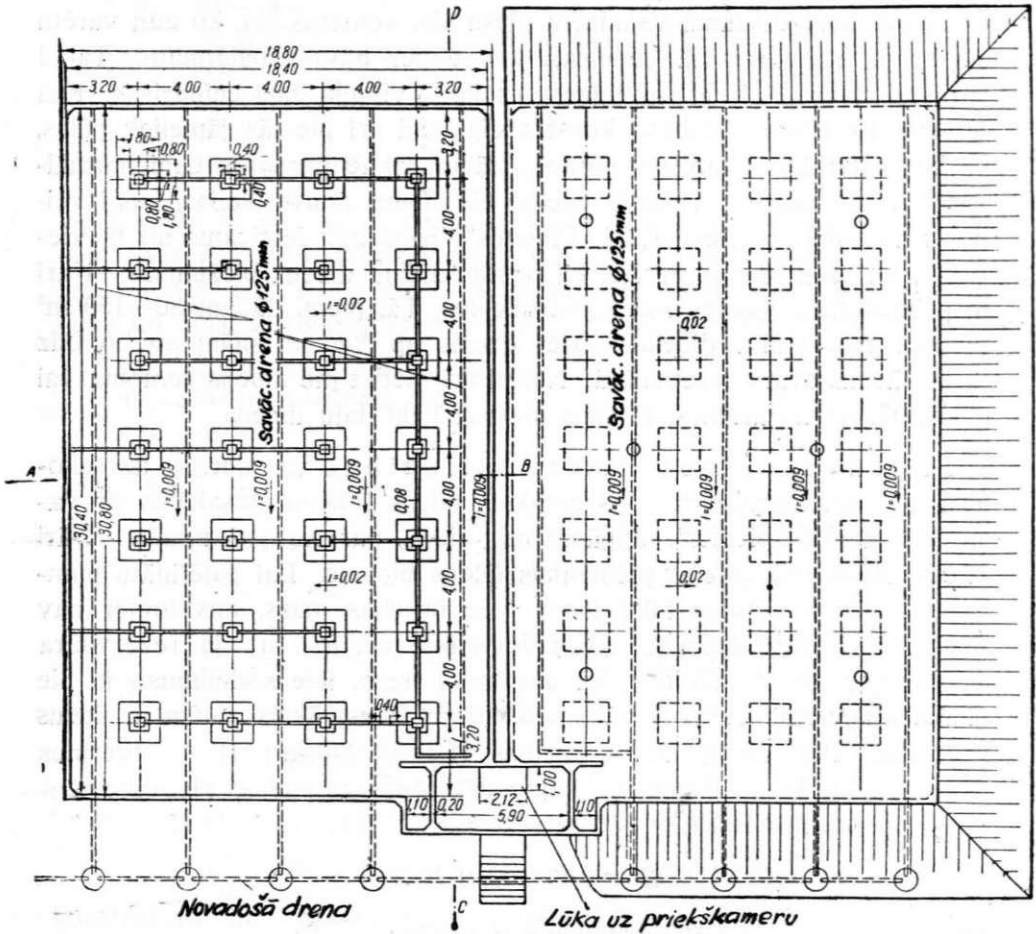
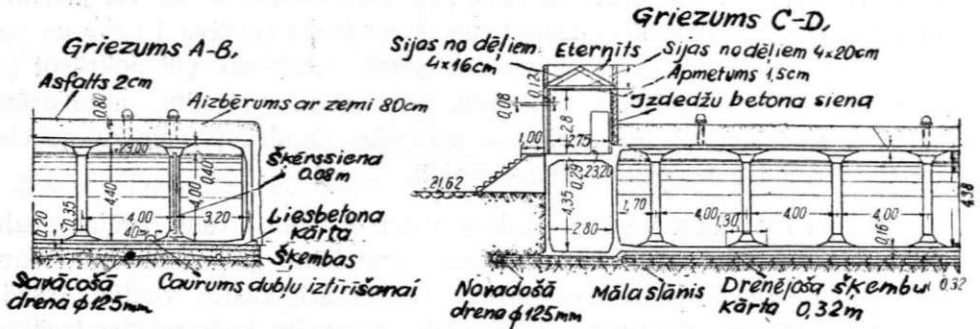
Ja ar ūdeni apgādājamās vietas tuvumā nav pietiekami augstas novietnes, kur spiedrezervuāru varētu iebūvēt zemē, tad tas jānovieto pāri par zemes virsu pienācīgā augstumā uz sevišķas apakšbūves. Tā kā tāda augstu izcelta būve parasti izskatās torņveidīga, tad arī no tā cēlies nosaukums «ūdenstornis». Arī ūdenstornja novietnei jāizvēlas cik iespējams augstāka vieta, lai uzbūve maksātu lētāk. Jo augstāk tornis jāuzbūvē, jo konstruktīvi dārgāks tas ir, kas atkarājas mazāk no rezervuāra lieluma kā no vēja spiediena un konstruktīviem apstākļiem. Rezervuāri, kas mazāki par 100 m³, maz iespaido ūdens torņa izmaksu,

un tāds rezervuāra tilpums būtu uzskatāms par vismazāko. Arī lielākus rezervuārus nav ieteicams taisīt mazākus par 20% no dienas patēriņa. Rezervuāra tilpums aprēķināšana jau agrāk apskatīta (502. l. p.).



427. zīm. Apaļš dzelzbetona rezervuārs.

Reservuārus taisa parasti no dzelzs vai dzelzbetona, un tikai provizoriskām vajadzībām varētu lietot koku. Labi un laikā nokrāsoti un kārtībā turēti dzelzs rezervuāri nerūsē, un tie lietojami pat lieliem ūdens tilpumiem (2.000—4.000 m³). Koka rezervuārus, mazām un provizoriskām ietaisēm, parasti taisa mucu veidīgus, savilktnus ar dzelzs stīpām; bet taisa arī kastes veidīgus no rievētiem dēļiem, iekšpusi izoderējot šai gadījumā ar cinka skārdi. Dzelzbetona



428. zīm. Četrstūrains dzelzbetona rezervuārs.

rezervuāri jātaisa ūdensblīvi. Blīvumu sasniedz lietojot labu, blīvu betonu, kas satur daudz cementa (1 : 3 : 4). Neskatoties uz to, vēl jāapmet no iekšpuses ar ūdensblīvu apmetumu, 2 cm bieža sastāva 1 : 2^{1/2} un vēl 0,5 cm ar sastāvu 1 : 1, to gludi noslīpējot. Ieteicams vēl nokrāsot ar kādu no aizsargsastāviem: inertolu, siderostenu, pirolitu, antihidrātu un t. l. Dzelzbetona rezervuāriem materiāla daudzums samērā neliels, un tie viegli izgatavojami vēlamā veidā.

Rezervuāra veids. Ūdens tvertnei ūdenstornos izvēlas apaļu veidu, jo tas atbilst vislabāk statiskām prasībām, lai uz sienām iedarbotos tikai normālspekā. Četrstūrīgi rezervuāri, kastes veidīgi, iespējami tikai maziem tilpumiem, jo lielākām tvertnēm konstrukcija iznāktu smaga un ļoti dārga, tāpēc ka vajadzīgas stiprākas sienas nekā apaļām tvertnēm, arī uzlikšanai vajadzētu plašu siju konstrukciju, ko gan varētu atvieglot, liekot apakšā kolonnas, kas tomēr būvi nepalētinātu. Tāpat parastais tvertnes veids uz ūdenstorniem ir virsējā daļā cilindrisks. Kas attiecas uz tvertnes dibena konstrukciju, tad arī pie tās jāpieliek pūles, lai būvmateriālu vislabāk izmantotu, tāpat, lai te darbotos tikai normālspekā. Tādai prasībai vislabāk atbilst tās dibena konstrukcijas, kas izveidojas no lodes nogriezumiem. Plakans dibens nav ieteicams no tā viedokļa, ka prasa daudz dzelzs, kā pastiprinātam dibena biezumam, tā arī tā pabalstam uz plašas siju konstrukcijas. Tā, piem., tādām 80—150 m³ tilpuma rezervuāra dibenam iziet dzelzs ap 1/40 un sijām ap 1/12 līdz 1/15 no ūdens svara rezervuārā. Neērti arī pietikt pie dibena remonta vai nokrāsošanai no ārienes, jo sijas aizsedz lielu daļu dibena.

Ūdens tvertnes izmēru attiecības var noteikt uz sekojoša apcerējuma pamata. Viszemākais ūdens līmenis nosakāms ar vajadzīgo darba spiedienu apgādājamā vietā, par ko jau minēts. Pāri pār šo līmeni nu gulstas pieņemtais ūdens tilpums. Lai palētinātu pumpēšanu, ūdens dziļums būtu jāņem pēc iespējas mazs, kas tomēr nav konstruktīvā ziņā izdevīgi. Visizdevīgākie apstākļi ir, ja rezervuāra diametrs ir divreiz tik liels kā augstums (resp. ūdens dziļums), jo pie tādām attiecībām būvmateriāla patēriņš ir vismazākais zināmajam ūdens tilpumam. Bet sastop arī attiecības $H = 0,6 D$, kur H — tvertnes augstums un D — diametrs. Ieteic arī šādas formulas: pie tvertnēm, kuru tilpums $J = 100$ līdz 500 m³:

$$D = 6,00 + 0,01 J$$

un pie 500 līdz līdz 1.500 m³tilpuma tvertnēm:

$$D = 11,00 + 0,002 \cdot J$$

Iepriekšējiem aprēķiniem Geņijevs ieteic formulu:

$$D = 1,25 \sqrt[3]{J.}$$

un ja pieņem $H = 0,5 D$, tad

$$D = 1,316 \sqrt[3]{J.}$$

Vispieņemamākais rezervuāra veids, kā jau minēts, ir cilindrs ar apaļu dibenu. Dažādas rezervuāra konstrukcijas atšķiras cita no citas gal-

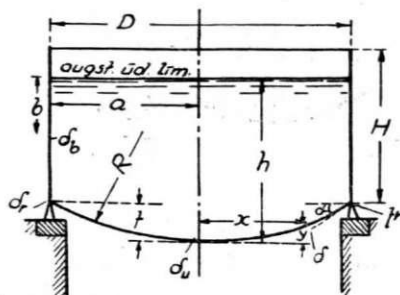
$$\delta_b = 0,133 \text{ a. b.}$$

$$\delta = 0,066 \left(h - \frac{y}{3} \cdot \frac{3R - 2y}{2R - y} \right).$$

$$\delta_u = 0,066 \cdot R \cdot h.$$

$$\delta_r = \delta, \text{ ja } y = f.$$

$$f_r = 10 \cdot \delta_r \cdot a \cdot \cos \alpha$$



429. zīm. Tvertne ar noliektu dibenu.

venā kārtā ar dibena izveidojumu un ar balstījumu uz nesošo apakšējo daļu. Visvecākajam izveidojumam bija uz apakšu izliekts dibens (429. zīm.), lodes izgriezuma veidā. Ļaunums pie tādās konstrukcijas saskatāms tai ziņā, ka balsta gredzens, kas pārnes tvertnes svaru uz nesošo

G_I = svītrotās daļas ūdens svars.

G_{II} = pārējās daļas ūdens svars.

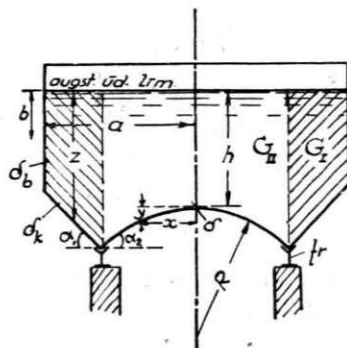
$$\delta_b = 0,133 \text{ a. b.}$$

$$\delta_k = \frac{0,133 \cdot z \cdot k}{\sin \alpha_1}.$$

$$\delta = 0,066 R \left(h + \frac{y}{3} \cdot \frac{9R - 4y}{2R - y} \right) - \frac{9R}{47000 \cdot x^2}.$$

$$\text{resp. } 0,066 R \left(h + \frac{y}{3} \cdot \frac{3R - 2y}{2R - y} \right) + \frac{9R}{47000 \cdot x^2}.$$

$$f_r = \frac{G_I \cdot \cot \alpha_1 - G_{II} \cdot \cot \alpha_2}{4700}.$$

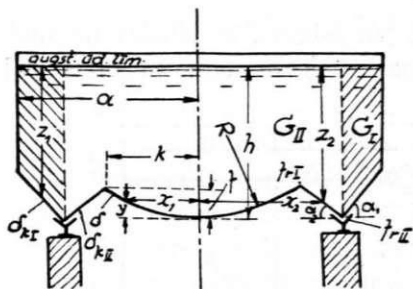


430. zīm. Intz'es rezervuārs ar uzliektu dibenu.

konstrukciju un atrodas pārejā no sienu cilindriskās formas uz lodes izgriezuma dibenu, padots svārstīgai piepūlei, atkarīgi no ūdens pildījuma rezervuārā, tātad no svārstīgas slodzes. No tā cieš mūris, kam

slodze jāuzņem, un lai tas ātri neizdruptu, zem balsta gredzena paliek granīta blūki.

Grūtības balsta konstrukcijā mēģina novērst Intze (430. un 431. zīm.), izveidojot dibenu no lodes un kōna atgriezumiem tā, lai horizontālās slodzes komponentes no abām pusēm savstarpīgi viena otru atceltu



431. zīm. Intze's rezervuārs ar noliektu dibenu.

$$\delta = 0,066 R \left(h - \frac{y}{3} \cdot \frac{3R - 2y}{2R - y} \right)$$

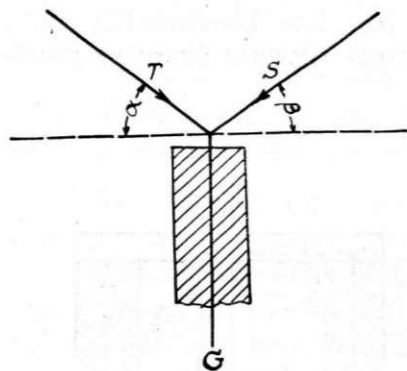
$$\delta_u = 0,066 R \cdot h.$$

$$f_{r1} = 10 \delta_r \cdot k \text{ un } \delta_r = \delta \text{ pie } y = f,$$

$$\delta_{k1} = \frac{0,133 \cdot Z_1 \cdot x_1}{\sin \alpha_1} \text{ un } \delta_{k11} = \frac{0,133 \cdot Z_2 \cdot x_2}{\sin \alpha_2}$$

$$f_{r11} = \frac{G_1 \cos \alpha_1 - G_{11} \cot \alpha_2}{4700}$$

(432. zīm.) un uz balsta riņķi pārietu tikai vertikālā slodze. Tad balstam nav jāiztur sāniskās piepūles. Balsts te tad nav rezervuāra malā, bet atrodas tālāk nost no malas, ar ko tad arī balstu gredzena diametrs ir mazāks, un tam piemērota nesošā konstrukcija. Tam pretim Intze's rez. ir arī savas ļaunās puses. Liels daudzums stūru sarežģī konstrukciju.



432. zīm. Spēku sadalījums Intze's rezervuārā.

Vertikāla piepūle:

$$G = S \sin \beta + T \sin \alpha.$$

Horizontālas piepūles:

$$T \cos \alpha = S \cos \beta.$$

Visi stūri jātaisa un jāuztur ūdensblīvi, kas sevišķi grūti pie dzelzbetona rezervuāriem. Arī arhitektoniskā torņa izveidošana apgrūtināta, jo tvertnes ievietošanai telpa vajadzīga plašāka, nekā to prasa torņa apakšējā konstrukcija. Tomēr Intze's rezervuārs ir ļoti populārs un lietojams arī dzelzbetona konstrukcijā.

Barkhausen'a rezervuāra konstrukcija (433. zīm.) mēģina novērst Intze's rez. ļaunās puses. Barkhausen'a rezervuārs tā izveidots, ka sienās un dibenā ir tikai stiepes piepūles, un tātad nav vajadzīgi sevišķi pastiprinājumi.

Vertikālās slodzes pārvešanai uz balsta gredzenu noder pašas cilindra sienas, pie kuŗām piestiprināti atsevišķi balstīkļi, ar kuŗiem

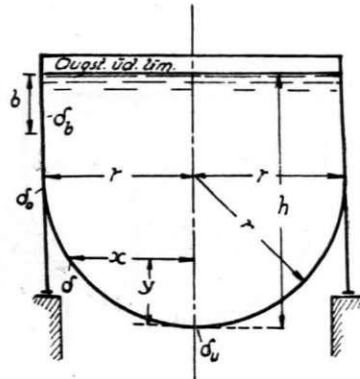
Tikai stiepes piepūles, ja $h \geq \frac{5}{3} r$.

$$\delta_b = 0,133 r \cdot b.$$

$$\delta_o = 0,066 r \left(h - \frac{r}{3} \right).$$

$$\delta = 0,066 r \left(h - \frac{y}{3} \cdot \frac{3r - 2y}{2r - y} \right).$$

$$\delta_u = 0,066 r \cdot h.$$

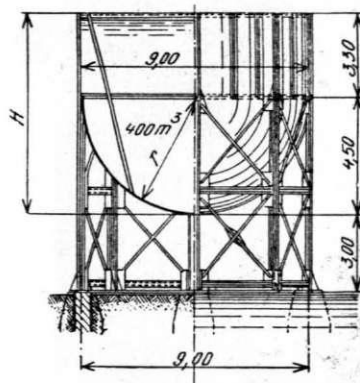


433. zīm. Barkhausen'a rezervuārs.

rezervuāru piekaŗ nesošai konstrukcijai. Apakšējā daļa ir puslode (434. zīm.), un lai tajā būtu tikai stiepes piepūles, tad ūdens pildījumam H vajadzētu būt $H \geq \frac{5}{3} r$, (pēc Forchheimer'a), un pie mazāka pildījuma varētu, stingri ņemot, lodes sienās celties arī lieces piepūles, bet tam gan ir vairāk teorētiska vērtība. Ja pieņem $H = \frac{5}{3} r$, kur r — ir lodes radijs, tad prasītam rezervuāra tilpumam V atbilstu:

$$r = 0,62 \sqrt[3]{V}.$$

Kl en ne (Klönne) izveidoja savu rezervuāru pilnīgi pēc lodes (435. zīm.), ar diametriem līdz 10 m. Lodes balsti atrodas vai pie lodes ekvatora vai zem tā (436. zīm.), pēdējā gadījumā labums tas, ka samazināts balsta loks. Tādas lodes, attiecīgi izolētas, var stāvēt bez kādas jumta konstrukcijas.



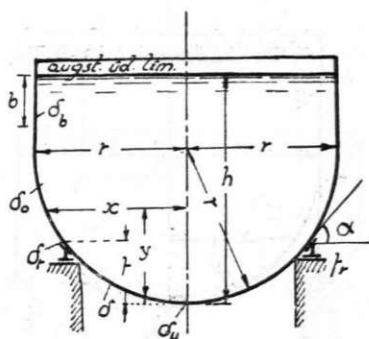
434. zīm. Barkhausen'a rezerv. konstrukcija.

Aprēķini. Sienu biezumu cilindriskā virsmā aprēķina ar formulu:

$$\delta = \gamma \cdot \frac{r \cdot b}{\sigma},$$

kuŗā apzīmē δ — sienas biezumu — cm, r — rezervuāra radiju — cm, b — dziļumu no maks. ūdens līmeņa līdz aprēķināmajam horizontālam griezumam — cm, σ — pieļaujamā piepūle — kg/cm^2 (750 kg/cm^2) un γ — ūdens pašsvars — $0,001 \text{ kg/m}^3$.

Pie aprēķināšanas jāievēro arī kniežu rindu vērtība. Sienu biezumus mazākus par 0,6 cm nepieņem.



435. zīm. Klenne's rezervuārs.

$$\delta_b = 0,133 r \cdot b; \delta_u = 0,066 r \cdot h.$$

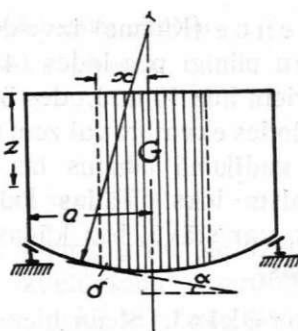
$$\delta_o = 0,066 r \left[r^2 \left(h - \frac{r}{3} \right) + h - \frac{y}{3} \cdot \frac{9r - 4y}{2r - y} \right].$$

$$\delta_r = 0,066 r \left(h - \frac{f}{3} \cdot \frac{3r - 2f}{2r - f} \right).$$

$$f_r = 0,66 r^2 \left(h - \frac{r}{3} \right) \cot \alpha.$$

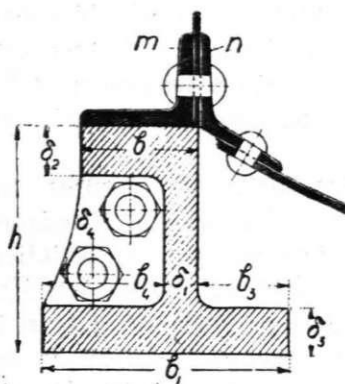
Kas attiecas uz debena konstrukcijas biezuma aprēķinu, tad arī te Forchheimer's sastādījis formulas dažādu konstrukciju aprēķinam. Tā, piem., noliektu dibena biezumu var aprēķināt sekojoši (437. zīm.). Apzīmējot ar G — kg — ūdens svaru uz apakšējo lokveidīgo izgriezumu ar radiju x — cm un α — izgriezuma apvāršņa slīpuma leņķi, tad skārda piepūle meridionālā virzienā ir:

$$\sigma_m = \frac{G}{2 \pi \cdot x \cdot \delta \sin \alpha} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

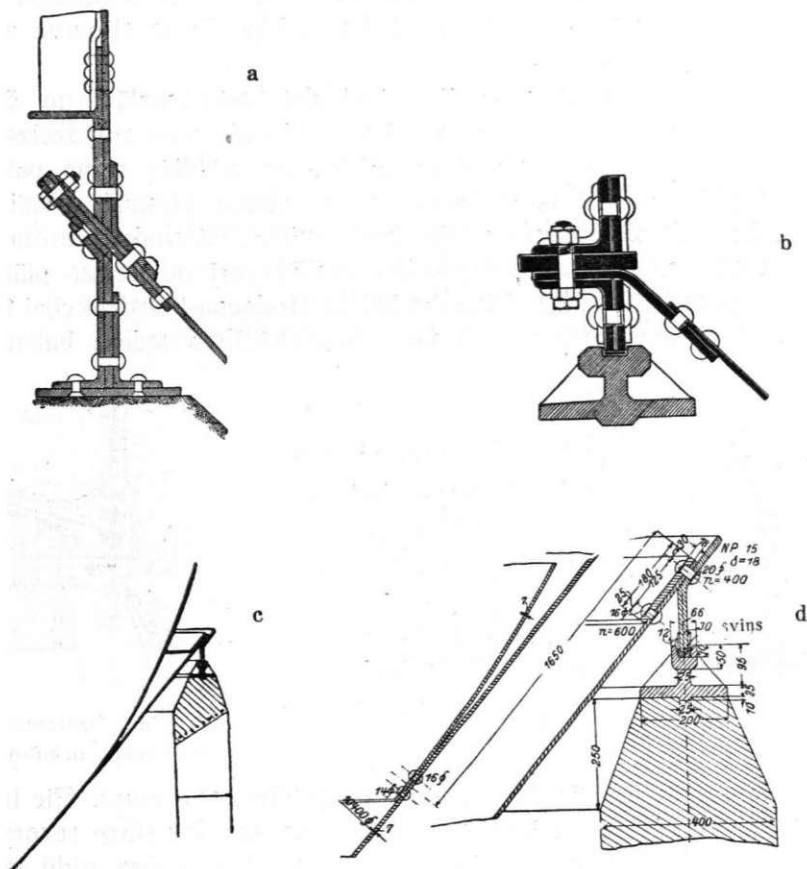
436. zīm. Klenne's rezervuārs
300 m³ tilpuma.437. zīm. Dibens
aprēķinam.

vai dibena skārda biezums δ ir, ja σ_m pieņemts:

$$\delta = \frac{G}{\sigma_m \cdot 2 \cdot \pi \cdot x \cdot \sin \alpha}.$$



438. zīm. Vienkārša balstu gredzena konstrukcija.



439. zīm. Balsta grdzenu konstrukcijas.

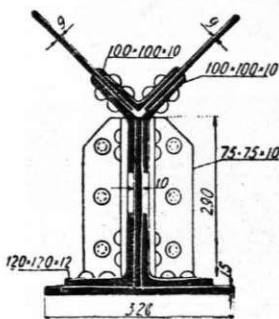
Dažādu dibena konstrukciju skārda biezuma aprēķinam sakopojis formulas Brix's, Heyd's un Gerlach's (Wasserversorgung, 1943, S. 277), kas arī uzrādīts pie attiecīgiem zīmējumiem (429., 430., 431., 433., 435., 446. zīm.). Apzīmēts δ — m, garumi — m, griezumi — cm^2 , spēki — kg, $\sigma = 750 \text{ kg/cm}^2$.

Rezervuārs uzgulstas brīvi uz nesošās torņa konstrukcijas ar balsta gredzenu vai vainagu. Gredzens savienots ar rezervuāra apakšējo daļu, un tam jāuzņem pie uzliktiem dibeniem stiepes un pie noliektiem spiedes piepūles. Balsta gredzena konstrukcijā rada grūtības tas, ka ūdens dziļums rezervuārā ir svārstīgs, tātad slodze ir svārstīga un balsts padots zināmāi kustībai, un zem balsta gredzena uz mūra jāuzliek ciets akmens, kā jau minēts. Piepūli balsta gredzenā var aprēķināt ar formulu:

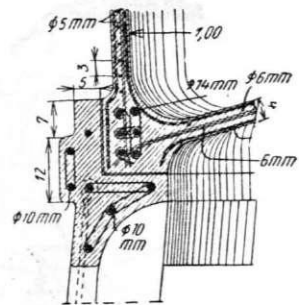
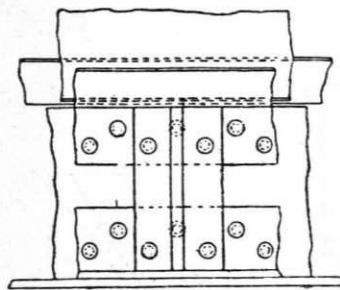
$$P = \frac{G \cot \alpha}{2 \pi},$$

kur P — apzīmē uz balstu gulstošos spēku, G — ūdens tilpuma svaru rezervuārā, α — slīpuma leņķi pie balsta starp dibens slīpumu un horizontāli.

Balsta gredzena konstrukcija visvienkāršākā: sastāv no čuguna gredzena, uz kuŗa uzgulstas rezervuārs ar piekniedētas stūrdzelzs horizontālo malu (438. zīm.), pie kam jāliek zem pēdējās svina paliktnis, lai dzelzs plāksne labi piegultu čuguna gredzena virsmai. Jāpiegriež vērība, lai uzgulstošās virsmas būtu horizontālas, lai slodze varētu vienmērīgi sadalīties. Balsta konstrukcijas sastāda arī no dzelzs plāksnēm un stūrdzelžiem (439. zīm.). Piemērs balsta gredzena konstrukcijai Intze's rez. 200 m^3 tilpuma redzams no 440. zīm. Grūtības nedara balsta gre-

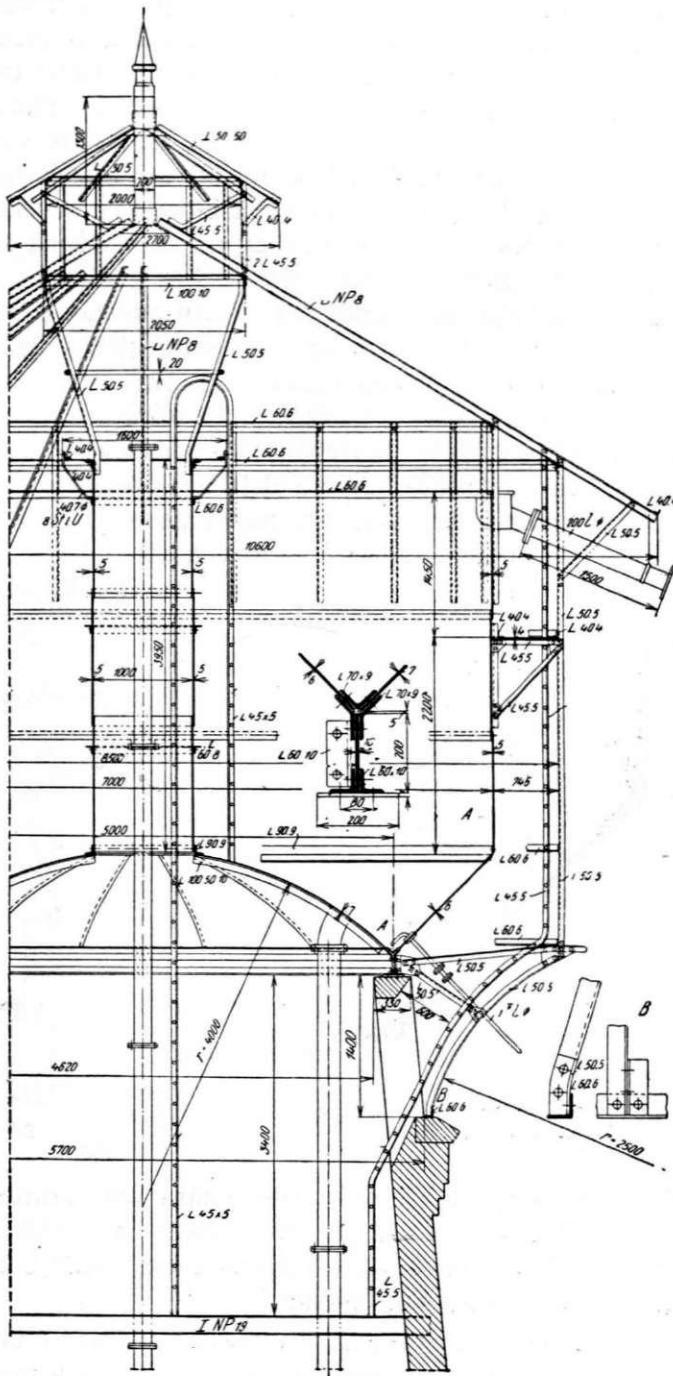


440. zīm. Balsta gredzens Intze's rezervuārā.



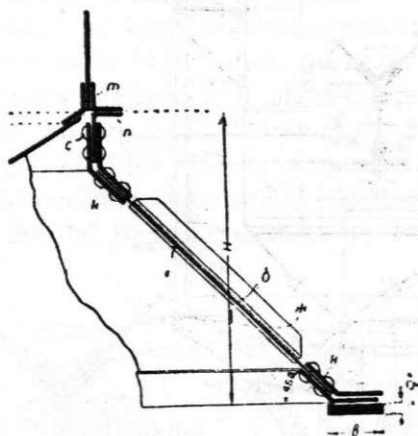
441. zīm. Dzelzbetona rezervuāra uzgultne.

dena konstrukcija arī pie dzelzbetona rezervuāra (441. zīm.). Pie Intz'es rezervuāra ir grūti ietaisīt izeju no apakštelpas uz telpu starp rezervuāru un āršiemu. Jautājumu var atrisināt ar to, ka rezervuāra vidū iebūvē cilindrisku telpu ($d = 1-1,2 \text{ m}$), kuŗā ietaisa trepes, pa kuŗām var izkāpt

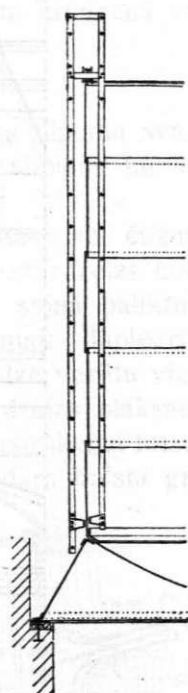


442. zīm. Intze's rezervuāra konstruktīvs izveidojums.

uz rezervuāra virsu un no turienes arī nokāpt pašā rezervuārā, kā arī telpā ārpus rezervuāra (442. zīm.). Zīmējumā redzams piemērs tādai izveidojumam, kā arī balsta gredzena konstrukcija. Tādai trepju ierīcei tomēr ir arī savas ļaunās puses, jo ūdens apskalojamā virsma palielinās, ir vairāk stūru savienojumu dzelzs konstrukcijā un vairāk virsmu dzelzbetona konstrukcijā, kas jāizveido un jāuztur blīvas. Intze's rezervuāriem gan citādi grūti uzeju iekārtot, ja apakšējā būve nav sevišķi izveidota. Vienkāršajiem, ar lodes izgriezuma veidīgu noliektu dibena konstrukciju, ietaisīt uzeju ārpus rezervuāra nav grūti. Dažos gadījumos taisīta augstāka balsta konstrukcija, novietojot rezervuāru augstāk pāri pār balsta gredzena uzliktni (433. zīm.). Uz nesošās mūra sienas uzlikts kōniskais balsta gredzens, taisīts no tērauda plātnēm, ar ovāliem izgriezumiem 2—3 vietās, cauri tikšanai uz telpu starp rezervuāru un pietikšanu pie trepēm (444. zīm.). No tērauda plātnēm sastāvošā kōniskā daļa apakšā un augšā pastiprināta ar stūrdzelžiem, pirmā gadījumā balsta uzlikšanai uz mūra, otrā — pievienošanai pie rezervuāra apakšējās malas.



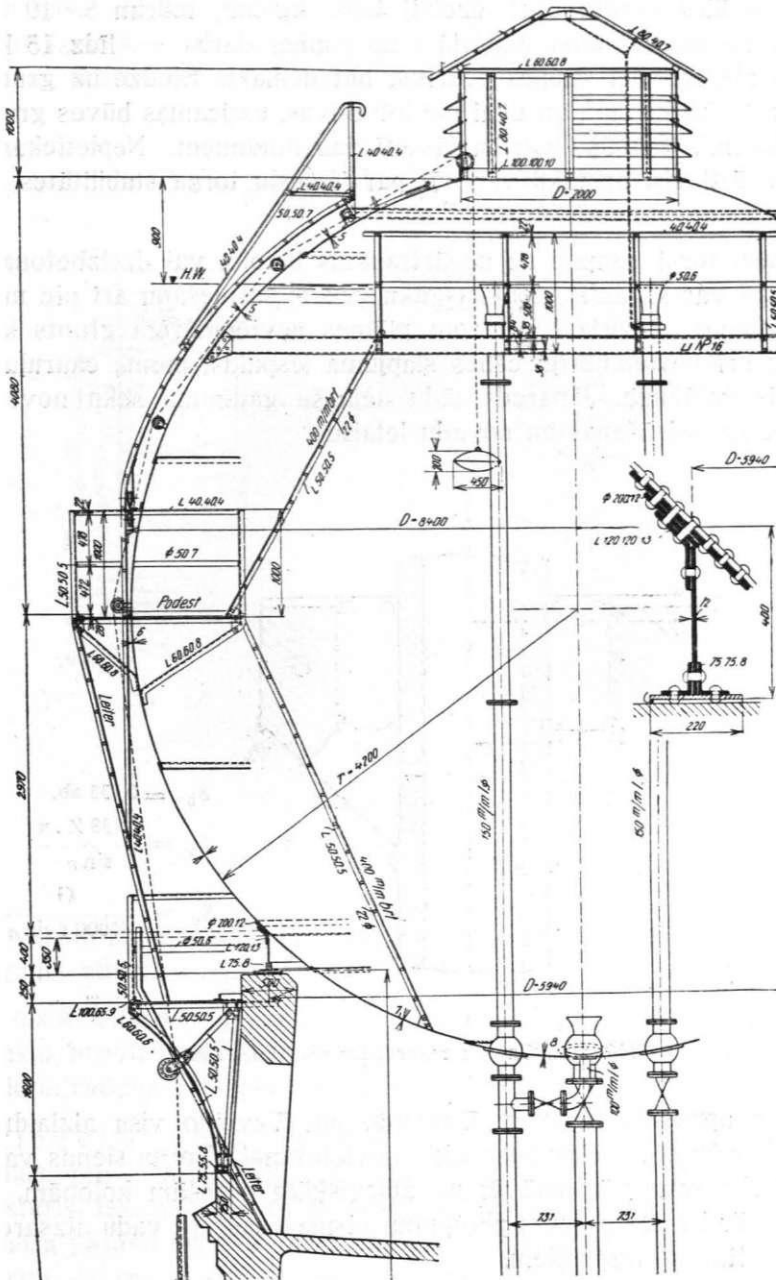
443. zīm. Augsta balsta konstrukcija.



444. zīm. Trepes pie rezervuāra.

Arī pie lodes veidīgā Klenne's rezervuāra nav grūtības iebūvēt uzeju uz rezervuāru (445. zīm.) un ietikt rezervuāra iekšienē, ietaisot virsējā daļā lūku. Tomēr brīvi stāvoši Klenne's rezervuāri bez apkārtējas apbūves nav ieteicami aukstākā klimatā.

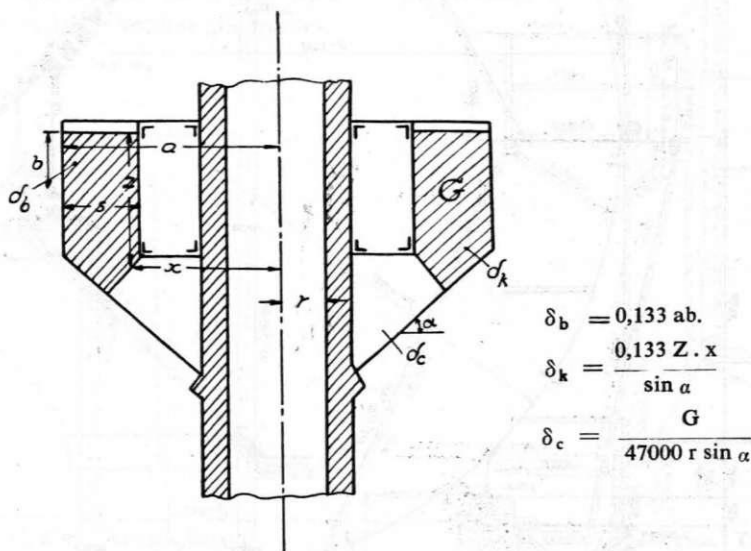
Reservuāru apakšbūvi vai ūdens torni taisa no ķieģeļiem, mūra vai dzelzbetona, reti no dzelzs. Koka konstrukcija lietojama tikai provizoriskām ietaisēm vai nelielās rūpniecībās un dzelzceļ-



445. zīm. Klenne's rezervuāra griezumš.

stacijās. Uzbūvei jālieto parastie būvkonstrukciju papēmieni un statistiskie aprēķini, pievēršot sevišķu uzmanību vēja spiediena noteikšanai. Pieļaujamās piepūles varētu būt: dzelzij 1.000 kg/cm^2 , mūrim $8\text{--}10 \text{ kg/cm}^2$ un tikai pie sevišķi laba materiāla un rūpīga darba — līdz 15 kg/cm^2 (spiedes piepūle, bet stiepes nedrīkst būt nemaz). Slodze uz grunts varētu būt $2\text{--}2,5 \text{ kg/cm}^2$, un tikai pie ļoti blīvas, uzticamas būves grunts — līdz 4 kg/cm^2 . Sevišķa vērība jāveltī pamatojumiem. Nepietiekami pareizi apsvērti visi apstākļi var būt par iemeslu torņa stabilitātes sabrukumam.

Parasti torni pamato uz nepārtrauktas betona vai dzelzbetona plātnes, jo tad var sagaidīt vienmērīgāku grunts saspiešanu arī pie mainīga vēja spiediena. Nedrīkst būt zem plātnes nevienmērīga grunts konsistence un arī nevienmērīgi cēlies slapjuma iespaids, piem., cauruļu vadu bojāšanās gadījumā. Jāparedz tādu nejaušu gadījumu seku novēršanai attiecīgas nosusināšanas un novadu ietaises.

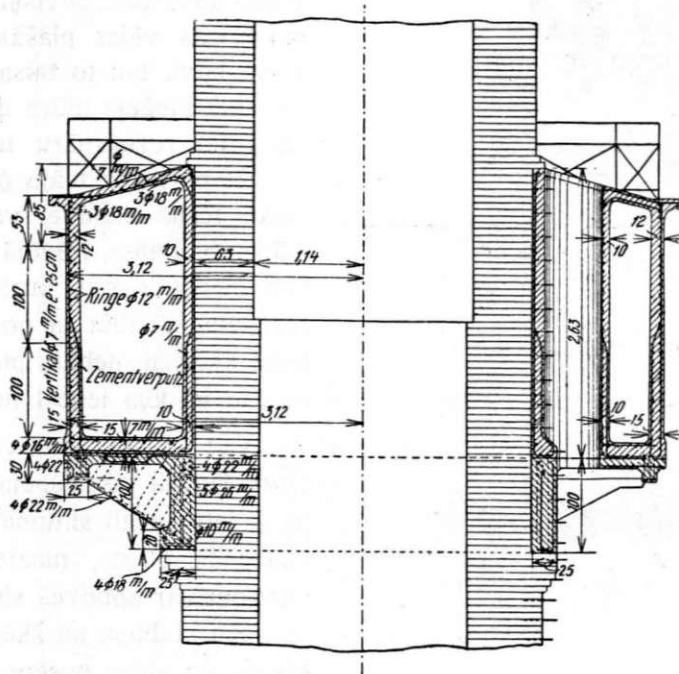


446. zīm. Intze's rezervuārs pie skursteņa.

Torņa apakšzemes telpa jāizmanto un jāizveido visu aizlaidņu un vadu savienojumu un virziena maiņu novietošanai. Torņa sienas var būt pilnas sienas, var arī sastāvēt no atsevišķām nesošām kolonām, starp kurām tomēr lietderīgi ielikt pildījumu, vismaz cauruļu vadu aizsardzībai pret temperatūras iespaidiem.

Rūpniecības iestādēs daudz gadījumos rezervuārus uzbūvē pie fabrikas skursteņiem (446. un 447. zīm.). Tādi rezervuāri no

ārpuses jāapliek ar kādu izolējošu materiālu, piem., korķa vai kūdras plātnēm, vai cauri tiem jāizvada tvaika vadi, ja nepietiktu siltuma, kas nāk no paša skursteņa sienas. Labāk ir, ja no skursteņa sienas rezervuārs ir izolēts, jo tad vasarā no skursteņa ūdens nesils. Tādu rezervuāru var taisīt dzelzs vai dzelzbetona. Jāietaisa trepes, lai pie rez-



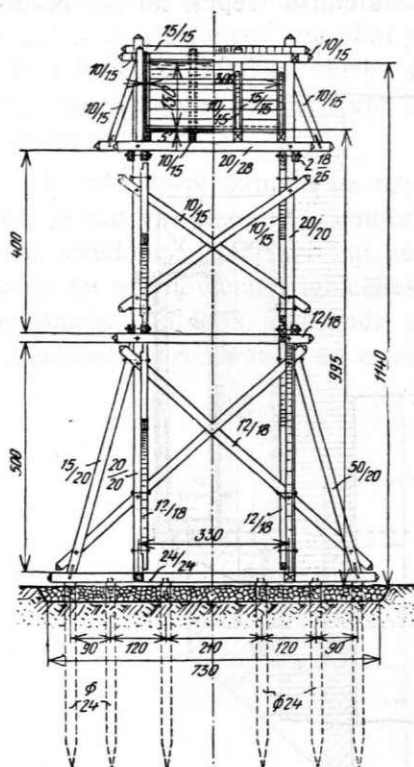
447. zīm. Skursteņa rezervuāra konstrukcija.

vuāra varētu pietikt vajadzības gadījumā, piem., remontam, un iekāpšanai pārsegumā jāietaisa lūka.

Koka ūdenstorus, kā arī pašus rezervuārus, kā jau minēts, lieto tikai provizoriskām ietaisēm vai mazām rūpniecības ietaisēm. Tos taisa kvadrātīgus vai taisnstūrīnus (448. zīm.).

Kieģeļu mūra rezervuārus taisa apaļus vai daudzstūrīnus, pie kam var būt arī tāda kombinācija: ārpuse izveidota kā daudzstūris, iekšpuse turpretim apaļa. Apkārt rezervuāram torņa augšējo daļu taisa parasti platāku kā apakšējo daļu. Tas izriet no konstruktīvām prasībām, ja rezervuārs balstās uz torņa sienām, kamēr apkārt rezervuāram vajadzīga brīva telpa, ap 1 m plata, lai būtu gaisa cirkulācija, un lai varētu uzraudzīt un vajadzības gadījumā izlabot, ev. nokrāsot rez-

vuāra sienas. Tāda paplašināta virsbūve balstās uz apakšējām sienām ar sevišķu konsolu palīdzību, kas dod ierosinājumu arhitektoniskam izveidojumam. Torņa architektūrai vispārīgi jāveltī attiecīga vērība, jo



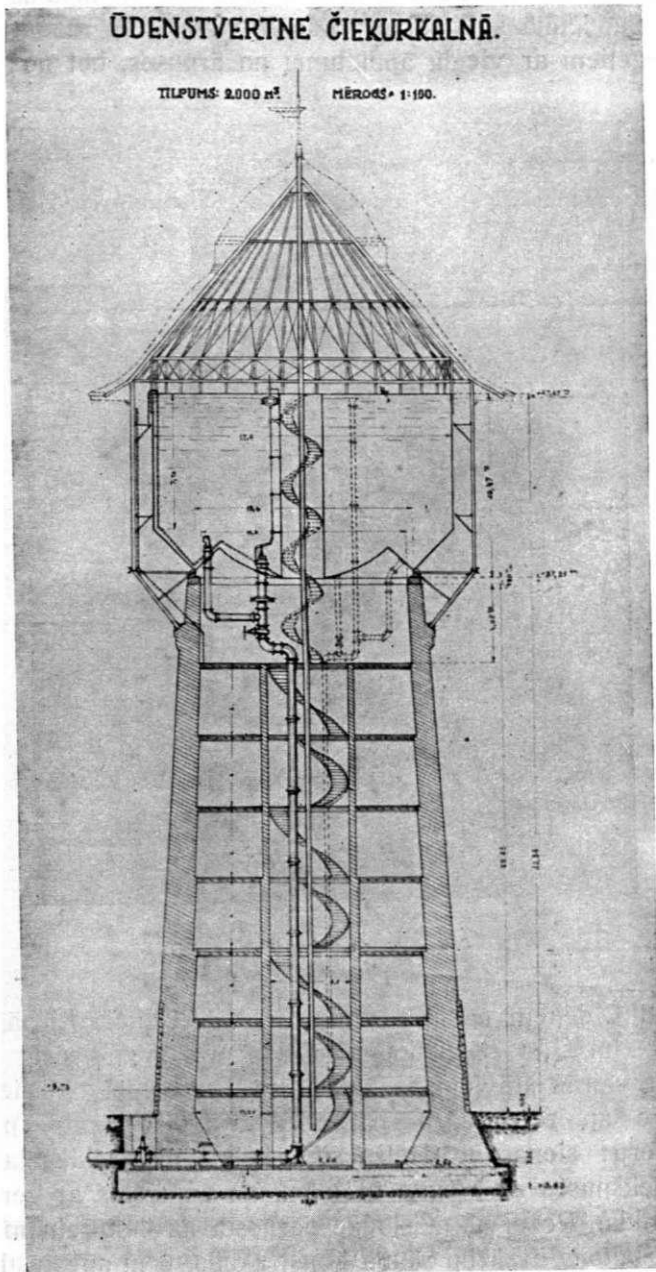
448. zīm. Koka ūdens tornis.

tornis ir tālu redzams, tā kā paceļas pāri pār pilsētas ēkām pilsētā. Torņa architektūra jāpiešķir apkārtnei, sevišķi apkārtnes ēkām. Ja vēlas plašāk izmantot torņa būvi, tad to taisa kā taisnstūrīgu ķieģeļu mūra daudzstāvu māju un rezervuāru ievieto vai nu vēl pāri pār māju paceltā sevišķā torņa uzbūvē, vai novieto mājas bēniņos. Pēdējā gadījumā gan bēniņu telpai, kurā ievietots rezervuārs, jābūt tā noslēgtai, lai telpa svešiem nebūtu pieejama un nebūtu iespēja ienest netīrumus.

Viršējās daļas sienu būve jātaisa cik iespējams viegla un jālieto viegli siltuma izolācijas materiāli. Piem., maziem rezervuāriem var apbūves sienas taisīt no koka stabiem un šķēršiem, apšūtiem no abām pusēm ar dēļiem un starpu piepildot ar zāģu skaidām. Ļoti vieglu un labu sienu panāk, ja konstrukcijas starpas aizpilda ar 2 dēļu rindām, ieliekot starpā korķu vai kūdras plātes. Lielākiem rezervuāriem gan apbūves sienas taisa no mūra vai betona, bet arī tādā gadījumā lieto cik iespējams vieglus izolācijas materiālus, lai padarītu visu būvi vieglāku.

Lielāka torņa konstrukcija ir Rīgas Čiekurkalna tornis (449. zīm.), ar Intze's dzelzs rezervuāru, tilpuma 2.000 m³. Torņa būve no mūra.

No torņu konstrukcijām vēl varētu minēt: 1) Ķemereņu pilsētas un



449. zīm. Rīgas Čiekurkalna tornis.

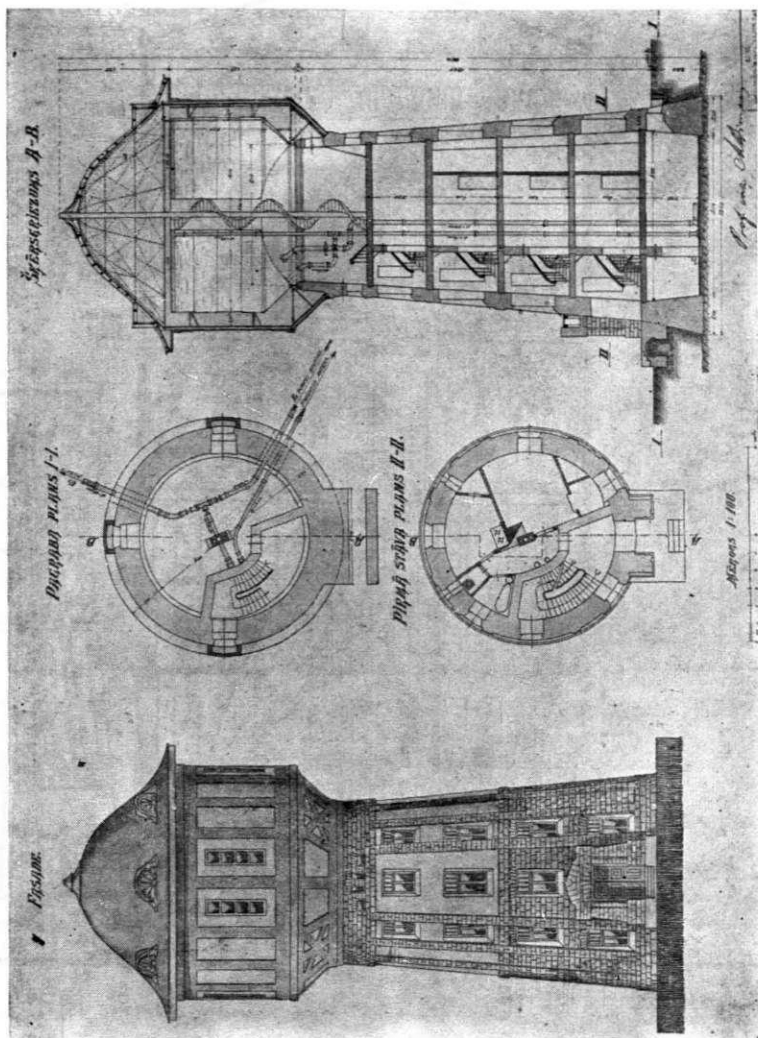
dziedniecības iestādes torni (450. zīm.), kurā iebūvēti 2 rezervuāri: apakšējais sērūdenim un augšējais dzeramam ūdenim; 2) projektētais Cēsu pilsētas tornis (451. zīm.), Intze's sist., 500 m³ tilpuma; apakšbūve projektēta no vietējā kaļķakmens, kamēr virsējā, ap rezervuāru, no porainiem ķieģeļiem ar vieglu apmetumu no ārpuses, bet no iekšpuses ar



450. zīm. Ķemeru tornis.

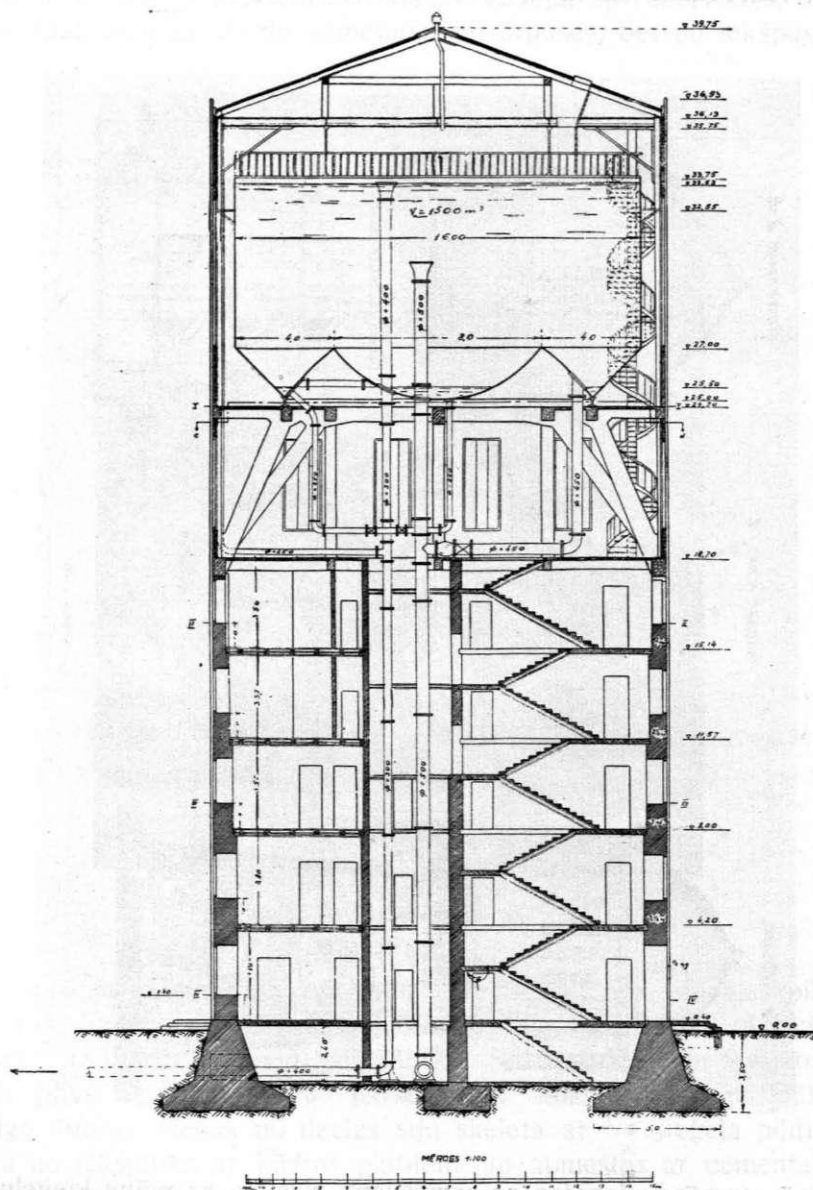
korķa izolāciju, dēļiem un apmetumu; 3) projektētais Liepājas pilsētas tornis (452. zīm.) ar rez. tilpumu 1.500 m³, Intze's sist. Apakšbūve 4-stūrainā ar vairāk stāviem, veikalu, kantoņu vai dzīvokļu ievietošanai. Virsējā būve ap rezervuāru pārsegta ar koka jumtu, pārklāta ar mākslīgo šiferu; sienas no dzelzs siju skeleta ar $\frac{1}{2}$ ķieģeļa pildījumu, noklātu no iekšpuses ar kūdras plātnēm, un apmetas ar cementa javu uz stiepuļu tīkla. Rezervuāra slodze pārnests uz 4-stūrainām mūra sienām ar dzelzbetona atgāžņu rāmja konstrukciju, 6 m augstu, kas apakšā noslēdzas ar dzelzbetona kasētu griestiem ar attiecīgu izolāciju, lai atturētu svišanas pilienus.

Dzelzsbetona torņi diezgan izplatīti. Tie ātri un lēti uzbūvējami un arī formas ziņā ērti izveidojami. Parastā konstrukcija ir atsevišķas kolonnas (6—8 un vairāk, atkarīgi no rezervuāra lieluma), kas uzņem rezervuāra un tā apbūves slodzi. Starpas starp kolonnām, kas



451. zīm. Projektētais Cēsu pilsētas tornis.

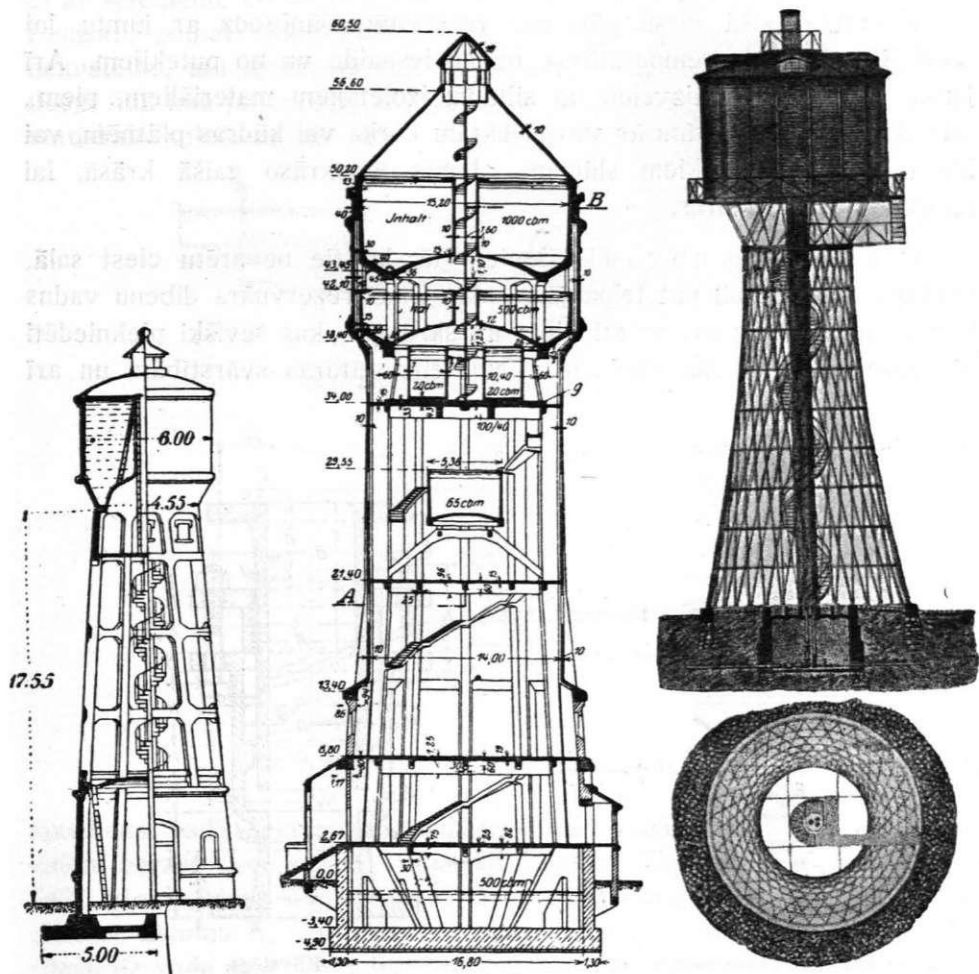
arī savā starpā savienotas ar spraišļiem, aizpilda ar plānu ķieģeļu mūri vai vieglām dzelzsbetona plātnēm, apliktām ar siltuma izolāciju un t. t. Reti starpu atstāj neaizpildītu. Tādā gadījumā vidējai daļai, kas ieslēdz cauruļu vadus un trepes, jābūt siltai. Ar dzelzsbetona konstrukcijas pa-



452. zīm. Projektētais Liepājas pilsētas tornis.

līdzību ērti var izveidot rezervuārus dažādos stāvos, kas var noderēt ūdens uzkrāšanai dažādām vajadzībām (453. un 454. zīm.).

Dzelzs torņus sastop daudz vietās Amerikā, Vācijā un arī Dienvidkrievijā, sevišķi fabrikās. Tos konstruē sakniedētas dzelzskolon-



453. zīm. Dzelzbetona tornis.

454. zīm. Dzelzbetona tornis ar vairākiem rezervuāriem.

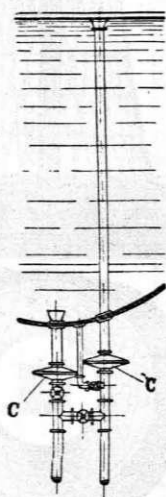
455. zīm. Tornis, Šuchova konstrukcijas.

nas veidā ar horizontālā un vertikālā plāksnē liktiem diagonāliem savienojumiem. Krievijā būvē pēc Šuchova metodes, pie kam būve izskatās pēc rotācijas hiperboloida un sastāv no liela skaita taisnu stūrdzelžu, kas novietoti tā, ka sastāda hiperboloidu (455. zīm.). Stūrdzelži savā starpā

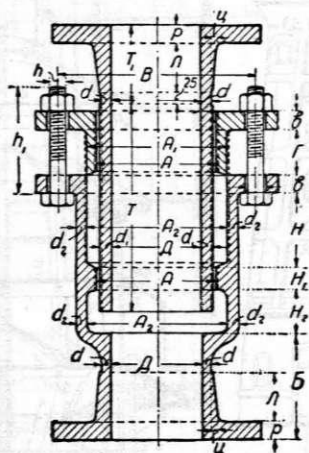
savienoti ar horizontāliem stūriņiem. Tādējādi izveidots tornis var pretoties kā horizontāliem, tā vertikāliem spēkiem. Virsū un apakšā torņa skelets nobeidzas ar gredzenveidīgu konstrukciju, pie kam uz virsējā gredzena uzgulstas rezervuārs, bet apakšējo gredzenu piestiprina pie torņa pamata ar stiprām un gaļām bultām.

Tornis pašā virsū pāri pār rezervuāru jānosedz ar jumtu, lai izsargātos no lielu temperatūras maiņu iespaida un no putekļiem. Arī jumta konstrukcija jāizveido no siltumu izolētājiem materiāliem, piem., jātaisa no 2 dēļu kārtām ar starpā liktām korķa vai kūdras plātnēm, vai bieza kartona vairākiem slāņiem. Jumts jānokrāso gaišā krāsā, lai reflektētu saules starus.

Pievadi un novadi jāievieto tā, lai tie nevarētu ciest salā, vajadzības gadījumā pat telpa jāapsilda. Caur rezervuāra dibenu vadus izvada, piestiprinot tos ar atlokiem un skrūvēm, kas sevišķi piekniedēti pie rezervuāra dibena atlokiem. Zem temperatūras svārstībām un arī



a — Elastīgs caurules gabals.



b — Blīvslēgs.

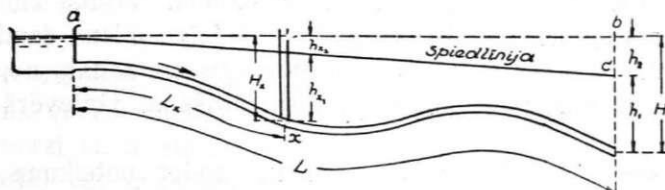
456. zīm. Dilatācijas ietaisns.

zem ūdens līmeņa, tātad slodzes svārstībām caurulēs no izstiepšanās vai saraušanās var celties lodzes piepūles, un, lai vadi neciestu, uz tiem zem rezervuāra apakšas jāiebūvē dilatācijas, kas sastāv, piem., no elastīgām vara caurulēm (456. zīm.), vai blīvslēgiem (456. zīm.), vai citādām elastīgām ietaisēm (sk. arī 606. l. p.).

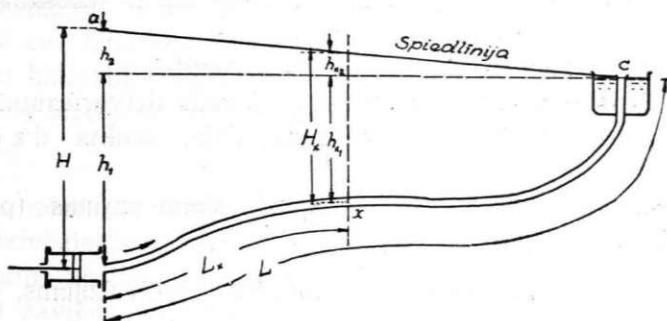
VIII. Ūdensvadi.

38. Vadu hidrauliskie aprēķini.

Ūdensvados ūdens var tecēt: 1) ar paša spiedienu, kā tas ir, piem., sadalīšanas vados, kuŗos ūdens ietek no spiedrezervuāra (457. zīm.); 2) ar spiedienu, ko ūdenim sagādā ar pumpja palīdzību (458. zīm.). Hidrauliskie pamati abos gadījumos ir vienādi. Ja ūdens stāvētu mierā, nekustētos, tad spiediens kaut kuŗā vietā vadā būtu tāds, kas paceltu ūdeni līdz tam pašam līmenim kā rezervuārā, no kuŗa ūdens iztek (hidrostatiskais spiediens ab 457. zīm.). Bet ja ūdens atrodas kustībā, tad



457. zīm. Spiedlīnija pašteču vadam.



458. zīm. Spiedlīnija spiedvadam.

spiediens vadā samazinās no berzes gar vada sienām, kā arī ūdens daļiņu berzes savā starpā. Vertikālā caurulē, attālumā L_x no rezervuāra (457. zīm.), ūdens līmenis paliks zem hidrostatiskā spiediena līnijas par zināmu lielumu h_x (hidrauliskais spiediens). Ja apzīmējam ar p_x spiedienu uz vada sienu pie miera stāvokļa un γ — ūdens īpatnējo svaru $= 1$, tad hidrostatiskais spiediens

$$p_x = H_x \cdot \gamma$$

Turpretim hidrauliskais spiediens p_x , ūdenim kustoties, ir:

$$p_{x1} = H_x - h_x^2 \text{ (} h_x^2 \text{ ir spiediena zudums).}$$

Aprēķinot dažādām vietām vada spiediena zudumus h un uznesot uz zīmējuma, dabūjam spiedlīniju (ac 457. zīm.). Zināmam vada

gaŗumam l atbilst spiediena zudums h , un tad uz gaŗuma vienību īpatnējais spiediens vai īpatnējs kritums ir:

$$J = \frac{h}{l} .$$

Līdzīgi apstākļi ir arī spiedējvadā (458. zīm.). Pumpim jāpārvar kā statiskais spiediens h_1 , tā arī spiediena zudums h_2 , un viss pumpja ceļšanas augstums tad ir $H = h_1 + h_2$, un spiedlīnija ir ac (458. zīm.).

Lai varētu vada lielumu aprēķināt zināma ūdens daudzuma caurtecei, kā redzams, ievērojama nozīme spiediena zudumiem vadā. Taisnā vadā spiediena zudumi atkarīgi no vadu sienas nelīdzenuma, no kustības ātruma un no vadāmā ūdens daudzuma. Visādā ziņā no vada sagaida, lai tas spētu pievadīt vislielāko vajadzīgo ūdens daudzumu, pat tādā gadījumā, ja būtu pierūsējis vai pieaudzis no kādām nogulošamies vielām. Tātad tecēšanas apstākļu noskaidrošanai jāpievērš liela uzmanība.

Hidrauliskiem aprēķiniem par pamatu noder noteikums, ka vadā tekošais ūdens daudzums Q ir līdzīgs produktam no dzīvgriezuma (ūdens griezums) F , un šai griezumā atrodošos ūdens tecēšanas ātruma v . Pieņemti turpmāk sekojoši apzīmējumi:

Q — ūdens daudzums, kas kustas laika vienībā.

v — vidējs ūdens daļiņu ātrums zināmā vada dzīvgriezumā.

F — ar ūdeni pildītā šķērsriezuma daļa, saukta dzīvgriezums.

U — apslapinātais perimetrs, t. i. vada sienu gaŗums (perimetrs) dzīvgriezumā.

$R = \frac{F}{U}$ — hidraulisks radijs vai hidraulisks vidējs dziļums, t. i. dzīvgriezuma un apslapinātā perimetra kvocients.

l — zināms vada gaŗums.

h — kopkritums vai spiediena zudums uz gaŗuma l .

$\frac{h}{l} = J$ — īpatnējs kritums vai īpatnējs spiediens (uz gaŗuma vienības).

Pamata formula hidrauliskiem aprēķiniem tad ir:

$$Q = F \cdot v \dots \dots \dots (1)$$

Ūdensvadiem parasti ir apļveidīgs griezums (cauruļu vadi) un tajos ūdens piepilda visu šķērsriezumu. Tad ir:

$$F = \frac{d^2 \pi}{4} \text{ un } U = d \cdot \pi.$$

Tālāk ir:

$$R = \frac{F}{U} = \frac{d^2 \pi}{4 \cdot d \pi} = \frac{d}{4} .$$

Ja cauruļu vadā zināms ūdens daudzumu un tecēšanas ātrumu, tad vada diametru d varam aprēķināt no attiecībām:

$$F = \frac{d^2 \pi}{4} = \frac{Q}{v}$$

vai:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v}}$$

Aprēķinātais d vēl jānoapaļo uz augšu līdz tirgū parastam diametram.

No nolīdzinājuma (1) var izteikt:

$$v = \frac{Q}{F} \dots \dots \dots (1a)$$

pie kam v ir vidējs ātrums šķērsgriezumā. Lai vadā zināms ūdens tecēšanas ātrums varētu rasties, vajadzīgs pārvarēt berzi gar vada sienām un daļiņu berzi savā starpā, t. i. vajadzīgs pārvarēt zināmu kritumu (pašteča vadā) vai spiediena zudumu (spiedējvadā). To noteikšanai uzstādītas daudz formulas uz izdarīto izmēģinājumu pamata, pie kam formulu uzstādītāji ir vai nu paši izdarījuši attiecīgus mēģinājumus vai izmantojuši citu izdarītos izmēģinājumus.

Franču hidraulīks Šēzī 1775. g. uzstādījis sekojošu pamata formulu vidējā ūdens tecēšanas ātruma aprēķināšanai:

$$v = c \sqrt{R \cdot J} \dots \dots \dots (2)$$

Ar c apzīmē ātruma vai berzes koeficientu, kas nosakāms uz izmēģinājumu pamata, nav konstants un ir atkarīgs no vadu sienu gluduma un citiem apstākļiem, ko, kā turpmāk redzēsīm, formulas izmantotāji saviem pētījumiem ņēmuši par pamatu. Jaunākā laikā formulas ir pieņēmušas sekojošu, vairāk vispārēju veidu:

$$v = k \cdot R^x \cdot J^y \dots \dots \dots (3)$$

vai arī:

$$\frac{h}{l} = k^z \frac{v^x}{d^y} \dots \dots \dots (3a)$$

pie kam k , x , y vai z atkarīgi no aplapinātā perimetra nelīdzenuma stāvokļa.

No formulas (2) var atvasināt:

$$J = \frac{h}{l} = \frac{1}{R} \cdot \frac{v^2}{c^2}$$

un kritums h uz zināmu garumu l ir:

$$h = \frac{1}{R} \cdot \frac{v^2}{c^2} \cdot l \dots \dots \dots (2a)$$

No nolīdzinājuma (2a) redzams, ka jo lielāks ir hidrauliskais radijs, jo mazāks vajadzīgs kritums pie tā paša kustības ātruma, un jo lielāks ātrums, jo lielāks vajadzīgs kritums. Ja vada izvēle brīva, jāizvēlas tāds šķērsgriezums, kuŗa dzīvgriezums ir ar iespējami lielu hidraulisko radiju.

Apvienojot formulas 1) un 2), dabūjam nolīdzinājumu:

$$Q = c \cdot F \cdot \sqrt{R \cdot J}$$

un tā kā $R = \frac{F}{U}$, tad

$$J = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{U}{F^3} \cdot Q^2 = \frac{h}{l}$$

vai:

$$h = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{U}{F^3} \cdot Q^2 \cdot l \quad \dots \dots \dots (4)$$

Apaļiem cauruļu vadiem ar diametru d un $R = \frac{d}{4}$, ir

$$J = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{64}{\pi^2} \cdot \frac{Q^2}{d^5} = 6,5 \cdot \frac{Q^2}{c^2 \cdot d^5} \quad \dots \dots (4a)$$

vai arī:

$$d = 1,45 \sqrt[5]{\frac{Q^2}{c^2 \cdot J}} \quad \dots \dots \dots (4b)$$

Kanāļu aprēķināšanai vajadzīgs iegūt koef. c lielumu. Pieņemot par pamatu Šēzī likumu, bija vajadzīgs atrast c ar praktiskiem mēģinājumiem. Vispirms bija mēģināts atrast konstantu vērtību koeficientam c . Eytelwein's pieņēma 50,9, un viņa formula tad būtu:

$$v = 50,9 \sqrt{R \cdot J} \quad \dots \dots \dots (5)$$

Pieņemot apaļu skaitli 50 [pēc Dipī] apaļiem cauruļu vadiem būtu (ar form. 2):

$$v = \frac{c}{2} \cdot \sqrt{d \cdot J} = 25 \sqrt{d \cdot J} \quad \dots \dots \dots (5a)$$

vai:

$$J = \frac{h}{l} = 0,0016 \cdot \frac{v^2}{d} \quad \dots \dots \dots (6)$$

Ir arī vēl citu pētnieku pieņemti konstanti lielumi, kas tomēr nav atrasti par pietiekamiem lietošanai.

Iepriekšējiem aprēķiniem Dipī formula pieņemama. Ar formulu (5a) var dabūt nolīdzinājumu:

$$Q = F \cdot v = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot 25 \cdot \sqrt{d \cdot J} = \text{aptuveni } 20 \sqrt{d^5 \cdot J}$$

vai:

$$J = \left(\frac{Q}{20}\right)^2 \cdot \frac{1}{d^5} = 0,0025 \cdot \frac{Q^2}{d^5} \dots \dots \dots (7)$$

Ja Q un J zināmi, tad aptuveni aprēķinot vada diametru:

$$d = \sqrt[5]{\frac{0,0025 \cdot Q^2}{J}} = 0,3 \sqrt[5]{\frac{Q^2}{J}} \dots \dots \dots (7a)$$

Senāk Dipī formulu lietoja jo plaši, un, kā jau minēts, arī šobrīd pie gadījuma lieto, lai dabūtu aptuvenu dzīvriezuma lielumu, kas vajadzīgs kā izejas lielums pareizākiem aprēķiniem. Gan izrādījies, ka rezultāti apmierina pie lielām un vidējām caurulēm, kamēr maziem vadiem J ir par mazu. Lai šo ļaunumu izlabotu, koef. 0,0025 (7. form.) vietā ņemts mainīgs koef. k, un tad formulu varētu rakstīt:

$$J = k \cdot \frac{Q^2}{d^5} \dots \dots \dots (8)$$

pie kam k ieteiktas sekojošas vērtības:

k = 0,0038	caurulēm ar d = 80 līdz 100 mm,
0,0030	„ „ d = 125 mm,
0,0025	„ „ d > 150 mm,

Tomēr Eytelwein'a un Dipī pieņemtās konstantās vērtības atzītas par praktiski nepiemērotām visiem gadījumiem, un citi pētnieki meklē atrisinājumu, ņemot c atkarīgu no sienu līdzenuma stāvokļa, no hidrauliskā dziļuma, no krituma, ātruma vai cauruļu diametra. Ietilpinot visas prasības vienā formulā, padarītu to tik sarežģītu, ka tā praktiski būtu grūti lietojama. Tādēļ pētnieki ir izvēlējušies vienu vai dažus no minētiem faktoriem.

Ņemot c atkarīgu no ūdens tecēšanas ātruma (ātruma augstuma) vadā, kalkulācijai noder hidrauliska formula:

$$J = \frac{h}{l} = k \cdot \frac{1}{R} \cdot \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (9)$$

vai attiecinot uz apaļu vadu:

$$\frac{h}{l} = \frac{4k}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (9a)$$

g ir smaguma spēka paātrinājums un tā lielums = 9,81. Saņemot kopā $\frac{4k}{2g} = c$, dabūjam līdzīgu Šēzī formulai:

$$\frac{h}{l} = c \cdot \frac{v^2}{d} \dots \dots \dots (10)$$

Pazīstamākā no šā tipa formulām ir Weissbach'a:

$$c = \left(0,01439 + \frac{0,009471}{\sqrt{v}} \right) \cdot \frac{1}{2g} \dots \dots \dots (11)$$

Šāda veida formulas izrādījušās par nepilnīgām, jo ātruma loma ir daudz mazāka kā, piem., vada diametra, kas formulā nav ienēmits. Lai gan senāk Weissbach'a formula bija ļoti populāra, šobrīd tai ir tikai vēsturiska vērtība.

Ievērojamākas ir formulas, kurās ietilpināts arī diametrs. Izejot atkal no formulas (10), D a r s i uzstādījis formulu:

$$c = \left(0,001014 + \frac{0,00002588}{d} \right) \dots \dots \dots (12)$$

Šāds c domāts jaunām caurulēm, lietotām jāņem 2 reiz lielāks c .

Šai formulā faktors ar d ir tik mazs, ka īstenībā formula dod konstantu c vērtību. Piem., pie $d = 100$ mm, $c = 0,002032$ un pie $d = 1.000$ mm $c = 0,002038$, tātad gandrīz viens un tas pats. Arī šī formula, senāk plaši lietota, šobrīd atzīta par praktiski nelietojamu.

Starp formulām, kas ievēro kā ūdens ātrumu, tā arī diametru, minama L a n g'a formula, kas jaunām caurulēm tā izteikta:

$$\frac{h}{l} = \left(0,001 + \frac{0,0001}{\sqrt{v \cdot d}} \right) \cdot \frac{v^2}{d} \dots \dots \dots (13)$$

Lietotām caurulēm, pieaugušām ar inkrustācijām:

$$\frac{h}{l} = \left(0,00102 + \frac{0,000092}{\sqrt{v \cdot d}} \right) \cdot \left(\frac{d}{d_1} \right)^5 \cdot \frac{v^2}{d} \dots \dots \dots (13a)$$

pie kam d — apzīmē caurules diametru jaunā stāvoklī, d_1 — ar inkrustācijām.

Pēc šīs formulas aprēķināti vadi jaunām caurulēm saskan ar prakses novērojumiem, kamēr lietotiem vadiem, mazākiem par $d = 150$ mm, spiediena zudumi iznāk pārliecīgi lieli.

Vēlākā laikā (1915. g.) Lang'a formula grozīta un ir (pēc Ges. Ing. 1923. S. 166.) pie temperatūras $t = 15^\circ\text{C}$, $d > 0,05$ m un $v > 0,7$ m:

$$\frac{h}{l} = \left(a + \frac{0,000092}{\sqrt{v \cdot d}} \right) \cdot \frac{v^2}{d} \dots \dots \dots (13b)$$

Pieņemama a vērtība jaunām, taisnām, ļoti gludām caurulēm ap 0,00051—0,00061 (vaļa, stikla asfalta), ar plānu inkrustāciju pārklātām caurulēm 0,00097 un ar biežām inkrustācijām līdz 0,003. Tālāk pieņē-

mams kniedētām caurulēm $a = 0,00098$, liedētām — $a = 0,0007$ un dzelz-
betona — $a = 0,00072-0,00077$.

Sonne (1907. g.) uzstādījis formulu:

$$\frac{h}{l} = \left(0,00087 + \frac{0,00012 \sqrt{d} + 0,00003}{d} \right) \cdot \frac{v^2}{d} \dots (14)$$

Formula uzstādīta pēc Weissbach'a, Darsi un Lang'a formulu rezul-
tātu salīdzināšanas. Formula domāta jaunām caurulēm, vecām rezultāts
jāpareizina ar zināmu koef. n pēc sekojošas tabulas:

$d = 0,1$	$0,2$	$0,4$	$0,6$	$0,8$	$1,0$ m
$n = 2$	$1,8$	$1,6$	$1,4$	$1,2$	$1,1$ m.

Kā redzams, arī dažās no minētām formulām atrasts par vajadzīgu
ņemt vērā vada sienu stāvokli (Lang'a, Sonne's). Vēl jo vairāk tas ir
pie formulām, kas gan uzstādītas uz novērojumu pamata vaļējos kanālos,
bet pēc būtības lietojamas arī slēgtiem cauruļu vadiem. Vispopulārākās
šāda veida formulas ir Bazena un Kutera, arī Gangijē-Kutera.

Bazena formulā Šēzi koef. izteikts sekojošā veidā:

$$c = \frac{87}{1 + \frac{k}{\sqrt{R}}} = \frac{87\sqrt{R}}{k + \sqrt{R}} \dots (15)$$

Apaiem vadiem:

$$c = \frac{87\sqrt{d}}{2k + \sqrt{d}} \dots (15a)$$

un

$$v = c \sqrt{R \cdot J} = \frac{43,5\sqrt{d}}{2k + \sqrt{d}} \cdot \sqrt{d} \cdot \sqrt{J}$$

$$\text{vai: } \frac{h}{l} = \left(\frac{2k + \sqrt{d}}{43,5 \cdot \sqrt{d}} \right)^2 \cdot \frac{v^2}{d} \dots (16)$$

Vērtība k — pieņemta (pēc Gross'a):

- 1) ļoti līdzenām sienām (cementa noslīpējums, ēvelēts
koks, labs nostrādājums un laba kārtībā turēšana) $k = 0,06$
 - 2) līdzenas sienas (līdzens mūris, plankas, dzelzs cau-
ruļu vadi) $k = 0,16$
 - 3) mazāk līdzenas sienas (akmens mūris, nelīdzens
betons) $k = 0,46$
 - 4) zemes nogāzes un bruģētas nogāzes $k = 0,85$
- Ūdens vadiem varētu pieņemt $k = 0,20$, kamēr kanalizācijas
vadiem, kas vieglāk pārklājas ar inkrustācijām, atkarīgi no
materiāla var pieņemt $k = 0,30-0,35$

Kutera formulai, sauktai mazai vai saīsinātai Kutera formulai, sekojošs veids:

$$v = \left(\frac{100\sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \right) \cdot \sqrt{R \cdot J} \quad (16)$$

Tāpat apaiem vadiem:

$$v = \frac{50 \cdot \sqrt{d}}{2b + \sqrt{d}} \cdot \sqrt{d \cdot J} \quad (16a)$$

vai:

$$\frac{h}{l} = \left(\frac{2b + \sqrt{d}}{50 \cdot \sqrt{d}} \right)^2 \cdot \frac{v^2}{d} \quad (16b)$$

Šai formulā nelīdzenumu koef. b ir sekojoša vērtība:

- 1) Labi nogludināts cements un rūpīgi ēvelēts koks $b = 0,15$
- 2) Labi salikti dēļi. Plati dzelzs un dzelzbetona vadi $b = 0,20$
- 3) Parastais ķieģeļu un akmens mūris un dēļu sienas. Ūdens vadi pēc ilgākas lietošanas, bet bez biezas inkrustācijas $b = 0,25$
- 4) Mazāk gluds mūris un planku sienas. Kniedēti dzelzs cauruļu vadi un kanalizācijas vadi $b = 0,35$
- 5) Nelīdzens mūris un apmetums $b = 0,45-0,50$
- 6) Neapmests mūris un betons $b = 0,45-0,75$
- 7) Labi izbūvēti un tīri turēti zemes kanāli $b = 1,50$
- 8) Pieauguši zemes kanāli $b = 2,50$

Mazā Kutera formula jaunus vadus zem 100 mm un lietotos zem 200 mm uzrāda lielākus berzes zaudējumus, nekā tie izrādījušies mēģinājumos, bet tas nav ļauni, jo vadi ar laiku pieaug un tas vairāk iespaido kustības noteikumu maziem nekā lieliem vadiem, tāpat formula jāuzskata par labi piemērotu praktiskiem mērķiem. Formulu senāk lietoja ļoti plaši, bet jaunākā laikā tās lietošanu samazina jaunākās formulas (piem., Manninga), kas turpmāk būs minētas.

Ūdens vadiem parasti var pieņemt $b = 0,25$ un rēķināšanas atvieglošanai sastādītas tabulas (18. tab.).

Piemērs. Jānovada $Q = 15$ sl. Ātrums vadā vēlams ap 0,8 m. No tabulas (18) varam izvēlēties sarp:

$$\begin{array}{ll} d = 175 \text{ mm, } Q = 15,8, & v = 0,89, J = 0,011 \\ d = 175 \text{ „ „, } Q = 15,3, & v = 0,64, J = 0,0044 \end{array}$$

Lielāks J prasa stiprākas mašīnas un to nodarbināšanu, bet mazāku d . Ar maksas aprēķinu jānoskaidro, kas izdevīgāk.

Mazā Kutera formula vēlāk papildināta par **G a n g i j ē-K u t e r a** formulu, lai tā būtu noderīga arī pie maziem kritumiem, piem., upēm, vai lielākiem kuģniecības vai spēka ūdens pievadu kanāļiem. To dara,

18. tabula.

Spiediena zaudējums, ātrums un caurteces daudzums pilnos apļveidīgos vados pēc Kutera.

(Diam. = mm, $v = m$, $Q = sl$, $b = 0,25$)

	Diametrs	40		50		60		70		80		90		100		
		v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	
1:	10	0,10000	0,90	1,2	1,09	2,1	1,21	3,6	1,45	5,6	1,61	8,1	1,78	11,3	1,94	15,2
	20	0,50000	0,64	0,8	0,77	1,5	0,90	2,8	1,03	3,9	1,14	5,7	1,26	8,0	1,37	10,8
	30	0,03333	0,52	0,7	0,63	1,5	0,74	2,1	0,84	3,2	0,93	4,7	1,03	6,5	1,12	8,8
	40	0,02500	0,45	0,6	0,55	1,0	0,64	1,8	0,72	2,8	0,81	4,1	0,89	5,7	0,97	7,6
	50	0,02000	0,40	0,5	0,49	1,0	0,57	1,6	0,65	2,5	0,72	3,6	0,80	5,0	0,87	6,8
	60	0,01667	0,37	0,5	0,45	0,9	0,52	1,5	0,59	2,3	0,66	3,3	0,73	4,6	0,79	6,2
	70	0,01429	0,34	0,4	0,41	0,8	0,48	1,4	0,55	2,1	0,61	3,1	0,67	4,3	0,73	5,8
	80	0,01250	0,23	0,4	0,39	0,8	0,45	1,3	0,51	2,0	0,57	2,9	0,63	4,0	0,68	5,4
	90	0,01111	0,30	0,4	0,37	0,7	0,43	1,2	0,48	1,9	0,54	2,7	0,59	3,8	0,63	5,1
	100	0,01000	0,29	0,4	0,35	0,7	0,40	1,1	0,46	1,8	0,51	2,6	0,56	3,6	0,61	4,8
	125	0,00800	0,26	0,3	0,31	0,6	0,36	1,0	0,41	1,6	0,46	2,3	0,50	3,2	0,55	4,3
	150	0,00667	0,23	0,3	0,28	0,6	0,33	0,9	0,37	1,4	0,42	2,1	0,46	2,9	0,50	3,9
	175	0,00571	0,21	0,3	0,26	0,5	0,31	0,9	0,34	1,3	0,39	1,9	0,43	2,7	0,46	3,6
	200	0,00500	0,20	0,3	0,24	0,5	0,29	0,8	0,32	1,2	0,36	1,8	0,40	2,5	0,43	3,4
	225	0,00444	0,19	0,2	0,23	0,5	0,27	0,8	0,31	1,2	0,34	1,7	0,37	2,4	0,41	3,2
	250	0,00400	0,18	0,2	0,22	0,4	0,26	0,7	0,29	1,1	0,32	1,6	0,36	2,3	0,39	3,0
	275	0,00364	0,17	0,2	0,21	0,4	0,24	0,7	0,28	1,1	0,31	1,5	0,34	2,2	0,37	2,9
	300	0,00333	0,17	0,2	0,20	0,4	0,23	0,7	0,27	1,0	0,30	1,5	0,33	2,1	0,35	2,8
	325	0,00308	0,16	0,2	0,19	0,4	0,22	0,6	0,26	1,0	0,28	1,4	0,31	2,0	0,34	2,7
	350	0,00286	0,15	0,2	0,19	0,4	0,22	0,6	0,25	0,9	0,27	1,4	0,30	1,9	0,33	2,6
	375	0,00267	0,15	0,2	0,18	0,4	0,21	0,6	0,24	0,9	0,26	1,3	0,30	1,8	0,32	2,5
	400	0,00250	0,14	0,2	0,17	0,3	0,20	0,6	0,23	0,9	0,26	1,3	0,28	1,8	0,31	2,4
	425	0,00235	0,14	0,2	0,17	0,3	0,20	0,6	0,22	0,9	0,25	1,2	0,27	1,7	0,30	2,3
	450	0,00222	0,13	0,2	0,16	0,3	0,19	0,5	0,22	0,8	0,24	1,2	0,27	1,7	0,29	2,3
	475	0,00210	0,13	0,2	0,16	0,3	0,18	0,5	0,21	0,8	0,23	1,2	0,26	1,6	0,28	2,2
	500	0,00200	0,12	0,2	0,15	0,3	0,18	0,5	0,21	0,8	0,23	1,1	0,25	1,6	0,27	2,2
	550	0,00182	0,12	0,2	0,15	0,3	0,17	0,5	0,20	0,8	0,22	1,1	0,24	1,5	0,26	2,1
	600	0,00167	0,12	0,1	0,14	0,3	0,17	0,5	0,19	0,7	0,21	1,0	0,23	1,5	0,25	2,0
	650	0,00154	0,11	0,1	0,14	0,3	0,16	0,4	0,18	0,7	0,20	1,0	0,22	1,4	0,24	1,9
	700	0,00143	0,11	0,1	0,13	0,3	0,15	0,4	0,17	0,7	0,19	1,0	0,21	1,4	0,23	1,8
	750	0,00133	0,10	0,1	0,13	0,2	0,15	0,4	0,17	0,6	0,19	0,9	0,21	1,3	0,22	1,8
	800	0,00125	—	—	0,13	0,2	0,14	0,4	0,16	0,6	0,18	0,9	0,20	1,3	0,22	1,7
	850	0,00117	—	—	0,12	0,2	0,14	0,4	0,16	0,6	0,18	0,9	0,19	1,2	0,21	1,7
	900	0,00111	—	—	0,12	0,2	0,13	0,4	0,15	0,6	0,17	0,9	0,19	1,2	0,20	1,6
	950	0,00105	—	—	0,11	0,2	0,13	0,4	0,15	0,6	0,17	0,8	0,18	1,2	0,20	1,6
	1000	0,00100	—	—	0,11	0,2	0,12	0,4	0,15	0,6	0,16	0,8	0,18	1,1	0,19	1,5
	1100	0,00091	—	—	0,10	0,2	0,12	0,3	0,14	0,5	0,15	0,8	0,17	1,1	0,18	1,5
	1200	0,00083	—	—	—	—	0,12	0,3	0,13	0,5	0,15	0,7	0,16	1,0	0,18	1,4
	1300	0,00077	—	—	—	—	0,11	0,3	0,13	0,5	0,14	0,7	0,16	1,0	0,17	1,3
	1400	0,00071	—	—	—	—	0,11	0,3	0,12	0,5	0,14	0,7	0,15	1,0	0,16	1,3
	1500	0,00066	—	—	—	—	0,10	0,3	0,12	0,5	0,13	0,7	0,15	1,0	0,16	1,2
	1600	0,00062	—	—	—	—	—	—	0,11	0,4	0,13	0,6	0,14	0,9	0,15	1,2
	1700	0,00059	—	—	—	—	—	—	0,11	0,4	0,12	0,6	0,14	0,9	0,15	1,2
	1800	0,00056	—	—	—	—	—	—	0,11	0,4	0,12	0,6	0,13	0,8	0,14	1,1
	1900	0,00053	—	—	—	—	—	—	0,11	0,4	0,12	0,6	0,13	0,8	0,14	1,1
	2000	0,00050	—	—	—	—	—	—	0,10	0,4	0,12	0,6	0,13	0,8	0,14	1,1

(18. tabulas turpinājums.)

Diametrs		125		150		175		200		225		250		275		
		v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	
1:	10	0,10000	2,31	28,4	2,68	47,3	3,02	72,5	3,33	104,6	3,65	145,2	3,95	194,0	4,25	252,1
	20	0,50000	1,64	20,1	1,89	33,4	2,13	51,3	2,36	74,0	2,58	102,7	2,80	137,2	3,00	178,3
	30	0,03333	1,34	16,4	1,55	27,3	1,74	41,9	1,92	60,4	2,11	83,8	2,28	112,0	2,45	145,5
	40	0,02500	1,16	14,2	1,34	23,6	1,51	36,3	1,67	52,3	1,83	72,6	1,98	97,0	2,12	126,0
	50	0,02000	1,04	12,7	1,20	21,1	1,40	32,4	1,49	46,8	1,63	64,9	1,77	86,8	1,91	114,0
	60	0,01667	0,95	11,6	1,09	19,3	1,23	29,6	1,36	42,7	1,49	59,3	1,61	79,2	1,73	102,9
	70	0,01429	0,88	10,7	1,01	17,9	1,14	27,4	1,26	39,5	1,38	54,9	1,49	73,3	1,60	95,3
	80	0,01250	0,82	10,0	0,95	16,7	1,07	25,6	1,18	37,0	1,29	51,3	1,40	68,6	1,50	89,1
	90	0,01111	0,77	9,5	0,89	15,8	1,01	24,2	1,11	34,9	1,22	48,4	1,32	64,7	1,42	84,0
	100	0,01000	0,73	9,0	0,85	14,9	0,95	22,9	1,05	33,1	1,16	45,9	1,25	61,3	1,34	79,7
	125	0,00800	0,65	8,0	0,76	13,4	0,85	20,5	0,94	29,6	1,03	41,1	1,12	54,9	1,20	71,3
	150	0,00667	0,60	7,3	0,69	12,2	0,78	18,7	0,86	27,0	0,94	37,5	1,02	50,1	1,10	65,1
	175	0,00571	0,55	6,8	0,64	11,3	0,72	17,3	0,80	25,0	0,87	34,7	0,95	46,4	1,02	60,3
	200	0,00500	0,52	6,4	0,60	10,6	0,67	16,2	0,75	23,4	0,82	32,5	0,88	43,3	0,95	56,4
	225	0,00444	0,49	6,0	0,56	10,0	0,64	15,3	0,70	22,1	0,77	30,6	0,83	40,9	0,90	53,1
	250	0,00400	0,46	5,7	0,54	9,5	0,60	14,3	0,67	20,9	0,73	29,0	0,79	38,8	0,85	50,4
	275	0,00364	0,44	5,4	0,51	9,0	0,58	13,8	0,64	19,9	0,70	27,7	0,75	37,0	0,81	48,1
	300	0,00333	0,42	5,2	0,49	8,6	0,55	13,2	0,61	19,1	0,67	26,5	0,72	35,4	0,78	46,0
	325	0,00308	0,41	5,0	0,47	8,3	0,53	12,7	0,58	18,3	0,64	25,5	0,69	34,0	0,75	44,2
	350	0,00286	0,39	4,8	0,45	8,0	0,51	12,3	0,56	17,7	0,62	24,5	0,67	32,8	0,72	42,6
	375	0,00267	0,38	4,6	0,44	7,7	0,49	11,8	0,54	17,1	0,60	23,7	0,65	31,7	0,69	41,2
	400	0,00250	0,37	4,5	0,42	7,5	0,48	11,5	0,53	16,5	0,58	23,0	0,63	30,7	0,67	39,9
	425	0,00235	0,36	4,4	0,41	7,3	0,46	11,1	0,51	16,0	0,56	22,3	0,61	29,8	0,65	38,7
	450	0,00222	0,35	4,3	0,40	7,0	0,45	10,8	0,50	15,6	0,54	21,6	0,59	28,9	0,63	37,6
	475	0,00210	0,34	4,1	0,39	6,9	0,44	10,5	0,48	15,2	0,53	21,1	0,57	28,1	0,62	36,6
	500	0,00200	0,33	4,0	0,38	6,7	0,43	10,3	0,47	14,8	0,52	20,5	0,56	27,4	0,60	35,7
	550	0,00182	0,31	3,8	0,36	6,4	0,42	9,8	0,45	14,1	0,49	19,6	0,53	26,2	0,57	34,0
	600	0,00167	0,30	3,7	0,35	6,1	0,39	9,4	0,43	13,5	0,47	18,7	0,51	25,0	0,55	32,5
	650	0,00154	0,29	3,5	0,34	5,8	0,38	9,0	0,41	13,0	0,45	18,0	0,49	24,1	0,53	31,3
	700	0,00143	0,28	3,4	0,32	5,6	0,36	8,7	0,40	12,5	0,44	17,4	0,47	23,2	0,51	30,1
	750	0,00133	0,27	3,3	0,31	5,5	0,35	8,4	0,39	12,0	0,42	16,8	0,46	22,4	0,48	29,1
	800	0,00125	0,26	3,2	0,30	5,3	0,34	8,1	0,37	11,7	0,41	16,2	0,44	21,7	0,48	28,2
	850	0,00117	0,25	3,1	0,29	5,1	0,33	7,9	0,36	11,3	0,40	15,7	0,43	21,0	0,46	27,3
	900	0,00111	0,24	3,0	0,28	5,0	0,32	7,6	0,35	11,0	0,39	15,3	0,42	20,4	0,45	26,6
	950	0,00105	0,24	2,9	0,27	4,9	0,31	7,4	0,34	10,7	0,38	14,9	0,41	19,9	0,44	25,9
	1000	0,00100	0,23	2,8	0,27	4,7	0,30	7,2	0,33	10,4	0,37	14,5	0,40	19,4	0,42	25,2
	1100	0,00091	0,22	2,7	0,26	4,5	0,29	6,9	0,32	10,0	0,35	13,8	0,38	18,5	0,41	24,0
	1200	0,00083	0,21	2,6	0,24	4,3	0,28	6,6	0,30	9,5	0,33	13,3	0,36	17,7	0,39	23,0
	1300	0,00077	0,20	2,5	0,24	4,1	0,26	6,4	0,29	9,2	0,32	12,7	0,35	17,0	0,37	22,1
	1400	0,00071	0,20	2,4	0,23	4,0	0,26	6,1	0,28	8,8	0,31	12,3	0,33	16,4	0,36	21,3
	1500	0,00066	0,19	2,3	0,22	3,9	0,25	5,9	0,27	8,5	0,30	11,9	0,32	15,8	0,35	20,8
	1600	0,00072	0,19	2,2	0,21	3,7	0,24	5,7	0,26	8,3	0,29	11,5	0,31	15,3	0,34	19,9
	1700	0,00059	0,18	2,2	0,21	3,6	0,23	5,6	0,26	8,0	0,28	11,1	0,30	14,9	0,33	19,3
	1800	0,00056	0,17	2,1	0,20	3,5	0,22	5,4	0,25	7,8	0,27	10,8	0,30	14,5	0,32	18,8
	1900	0,00053	0,17	2,1	0,19	3,4	0,22	5,3	0,24	7,6	0,27	10,5	0,29	14,1	0,31	18,3
	2000	0,00050	0,16	2,0	0,18	3,3	0,21	5,1	0,24	7,4	0,26	10,3	0,28	13,7	0,30	17,8

(18. tabulas turpinājums.)

Diametrs	Kritums	300		325		350		375		400		425		450	
		v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
1: 10	0,10000	4,53	320	4,80	399	5,07	488	5,63	589	5,59	702	5,83	828	6,08	966
20	0,05000	3,20	226	3,40	282	3,58	345	3,77	417	3,95	497	4,13	585	4,30	683
30	0,03333	2,62	185	2,77	230	2,90	282	3,08	340	2,23	406	3,37	478	3,51	558
40	0,02500	2,26	160	2,40	199	2,54	244	2,67	295	2,80	351	2,92	414	3,04	483
50	0,02000	2,03	143	2,15	178	2,27	218	2,39	264	2,50	314	2,61	370	2,72	432
60	0,01667	1,85	131	1,96	163	2,07	199	2,18	241	2,28	287	2,38	338	2,48	395
70	0,01429	1,71	121	1,82	151	1,92	184	2,02	223	2,11	266	2,21	312	2,30	365
80	0,01250	1,60	113	1,70	141	1,79	172	1,89	208	1,98	248	2,06	293	2,15	342
90	0,01111	1,51	107	1,60	133	1,69	163	1,78	196	1,86	234	1,94	276	2,03	322
100	0,01000	1,43	101	1,52	126	1,60	154	1,69	186	1,77	222	1,85	262	1,92	306
125	0,00800	1,28	91	1,36	113	1,43	138	1,51	167	1,58	199	1,65	234	1,72	273
150	0,00667	1,17	83	1,24	103	1,31	126	1,38	152	1,44	181	1,51	214	1,57	250
175	0,00571	1,08	77	1,15	95	1,21	117	1,27	141	1,34	168	1,39	198	1,45	231
200	0,00500	1,01	72	1,07	89	1,13	109	1,19	132	1,25	157	1,30	185	1,36	216
225	0,00444	0,96	68	1,01	84	1,07	103	1,13	124	1,18	148	1,23	174	1,28	204
250	0,00400	0,91	64	0,96	80	1,01	98	1,07	118	1,12	141	1,17	166	1,22	193
275	0,00364	0,86	61	0,92	76	0,97	93	1,02	112	1,07	134	1,11	158	1,16	184
300	0,00333	0,83	58	0,88	73	0,93	89	0,97	108	1,02	128	1,07	151	1,11	178
325	0,00308	0,79	56	0,84	70	0,89	86	0,94	103	0,98	123	1,05	145	1,07	170
350	0,00286	0,77	54	0,81	67	0,86	82	0,90	100	0,95	119	0,99	140	1,03	164
375	0,00267	0,74	52	0,78	65	0,83	80	0,87	96	0,91	115	0,95	135	0,99	158
400	0,00250	0,72	51	0,76	63	0,80	77	0,84	93	0,88	111	0,92	131	0,96	153
425	0,00235	0,70	49	0,74	61	0,78	75	0,82	90	0,86	108	0,90	127	0,93	148
450	0,00222	0,68	48	0,72	59	0,73	73	0,80	88	0,83	105	0,87	123	0,91	144
475	0,00210	0,66	46	0,70	58	0,74	71	0,77	86	0,81	102	0,85	120	0,88	140
500	0,00210	0,64	45	0,68	56	0,72	69	0,75	83	0,79	99	0,83	117	0,86	137
550	0,00182	0,61	43	0,65	54	0,68	66	0,72	79	0,75	95	0,79	112	0,82	130
600	0,00167	0,59	41	0,62	51	0,65	63	0,69	76	0,72	91	0,75	107	0,78	125
650	0,00154	0,56	40	0,60	49	0,63	61	0,66	73	0,69	87	0,72	103	0,75	120
700	0,00143	0,54	38	0,57	48	0,61	58	0,64	70	0,67	84	0,70	99	0,73	116
750	0,00133	0,52	37	0,55	46	0,59	56	0,62	68	0,65	81	0,67	96	0,70	112
800	0,00125	0,51	36	0,54	45	0,57	55	0,60	66	0,63	79	0,65	93	0,68	108
850	0,00117	0,49	35	0,52	43	0,55	53	0,58	64	0,61	76	0,63	90	0,66	105
900	0,00111	0,48	34	0,51	42	0,53	51	0,56	62	0,59	74	0,62	87	0,64	102
950	0,00105	0,47	33	0,49	41	0,52	50	0,55	60	0,57	72	0,60	84	0,62	99
1000	0,00100	0,45	32	0,48	40	0,51	49	0,53	59	0,56	70	0,58	83	0,61	97
1100	0,00091	0,43	31	0,46	38	0,48	47	0,51	56	0,53	67	0,56	79	0,58	92
1200	0,00083	0,41	29	0,44	36	0,46	45	0,49	54	0,51	64	0,53	76	0,56	88
1300	0,00077	0,40	28	0,42	35	0,45	43	0,47	52	0,49	62	0,51	73	0,53	85
1400	0,00071	0,38	27	0,41	34	0,43	41	0,45	50	0,47	59	0,49	70	0,51	82
1500	0,00066	0,37	26	0,39	33	0,41	40	0,44	48	0,46	57	0,48	68	0,50	79
1600	0,00062	0,36	25	0,38	32	0,40	39	0,42	47	0,44	56	0,46	65	0,48	76
1700	0,00059	0,35	25	0,37	31	0,39	37	0,41	45	0,43	54	0,45	64	0,47	74
1800	0,00056	0,34	24	0,36	30	0,38	36	0,40	44	0,42	52	0,44	62	0,45	72
1900	0,00053	0,33	23	0,35	29	0,37	35	0,39	43	0,41	51	0,42	60	0,44	70
2000	0,00050	0,32	23	0,34	28	0,36	35	0,38	42	0,40	50	0,41	59	0,43	68

(18. tabulas turpinājums.)

Diametrs		475		500		550		600		650		700		
Kritums		v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	
1:	10	0,10000	6,32	1120	6,55	1286	7,00	1663	7,45	2105	7,86	2610	8,28	3186
	20	0,05000	4,47	792	4,63	910	4,95	1176	5,26	1488	5,56	1845	5,86	2253
	30	0,03333	3,65	647	3,78	743	4,04	960	4,30	1215	4,54	1507	4,78	1840
	40	0,02500	3,16	560	3,28	643	3,50	831	3,72	1053	3,93	1305	4,14	1593
	50	0,02000	2,83	501	2,93	575	3,13	744	3,33	941	3,52	1167	3,70	1425
	60	0,01667	2,58	457	2,67	525	2,86	679	3,04	859	3,21	1065	3,38	1301
	70	0,01429	2,39	423	2,48	486	2,65	629	2,81	796	2,97	986	3,13	1204
	80	0,01250	2,23	396	2,32	455	2,48	588	2,63	744	2,78	923	2,93	1127
	90	0,01111	2,11	373	2,18	429	2,33	554	2,48	702	2,62	870	2,76	1062
	100	0,01000	2,00	354	2,07	407	2,21	526	2,35	666	2,49	825	2,62	1008
	125	0,00800	1,79	317	1,85	364	1,98	470	2,11	595	2,25	738	2,34	901
	150	0,00667	1,63	289	1,69	332	1,81	429	1,92	544	2,03	674	2,14	823
	175	0,00571	1,51	268	1,57	307	1,67	398	1,78	503	1,88	624	1,98	762
	200	0,00500	1,41	250	1,47	288	1,57	372	1,67	471	1,76	584	1,85	713
	275	0,00444	1,33	236	1,38	271	1,48	351	1,56	444	1,66	550	1,75	672
	250	0,00400	1,26	224	1,31	257	1,40	333	1,49	421	1,57	522	1,66	637
	275	0,00364	1,21	214	1,25	245	1,34	317	1,42	401	1,50	498	1,58	608
	300	0,00333	1,15	204	1,20	235	1,28	304	1,36	384	1,44	476	1,51	582
	325	0,00308	1,11	196	1,15	226	1,23	292	1,31	369	1,38	458	1,45	559
	350	0,00286	1,07	189	1,11	217	1,18	281	1,26	356	1,33	441	1,40	539
	375	0,00267	1,03	183	1,07	210	1,14	272	1,22	344	1,28	426	1,35	520
	400	0,00250	1,00	177	1,04	203	1,11	263	1,18	333	1,24	413	1,31	504
	425	0,00235	0,97	172	1,01	197	1,07	255	1,14	323	1,21	400	1,27	489
	450	0,00222	0,94	167	0,98	192	1,04	248	1,11	314	1,17	389	1,23	475
	475	0,00210	0,92	163	0,95	187	1,02	241	1,08	305	1,14	379	1,20	462
	500	0,00200	0,89	158	0,93	182	0,99	235	1,05	298	1,11	369	1,17	451
	550	0,00182	0,85	151	0,88	173	0,94	224	1,00	284	1,06	352	1,12	430
	600	0,00167	0,82	145	0,85	166	0,90	215	0,96	272	1,02	337	1,07	411
	650	0,00154	0,78	139	0,81	160	0,87	206	0,92	261	0,98	324	1,03	395
	700	0,00143	0,76	134	0,78	154	0,84	199	0,89	252	0,94	312	0,99	381
	750	0,00133	0,73	129	0,76	149	0,81	192	0,86	243	0,91	301	0,96	368
	800	0,00125	0,71	125	0,73	144	0,78	186	0,83	235	0,88	292	0,93	356
	850	0,00117	0,69	121	0,71	140	0,76	180	0,81	228	0,85	283	0,90	346
	900	0,00111	0,67	118	0,69	136	0,74	175	0,79	222	0,83	275	0,87	336
	950	0,00105	0,65	115	0,67	132	0,72	171	0,76	216	0,81	268	0,85	327
	1000	0,00100	0,63	112	0,66	129	0,70	166	0,75	211	0,79	261	0,83	319
	1100	0,00091	0,60	107	0,63	123	0,67	159	0,71	201	0,75	249	0,79	304
	1200	0,00083	0,58	102	0,60	117	0,64	152	0,68	192	0,72	238	0,76	291
	1300	0,00077	0,55	98	0,56	113	0,61	146	0,65	185	0,69	229	0,73	280
	1400	0,00071	0,53	95	0,55	109	0,59	141	0,63	178	0,67	221	0,70	269
	1500	0,00066	0,52	91	0,54	105	0,57	136	0,61	172	0,64	213	0,68	260
	1600	0,00062	0,50	89	0,52	102	0,55	132	0,59	166	0,62	206	0,66	252
	1700	0,00059	0,49	86	0,50	99	0,54	128	0,57	161	0,60	200	0,64	244
	1800	0,00056	0,47	84	0,49	96	0,52	124	0,56	157	0,59	195	0,62	238
	1900	0,00053	0,46	81	0,48	93	0,51	121	0,54	153	0,57	189	0,60	231
	2000	0,00050	0,45	79	0,46	91	0,50	118	0,53	149	0,56	185	0,59	225

(18. tabulas turpinājums.)

Diametrs	750		800		900		1000		1100		1200		
	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	
1: 10	0,10000	8,68	3835	9,06	4556	9,82	6249	10,50	8281	11,23	10667	11,92	13474
20	0,05000	6,14	2711	6,41	3221	6,95	4419	7,46	5856	7,94	7543	8,43	9528
30	0,03333	5,01	2214	5,23	2630	5,67	3608	6,09	4781	6,48	6159	6,88	7780
40	0,02500	4,34	1917	4,53	2278	4,91	3125	5,27	4141	5,61	5334	5,61	6737
50	0,02000	3,88	1715	4,05	2037	4,39	2795	4,72	3704	5,02	4770	5,33	6026
60	0,01667	3,54	1566	3,70	1860	4,01	2551	4,31	3381	4,58	4355	4,86	5501
70	0,01429	3,28	1449	3,43	1722	3,71	2362	3,99	3130	4,24	4032	4,50	5093
80	0,01250	3,07	1356	3,20	1611	3,47	2209	3,73	2928	3,97	3771	4,24	4764
90	0,01100	2,89	1278	3,02	1519	3,27	2083	3,52	2760	3,74	3556	3,97	4492
100	0,01000	2,75	1213	2,87	1441	3,11	1976	3,33	2619	3,55	3373	3,77	4261
125	0,00800	2,46	1085	2,56	1289	2,78	1768	2,98	2342	3,18	3017	3,37	3811
150	0,00667	2,24	990	2,34	1176	2,54	1614	2,72	2138	2,90	2754	3,08	3479
175	0,00571	2,08	917	2,17	1089	2,35	1494	2,52	1980	2,68	2550	2,85	3214
200	0,00500	1,94	857	2,03	1019	2,20	1397	2,36	1852	2,51	2385	2,66	3013
225	0,00444	1,83	808	1,91	960	2,07	1317	2,22	1746	2,37	2249	2,51	2841
250	0,00400	1,74	767	1,81	911	1,97	1250	2,11	1656	2,25	2133	2,38	2695
275	0,00364	1,66	731	1,73	871	1,87	1192	2,01	1574	2,14	2034	2,27	2568
300	0,00333	1,59	700	1,66	832	1,79	1141	1,93	1512	2,05	1948	2,18	2460
325	0,00308	1,52	673	1,59	799	1,72	1096	1,85	1453	1,97	1871	2,09	2364
350	0,00286	1,47	648	1,53	770	1,66	1056	1,78	1400	1,90	1803	2,01	2278
375	0,00267	1,42	626	1,48	744	1,60	1021	1,72	1352	1,83	1742	1,95	2200
400	0,00250	1,37	606	1,43	720	1,55	988	1,67	1309	1,78	1687	1,88	2131
425	0,00235	1,33	588	1,39	699	1,51	959	1,62	1270	1,72	1636	1,83	2067
450	0,00222	1,29	572	1,35	679	1,46	932	1,57	1235	1,67	1590	1,78	2009
475	0,00210	1,26	556	1,32	661	1,43	907	1,53	1202	1,63	1548	1,73	1955
500	0,00200	1,23	542	1,28	644	1,39	884	1,49	1171	1,59	1509	1,69	1906
550	0,00182	1,17	517	1,22	614	1,33	843	1,42	1117	1,51	1438	1,61	1817
600	0,00167	1,12	495	1,17	588	1,27	807	1,36	1069	1,45	1377	1,54	1740
650	0,00154	1,08	476	1,12	565	1,22	775	1,31	1027	1,39	1323	1,48	1671
700	0,00143	1,04	458	1,08	545	1,17	747	1,26	990	1,34	1275	1,42	1611
750	0,00133	1,00	443	1,05	526	1,13	722	1,22	956	1,30	1232	1,38	1556
800	0,00125	0,97	429	1,01	509	1,10	699	1,18	926	1,26	1193	1,33	1507
850	0,00117	0,94	416	0,98	494	1,07	678	1,14	898	1,22	1157	1,29	1462
900	0,00111	0,92	404	0,96	480	1,04	659	1,11	873	1,18	1124	1,26	1420
950	0,00105	0,89	393	0,93	467	1,01	641	1,08	850	1,15	1094	1,22	1383
1000	0,00100	0,87	384	0,91	456	0,98	625	1,06	828	1,12	1067	1,19	1348
1100	0,00091	0,83	366	0,86	434	0,94	596	1,01	790	1,07	1017	1,14	1285
1200	0,00083	0,79	350	0,83	416	0,90	571	0,96	756	1,03	974	1,09	1230
1300	0,00077	0,76	336	0,80	400	0,86	548	0,92	726	0,98	936	1,05	1182
1400	0,00071	0,73	324	0,77	385	0,83	528	0,89	700	0,95	902	1,01	1139
1500	0,00066	0,71	313	0,74	372	0,80	510	0,86	676	0,92	871	0,97	1100
1600	0,00062	0,69	303	0,72	360	0,78	494	0,83	655	0,89	843	0,95	1065
1700	0,00059	0,67	294	0,70	349	0,75	479	0,81	635	0,86	818	0,91	1033
1800	0,00056	0,65	286	0,68	340	0,73	466	0,79	617	0,84	795	0,89	1004
1900	0,00053	0,63	278	0,66	331	0,71	453	0,77	601	0,81	774	0,86	987
2000	0,00050	0,61	271	0,64	322	0,70	442	0,75	586	0,79	754	0,84	953

Izvedot formulā krituma faktoru, izejot no novērojumiem, ka c pie lielākiem kritumiem samazinās, pie mazākiem turpretim palielinās.

Pilnīgas Gangijē-Kutera formulas veids ir:

$$v = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{R \cdot J} \dots (17)$$

n vērtība noteikta robežās no 0,010—0,035, atkarīgi no sienu īpašībām. Ūdensvadiem varētu pieņemt $n = 0,012$ un kanalizācijas vadiem $n = 0,013$ —0,017, vidēji 0,015, bet zemes kanāļiem $n = 0,025$.

Šī plašākā formula lietojama, kā jau minēts, upēm un lieliem kanāļiem. Ūdensvadu praksē var būt ļoti reti gadījumi, kad to vajadzētu lietot.

Jaunākā laika formulas nepieturas stingri pie Šēzī formulas konstrukcijas. Lai gan pa lielai daļai tās uzstādītas uz agrāko pētījumu pamata, bet izveidotas potencformulu veidā:

$$v = k \cdot R^x \cdot J^y \dots (3)$$

Manninga formulas (1889. g.) uzstādīšanai ņemti par pamatu tie paši pētījumi, ko Gangijē-Kuters bija izdarījis uz Misisipi upes.

Formulas veids ir:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot J^{1/2} = \left| \frac{1}{n} \cdot \sqrt[6]{R} \right| \cdot \sqrt{R \cdot J} \dots (18)$$

pie kam n vērtība pieņemta tā pati kā lielajā Gangijē-Kutera formulā. Piem., pieņemot $n = 0,013$, dabūjam:

$$v = 77 \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} = (77 \cdot \sqrt[6]{R}) \cdot \sqrt{R \cdot J} \dots (18a)$$

Tātad īstenībā paturēts Šēzī formulas veids, ar $c = 77 \cdot \sqrt[6]{R}$.

Apaļiem vadiem ar $R = \frac{d}{4}$, formula pieņem veidu:

$$v = (30,5 \cdot \sqrt[6]{d}) \cdot \sqrt{d \cdot J}$$

vai

$$J = \frac{h}{l} = \frac{1}{930 \cdot \sqrt[3]{d}} \cdot \frac{v^2}{d} = \frac{0,0011}{\sqrt[3]{d}} \cdot \frac{v^2}{d} \dots (18b)$$

Kanaliz. vadiem $n = 0,015$, $\frac{1}{n} = \text{ap } 65$, $c = 65 \sqrt[6]{R} = 52 \sqrt[6]{d}$

$$v = (25,8 \sqrt[6]{d}) \sqrt{d \cdot J}$$

19. tab. Ūdens ātrumi v un caurteces daudzumi Q.

Pie caurules puspildījuma $F = \frac{\pi d^2}{8}$ un $R = \frac{d}{4}$ $Q = F \cdot v$ un pēc Manninga: $v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$
 An $n = 0,013$ ir $v = 77 \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$

J	\sqrt{J}	15 cm		20 cm		22,5 cm		25 cm		30 cm		35 cm	
		F = 0,0088 m ² R = 0,0375 m R % = 0,112 v = 8,6 \sqrt{J}		F = 0,0157 m ² R = 0,05 m R % = 0,136 v = 10,5 \sqrt{J}		F = 0,0199 m ² R = 0,0563 m R % = 0,147 v = 11,3 \sqrt{J}		F = 0,0245 m ² R = 0,0625 m R % = 0,158 v = 12,2 \sqrt{J}		F = 0,353 m ² R = 0,075 m R % = 0,178 v = 13,7 \sqrt{J}		F = 0,0481 m ² R = 0,0875 m R % = 0,197 v = 15,2 \sqrt{J}	
		v _m	Q _{sl}	v _m	Q _{sl}	v _m	Q _{sl}	v _m	Q _{sl}	v _m	Q _{sl}	v _m	Q _{sl}
0,0011	0,0332	—	—	—	—	—	—	0,41	—	0,45	—	0,50	24,1
0,0012	0,0346	—	—	—	—	—	—	0,42	—	0,47	—	0,53	25,5
0,0013	0,0361	—	—	—	—	—	—	0,44	—	0,49	—	0,55	26,5
0,0014	0,0374	—	—	—	—	—	—	0,46	—	0,51	18,0	0,56	27,4
0,0015	0,0387	—	—	—	—	—	—	0,47	—	0,53	18,7	0,59	28,4
0,0020	0,0447	—	—	—	—	0,51	10,1	0,54	13,2	0,61	21,5	0,68	32,7
0,0025	0,0500	—	—	0,53	—	0,57	11,3	0,61	14,9	0,68	24,0	0,76	36,6
0,0030	0,0548	—	—	0,58	—	0,62	12,3	0,67	16,4	0,75	26,5	0,83	39,9
0,0035	0,0592	—	—	0,62	9,7	0,67	13,3	0,72	17,6	0,81	28,6	0,90	43,3
0,0040	0,0632	—	—	0,66	10,4	0,71	14,1	0,77	18,9	0,87	30,7	0,96	46,2
0,0045	0,0671	—	—	0,70	11,0	0,76	15,1	0,82	20,1	0,92	32,5	1,02	49,1
0,005	0,0707	0,61	0,4	0,74	11,6	0,80	15,9	0,86	21,1	0,97	34,2	1,07	51,5
0,006	0,0775	0,67	5,9	0,81	12,7	0,88	17,5	0,95	23,3	1,06	37,4	1,19	57,1
0,007	0,0837	0,72	6,3	0,88	13,8	0,95	18,9	1,02	25,0	1,15	40,6	1,27	61,0
0,008	0,0894	0,77	6,8	0,94	14,8	1,01	20,1	1,09	26,7	1,22	43,0	1,37	65,8
0,009	0,0949	0,82	7,2	1,00	15,7	1,07	21,3	1,16	28,4	1,30	45,9	1,44	69,2
0,010	0,10	0,86	7,7	1,05	16,5	1,13	22,5	1,22	29,9	1,37	48,4	1,52	73,0

Maskavā izdarīti plaši pētījumi par dažus desmitus gadu darbojušamies kanalizācijas kanāliem, kas bija pirmajiem izbūves posmiem aprēķināti ar Gangijē-Kutera formulu (saisinātu, atlaižot pēdējo faktoru ar J), pieņemot māla caurulēm $n = 0,0105$ un mūra kanāliem $n = 0,013$. Pētījumi ļāva secināt, ka būtu pareizāk pieņemt kanāliem, kuŗos nevar gaidīt nogulšņus:

māla caurulēm $n = 0,012$

ķieģeļu kanāliem $n = 0,014$.

Nedaudz nogulšņu jau palielina berzes koef., un n vērtība pieaug:

māla caurulēm $n = 0,015$

kanāliem $n = 0,016$.

Vispārīgi novērots, ka ūdens sastāvā atrodošās rupjās suspendētās vielas, kā arī gar dibenu vilktās smagākās vielas, palielina berzes koef.

Pēc Maskavas pētījumiem var nākt pie atziņas, ka gludi cauruļu vadi jāaprēķina ar mazāku berzes koef. kā ķieģeļu kanāli, un uz tā pamata ieteic kanalizācijas vadiem:

$$\text{caurulēm} = 68,3 R^{0,59} \cdot J^{0,5} \quad (19a)$$

$$\text{mūra kanāliem} = 65,8 R^{0,60} \cdot J^{0,5} \quad (19b)$$

Kā kopīga visāda veida materiāliem uz Maskavas pētījumu pamata ieteikta formula:

$$v = 61 \cdot R^{0,54} \cdot J^{0,5} \quad (19)$$

Maskavas pētījumi attiecas uz kanalizācijas kanāliem, tomēr varētu secināt, ka arī ūdensvadiem ar koef. n pieņemšanu jāpievērš sevišķa uzmanība. Būtu jāizdara līdzīgi pētījumi arī pie ilgu laiku darbojušamies ūdensvadiem.

Maņkovskis (Krievijā) ieteic, pieņemot labu cauruļu iekšējo virsu stāvokli, čuguna un tērauda vadiem pie $n = 0,012$: $h = 0,0014825 \frac{Q^2 \cdot L}{D^{5,33}}$

azbestcements (cternita, šiferita) cauruļu vadiem: $h = 0,0011 \frac{Q^{1,766}}{D^{4,766}} \cdot L$

Forchheimera formula:

$$v = k \cdot R^{0,7} \cdot J^{0,5} \quad (20)$$

Ūdensvadiem varētu pieņemt $k = 80$ kā vidēju vērtību.

Lampe's formula (1873. g.):

$$\frac{h}{l} = 0,0008289 \cdot \frac{v^{1,802}}{d^{1,25}} \quad (21)$$

Formula sastādīta uz pētījumu pamata Dancigas galvenā ūdensvadā (1869.—1871. g.), kas būvēts 1869. g., tātad pētījuma laikā vēl jauns. Vada $d = 0,418$ un garums 14123 m. Ūdens daudzumus mērija pilsētas rezervuārā un spiedienu 20 vietās.

Koef. k potencformulās noteic uz mēģinājumu pamata zināmajam kanālu materiālam, pie zināma nelīdzenības stāvokļa, un tad k — vērtība ir konstanta kanāliem no tā paša materiāla un tā paša nelīdzenuma stāvokļa apstākļiem. Ja ņemtu vērā oļu nogulumu kustību kanāla dibenā un apzīmētu ar ρ — nogulšņu daļiņu diametru, tad varētu arī k aprēķināt ar formulu $k = \frac{21,1}{\sqrt[6]{\rho}}$, pēc Strickler'a un tad formula būtu:

$$v = 21,1 \cdot \sqrt[6]{\frac{R}{\rho}} \cdot \sqrt{R \cdot J} \dots \dots \dots (22)$$

Parasti gan ieteicams k — vērtību noteikt ar mēģinājumiem.

Viljama-Hazena formula (no 1905., 1908. un 1920. g.):

$$v = k \cdot R^{0,63} \cdot J^{0,54} \dots \dots \dots (23)$$

vai arī tādā veidā:

$$\frac{h}{l} = x \frac{v^{1,87}}{d^{1,25}} = \frac{1}{k} \cdot \frac{v^{1,85}}{d^{1,17}} \dots \dots \dots (23a)$$

Koef. k uzstādīti šādi lielumi:

- ļoti gludām caurulēm 110
- jaunām kniedētām tērauda caurulēm 93,5.

Formula Amerikā bieži lietota. Pēc autoru domām formula nebūtu lietojama diam., mazākiem par 50 mm, un ātrumiem, mazākiem par 1,5 m/sec., jo viskozitāte (valkanība) ļoti iespaido koef. pie maziem diam. un maziem ātrumiem.

Bigeleizena-Bukovskija formula (1914. g.) uzstādīta pie ūdens temperatūras 12°C:

jaunām ķeta caurulēm:

$$\frac{h}{l} = 0,0012 \frac{v^{1,9}}{d^{1,1}} = 0,0019 \cdot \frac{Q^{1,9}}{d^{4,9}} \dots \dots \dots (24)$$

stipri nolietotām:

$$\frac{h}{l} = 0,002567 \frac{v^{1,9}}{d^{1,1}} = 0,004061 \cdot \frac{Q^{1,9}}{d^{4,9}} \dots \dots \dots (25)$$

tērauda caurulēm:

$$\frac{h}{l} = 0,0007745 \cdot \frac{v^{1,8}}{d^{1,2}} = 0,001196 \cdot \frac{Q^{1,8}}{d^{4,8}} \dots \dots \dots (26)$$

Bigeleizens ieteic lietot formulu (25) izņēmuma gadījumos, kādi var būt pie stipri netīra ūdens vai ūdensvadiem uz laukiem, atsevišķām saimniecībām.

Reynold's (1883. g.) uzstādījis sekojošu formulu:

$$\frac{h}{l} = k_x \cdot \frac{v^x}{d^{3-x}} \dots \dots \dots (27)$$

Reynold's vēlāk atrada, ka k neatkarājas no katras atsevišķas šādas īpašības: vada diametra d , ātruma v un ūdens valkanības (viskositātes) w , bet no attiecībām $\frac{v \cdot d}{w}$. Apstrādājot savus un Darsī izmēģinājumus, Reynold's atrada attiecības:

$$\frac{h}{l} = \frac{\rho \cdot d}{\gamma \cdot w^2} \cdot \frac{h}{l} = \left(\frac{v \cdot d}{w} \right)^p$$

un tad Reynold'a formulu var arī rakstīt:

$$\frac{h}{l} = \frac{\rho}{\gamma \cdot w^p} \cdot \frac{v^{2+p}}{d^{1+p}} = k_x \cdot \frac{v^{2+p}}{d^{1+p}} \quad (28)$$

ρ — apzīmē blīvumu — $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, γ — īpatnējo svaru — $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ w — kine-

matisko viskositāti (valkanību, plastiskumu) — m^2/sek .

Jaunākā laikā pētījumus izdarījuši K a r m a n n's Achenā, P r o n d t l's — Getingenā un L i n d k v i s t s (Lindquist). Apsvērot šos pētījumus, Lindkvists atradis sekojošu formulu:

$$v = \frac{108,9}{1 + \frac{0,582}{\sqrt[3]{v \cdot R}}} \quad (29)$$

Vēl literātūrā sasopams liels skaits citu formulu, galvenā kārtā Šēzi koef. c noteikšanai. Lielai daļai formulu, to lietošanas atvieglošanai, sastādītas tabulas un nomogrammas. Jautājums paliek neizšķirts, kuŗa no formulām būtu tā labākā, atbilstu vislabāk praktiskām vajadzībām. Formulas sastādītas uz dažādi nostādītu mēģinājumu pamatiem, un formulu sastādītāji izgājuši no dažādādiem mēģinājumu novērtēšanas paņēmieniem. Par maz vēl ir mēģinājumi ar praktiskā darba apstākļiem. Būtu jāizdara attiecīgi mēģinājumi ar praktiskiem ūdensvadiem, kas darbojas dažādos apstākļos, ar dažādām ūdens īpašībām, un sakarā ar to radušamies dažāda biezuma, dažādas grumbulainības inkrustācijām. Arī paši materiāli, caurules, var būt izgatavotas ar dažādu rūpību, tātad kustības pretestības var būt dažādas. Novērojumi un pētījumi praktiskos apstākļos dotu materiālu formulām, tuvāk piemērotām praktiskām prasībām.

Šobrīd praksē ūdensvadiem visbiežāk lietotās formulas ir: Bazēna (15) ar koef. $k = 0,20$, mazā Kutera (16) ar $b = 0,25$ un Manninga (18). Zviedru inženieris E. Lindkvists uz Pasaules enerģijas konferences ierosinājumu izstrādājis referātu Skandināvijas kongresam 1933. g. Attiecīgi uz tipa formulām:

$$v = k \cdot R^x \cdot J^y \quad (3)$$

vai
$$\frac{h}{l} = k_z \cdot \frac{v^2}{d^5} \dots \dots \dots (3a)$$

viņš secina, ka šāda veida formulas vislabāk lietojamas spiediena zaudējumu resp. vidējā ātruma aprēķināšanai čuguna, tērauda, betona un koka vados. Ieteic sekojošas formulas:

a) čuguna vai tērauda, vai betona vadiem īsās sekcijās:

$$v = k \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

vai
$$\frac{h}{l} = k_z \cdot \frac{v^2}{d^{4/3}}$$

b) koka caurulēm vai betona vadiem garās sekcijās:

$$v = k_1 \cdot R^{0,625} \cdot J^{0,5}$$

vai
$$\frac{h}{l} = k_z \cdot \frac{v^2}{d^{1,25}}$$

Pie tam tomēr jāievēro, ka ātrumam vados jābūt ne visai mazam, nogulumu dēļ, kas var pārklāt sienas.

Vaļēju kanāļu un gultņu aprēķināšanai Lindkvists ieteic Manninga formulu:

$$v = k \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} \dots \dots \dots (18)$$

pieņemot $k = \frac{1}{n}$, pie kam n — pēc lielās Gangijē-Kutera formulas apzīmējumiem. Lindkvists un Striklers arī dod skaitļus tieši k noteikšanai šinī formulā: no k = 25—30, pie lieliem akmeņiem gultnē, līdz k = 100 pie gludām cementa virsmām, vai gludi noēvelētām plaņkām. Ūdensvadiem, kā jau minēts (18a), varētu pieņemt k = 77.

Dažādu formulu īpašības un viņu pielietošana plaši apskatīta: «Weyrauch-Strobel, Hydraulisches Rechnen 1930».

Inkrustācijas: Koef. noteikšana vadu lieluma aprēķināšanas formulās liela nozīme, kā redzējām, ir vadu sienu līdzenuma bojāšanās pieaugumu resp. inkrustāciju dēļ. Ir pacelts jautājums, vai nevarētu sekot šādu inkrustāciju sarašanās gaitai un sakarā ar to noteikt, cik ilgā laikā inkrustācijas jau varētu samazināt dzīvgriezumu tik stipri, ka vadi būtu jāatjauno. Uz šādu jautājumu grūti dot atbildi. Galvenā loma te ir vadāmā ūdens īpašībām. Tā, piem., novērots, ka kādā 150 m ūdensvadā, kas vada avota ūdeni, kuŗš satur dažādus sāļus, pēc 7—8 g. darbības bija jau pārklāta iekšpuse ar 50 mm biezām inkrustācijām, tā ka palika brīvs dzīvgriezums tikai 50 mm plats. Turpretim ir atkal citi avotu ūdensvadi, kas gadu desmitiem ilgi jau strādā un neuzrāda nekādas inkrustā-

cijas pazīmes.¹⁾ Ūdens īpašības nu var būt tik dažādas, ka atrast kaut kādu likumu inkrustāciju cēloņiem un to izveidošanās ātrumam nav nemaz iespējams. Gan saskatāma zināma nozīme cauruļu iekšējā nelīdzenumā, asfaltēšanas rūpībā, spiediena lielumā un vadu lielumā, ko visu varētu arī izteikt formulās, un tādas patiešām daži pētnieki arī ir uzstādījuši. Bet tā kā galvenais faktors tomēr ir un paliek vadāmā ūdens īpašības, tad šādām formulām lielu nozīmi piešķirt nevar. No praktiskiem piedzīvojumiem vislabākais līdzeklis, kā uzturēt vadiem to dzīvgriezumu labā stāvoklī, ir skalošana. Skalošana jāatkārto pēc iespējas bieži, cik pēc novērojumiem vajadzīgs, lai nogulšņi nesakrātos lielā daudzumā, tātad arī te galvenais noteicējs ir ūdens īpašības. Rīgā skalošanu izdara 2—3 reizes gadā.

Ja ūdenim tādas īpašības, ka ar skalošanu nevar vadus turēt tīrus un paliek iespēja to pilnīgai aizaugšanai, tad pacelas jautājums par tādu vadu atjaunošanas laiku. Visādā ziņā vadus projektējot jāparedz piesērēšanas iespēja un jāizpētī rūpīgi tie apstākļi, kas iespaido berzes koef. izvēli.

Atsevišķas kustības pretestības.

Garīem, taisniem vadiem atsevišķas kustības pretestības nav nozīmīgas, un tās var arī neapņēnināt atsevišķi. Bet īsiem vadiem un tādiem, kas ļoti bieži maina savu virzienu, kā horizontālā, tā arī vertikālā ziņā, vai arī dzīvgriezumu, tomēr jāievēro atsevišķas pretestības, kā: 1) ūdenim ietekot vadā, 2) likumos un likņos, 3) šķērsgriezuma maiņas gadījumā, 4) aizlaidņos. Praktiski arī daudzreiz dara tā, ka aprēķinātiem kritumiem resp. spiediena zaudējumiem taisnos vados, pieliek 10—25% atkarīgi no vada garuma un dažādu atsevišķu pretestību daudzuma, ņemot vērā arī varbūtējās inkrustācijas, sevišķi mazos vados. Tomēr dažreiz ir atsevišķu sūkļa daļu tik daudz, ka kustības zaudējumi jāaprēķina atsevišķi.

Sevišķas kustības pretestības aprēķina tādā veidā, ka t. s. ātruma augstumu $\frac{v^2}{2g}$ pareizina ar zināmu pretestības koef. k , un tā dabū spiediena zuduma lielumu h :

$$h = k \cdot \frac{v^2}{2g} = c \cdot v^2 \dots \dots \dots (30)$$

Apzīmējot atsevišķu pretestību koef. ar $k_1, k_2 \dots$ un normālās pretestības (taisnā vadā) ar k , visu kustību pretestību kopsuma tad ir:

$$\Sigma h = k_1 + k_2 + k_3 \dots + k) \cdot \frac{v^2}{2g}$$

¹⁾ Гениев стр. 315.

Ūdens ietece vadā ar vidējo ātrumu v . Ja spiediena augstums pie izteces vada no kādas tvertnes ir h , tad izteces ātrums ir:

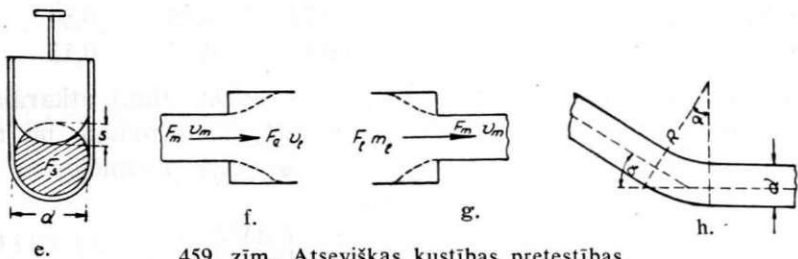
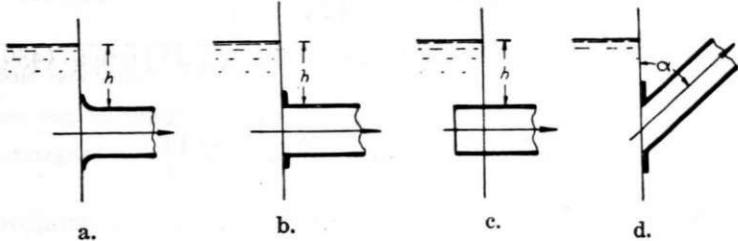
$$v = m \sqrt{2 g \cdot h}$$

vai

$$h = \frac{1}{m^2} \cdot \frac{v^2}{2g}, \text{ tātad šai gadījumā}$$

$$k_1 = \frac{1}{m^2} \dots \dots \dots (31)$$

m ir izteces koef. un tā lielums atkarājas no izteces cauruma īpašībām. Uz pētījuma pamata hidrologi atraduši sekojošus lielumus: ja izteces caurums ir noapaļots (459a. zīm.), tad $k_1 = 0,06 - 0,1$, ja tas turpretim ir ass (459b. zīm.), tad $k_1 = \text{līdz } 0,50$. Ja notekcaurules gals ieiet tvertnē (459c. zīm.), tad $k_1 = 0,56 - 1,30$. Pie ietece zem asa leņķa α (459d. zīm.), $k_1 = 0,5 + 0,3 \sin \alpha + 0,2 \sin^2 \alpha$.



459. zīm. Atsevišķas kustības pretestības.

Spiediena zaudējumi aizlaidņos, ja aizlaidnis ir pa mazai daļai aiztaisīts, nav lieli, bet pie stipri pamazināta caurteces šķērsriezuma zaudējumi var būt ievērojami. Ja apzīmējam ar F visu caurules šķērsriezumu, ar F_s — brīvo šķērsriezumu pēc aizlaidņa aizgriešanas un ar s — noslēgto šķērsriezuma augstumu (459e. zīm.), tad pēc W e i s b a c h'a ir sekojošas attiecības:

$$s = \frac{d}{8} \quad \frac{2d}{8} \quad \frac{3d}{8} \quad \frac{4d}{8} \quad \frac{5d}{8} \quad \frac{6d}{8} \quad \frac{7d}{8}$$

$$\frac{F_s}{F} = 0,948 \quad 0,856 \quad 0,740 \quad 0,609 \quad 0,466 \quad 0,315 \quad 0,159$$

$$k_2 = 0,07 \quad 0,26 \quad 0,81 \quad 2,06 \quad 5,52 \quad 17,0 \quad 97,9 \dots \dots \dots (33)$$

Ja ar aizlaidņiem jārēgulē caurteces daudzumi, tad labākais ir ar mēģinājumu iepriekš noteikt, pie kāda stāvokļa dabūjams vajadzīgais ūdens daudzums.

Šķērsriezuma maiņas pretestības. Ja šķērsriezuma maiņa notiek pamazām, caurteces daudzumam nemainoties, tad zaudējumi nav lieli un tāds šķērsriezuma maiņas veids ieteicams. Ja maiņa notiek uzreiz un caurteces daudzums nav mainījies, tad zaudējumi jāaprēķina. Apzīmējot ar F_m — mazās caurules šķērsriezumu un v_m — attiecīgo ātrumu, un ar F_1 — lielās caurules šķērsriezumu un v_1 — attiecīgo ātrumu, tad pie pēkšņas vada paplašināšanas (459f. zīm.):

$$h_3 = \frac{(v_m - v_1)^2}{2g} = \left(\frac{F_1}{F_m} - 1 \right)^2 \cdot \frac{v^2}{2g} = k_3 \cdot \frac{v_1^2}{2g}$$

$$\text{tātad } k_3 = \left| \frac{F_1}{F_m} - 1 \right|^2$$

Pēkšņas vada sašaurināšanās gadījumā (459g. zīm.) ir:

$$h_3 = k_3 \cdot \frac{v_m^2}{2g} \text{ ar } k_3 = \frac{0,0765}{m^2} + \left(\frac{1}{m} - 1 \right)^2 \quad (34)$$

pie kam tad var lielumus ņemt no tabulas:

$\frac{F_m}{F_1} =$	0,01	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0
$m =$	0,64	0,65	0,66	0,68	0,70	0,75	0,84	1,00
$k_3 =$	0,50	0,47	0,42	0,37	0,33	0,25	0,15	0,0

Spiediena zaudējumi likumos (459h. zīm.) atkarājas no caurteces novirzīšanās likuma sākuma, un likuma garumam un novirzīšanās leņķim sevišķa nozīme nav. Vada diametru apzīmējot ar d un vada ass likuma rādiiju ar R_1 , dabūjam:

$$K_4 = 0,13 + 0,16 \cdot \left(\frac{d}{R} \right)^{3,5} \quad (35)$$

Šāds zaudējums jāaprēķina likņa garumam un tad jāpieskaita zaudējumam taisnā vadā, likumam līdzīgā garumā.

Pēc Azerjera dažas vietējo pretestību koeficientu K lielumi redzami 20. tabulā.

Normālās vada pretestības arī jāizsaka ar augšā pieņemto formulu (30). Ja vada garums ir l , tad

$$v = c \cdot \sqrt{R \cdot J}, \text{ kur } J = \frac{h}{l}. \text{ Tātad}$$

$$h = \frac{v^2 \cdot l}{c^2 \cdot R} = \frac{2g \cdot l}{c^2 \cdot R} \cdot \frac{v^2}{2g} = k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

20. tabula.

Vietējās pretestības K lielumi.

Nosaukumi	K-lielums, neatka rīgi no diametra
Trijnieks caurejošs	1,0
Trijnieks pagrieziena	1,5
Trijnieks pretvirzienā	3,0
Ietece caurulē no rezervuāra	0,5
Iztece caurulē no rezervuāra	1,0
Ludlo aizlaidņi	0,5
Atsitējvārstulis, šķīvjuveidīgs	10,0
Pārejas uzmava (diametra maiņā)	0,3—0,36

Nosaukumi	K-lielums pie dažāda diametra — mm						
	13	19	25	32	38	50	Vairāk par 50
Leņķa gabals (ass pagrieziena 90°)	2,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0
Līknis (lēns pagrieziena 90°)	1,5	1,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
Aizlaidnis (aizgriezums uz taisna vada)	16,0	10,0	9,0	8,0	8,0	7,0	7,0

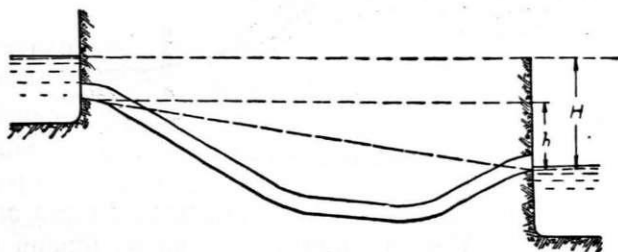
c var aprēķināt ar kādu no agrāk jau uzrādītām formulām, piem., ar mazo Kutera formulu, tad:

$$k = \frac{2g \cdot l}{\left(\frac{100\sqrt{R}}{0,25 + \sqrt{R}} \right)^2} \cdot R \dots \dots \dots (36)$$

Tad var visus zaudējumus izteikt ar jau uzrādīto formulu:

$$h = (k_1 + k_2 + k_3 + \dots k) \cdot \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (37)$$

Diķeru vai uz apakšu izliektu sifonvadu aprēķini (460. zīm.). Aprēķinam parasti dots sekundē caurvadāms ūdens daudzums q un vai caurteces ātrums v vai spiediena zaudējums diķerī h .



460. zīm. Diķeris.

Ja diķeris sastāv no viena paša cauruļu vada, tad tā šķērsgriezums $F = \frac{d^2 \pi}{4}$ un $v = \frac{Q}{F} = \frac{4Q}{d^2 \pi}$. Spiediena zudumi jāaprēķina saskaņā ar formulu (37), ņemot vērā kustības pretestības pie ieteces vadā, ja mainās šķērsgriezums, tāpat pie izteces no vada. Tāpat jāņem vērā kustības pretestības likumos un pašā vadā.

Ja diķeris sastāv no vairākiem dažreiz dažāda lieluma vadiem, tad aprēķinu izdara sekojošā veidā. Apzīmējot attiecīgos šķērsgriezumus, ātrumu un garumu ar f_1, v_1, l_1 ; $f_2, v_2, l_2 \dots$, un ar Q — kopīgi novadāmo ūdens daudzumu, tad

$$Q = f_1 v_1 + f_2 v_2 + \dots \dots \dots (38)$$

Spiediena zaudējumam h jābūt visos vados vienam un tam pašam, tātad (saskaņā ar formulu (10) 561. l. p.):

$$h = c_1 \cdot \frac{v_1^2}{d_1} \cdot l_1 = c_2 \cdot \frac{v_2^2}{d_2} \cdot l_2 \dots \dots \dots (39)$$

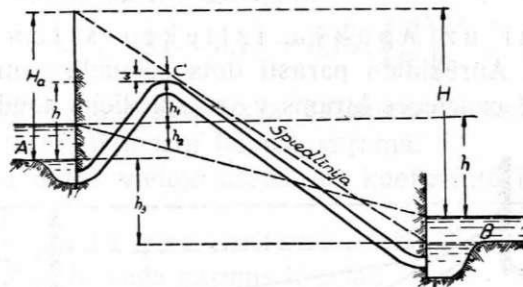
vai

$$v_1 = \sqrt{\frac{d_1}{c_1}} \cdot \sqrt{h}, \quad v_2 = \sqrt{\frac{d_2}{c_2}} \cdot \sqrt{h}.$$

Saskaņojot ar formulu (38) un ņemot $f = \frac{d^2 \pi}{4}$, dabūjam:

$$h = \frac{Q^2}{\frac{d_1^3 \pi}{4 \cdot c_1} + \frac{d_2^3 \pi}{4 \cdot c_2} + \dots} \dots \dots \dots (40)$$

Sifons (uz augšu izliektais). Sifonus vados ietaisa, ja ūdens jāvada pāri pār kādu kavekli (piem., kādu tiltu), pie kam tad sifona augstākā vieta paceļas pāri pār ūdens līmeni sifona ietecē. Piem., ja ūdens ar sifona palīdzību jānovada no augstāka rezervuāra (461. zīm. A)



461. zīm. Sifons.

uz zemāku rezervuāru (B), tad vada lieluma resp. ātruma aprēķināšanai jāņem vērā sekojošais. Vispirms jānoskaidro ūdens līmeņu starpība (h) abos rezervuāros, kas arī nosaka ūdens dzinējspēku sifonvadā. Šis ūdens

līmeņu starpība līdzīga ātruma augstuma lielumam sifona izteces galā + spiediena zudumam no berzes gar vada sienām + atsevišķiem spiediena zudumiem (piem., likumos). Visus šos lielumus var aprēķināt pēc agrāk jau dotām formulām (37), un pieskaitot klāt augstumus ($h_1 + h_2$) līdz visaugstākajam sifona punktam, no hidrauliskās krituma līnijas var iezīmēt spiedlīniju. Ja iezīmētā līnija nāk pāri pār sifonvadu, tad nav jābaidās, ka, ūdenim tekot, strāva varētu pārtrūkt no gaisa pretestības, kas sakrājas augstākajā vietā (tā nosūkšanai jāparedz gaisa pumpis). Spiedienam sifonvadā jābūt lielākam par spiedlīnijas pacelšanos ($h_4 + s$) pāri pār augstāko baseina ūdens līmeni. Ja pēdējais lielums būtu lielāks par spiedienu vadā, tad ūdens sifonā nevarētu tecēt. Gaisa spiediens līdzinās ap 10 m ūdensstaba un tad minētais lielums ($h_4 + s$) varētu būt tikai 7—8 m; un praktiski būtu pielaižams vēl mazāk (ap 6 m). Kas attiecas uz apakšējā baseina dziļumu pret sifona visaugstākās vietas līmeni, tad tas nav sevišķi ierobežots, tikai jāregulē ātrums, lai tas nebūtu tik liels, ka strāva sifonvada apakšējā daļā varētu notrūkt, jo vadam jābūt arvien pilnam.

Sifons sāk strādāt, ja to piepilda ar ūdeni vai izsūc gaisu. Ātrumu sifonā pielaiž 0,7—1,0 m/sek.

Par sifonvadiem aku apvienošanai jau bija agrāk minēts (199. l. p.).

Sifona caurteces daudzumu Q var iepriekšējiem aprēķiniem uzziņāt ar formulu:

$$Q = m \cdot F \cdot \sqrt{2g \cdot H} \dots \dots \dots (41)$$

kurā m apzīmē koef., kas, atkarīgi no sifonvada veida, pieņemams 0,7—0,8 un tikai pie sevišķi neizdevīgiem hidrauliskiem apstākļiem ņemams $=0,5$. Augstums H ir līmeņu starpība resp. visu zaudējumu un spiedienu starpības kopsumma starp sifonvada ietece un iztece galu.

Spiediena zaudējumu aprēķināšana lokānās caurulēs (šļūtenēs). Šļūtenes, atkarīgi no materiāla un izgatavošanas veida, var būt ar dažādu nelīdzenumu. Pēc Frīmaņa var aprēķināšanai lietot formulu:

$$J = n \cdot \frac{v^2}{d} \dots \dots \dots (42)$$

v un d — izteikts metros.

$n = 0,00090$ — gumijas šļūtenēm.

$n = 0,00088$ — gludām, gumētām šļūtenēm.

$n = 0,00100$ — nelīdzenaām, gumētām šļūtenēm.

$n = 0,00210$ — parastām kanepāju šļūtenēm.

Var arī rēķināt ar sekojošo Frīmaņa formulu:

$$v = \frac{c}{2} \sqrt{J \cdot d} \dots \dots \dots (43)$$

ar:

c = 68,2 — ļoti gludām gumijas šļūtenēm.

c = 66,5 — ļoti gludām, iekšpusē gumētām šļūtenēm.

c = 49,5 — nelīdzenām, iekšpusē gumētām šļūtenēm.

c = 43,3 — parastām kaņepāju šļūtenēm.

Lieto arī formulu:

$$J = m \cdot \frac{Q^2}{d^5} \dots \dots \dots (44)$$

pieņemot Q — litros/sek. un d — centimetros, pēc Fanninga:

m = 30 — negumētām šļūtenēm.

m = 25 — nelīdzenām, gumētām šļūtenēm.

Spiediena zaudējumi (metros) 100 m garā nelīdzeni gumētā šļūtenē pie dažādiem diametriem un ūdens daudzumiem (litros minūtē) ir:

d mm	Ūdens daudzumi 1/min.						
	250	300	400	500	600	700	800
50	13,9	20,0	35,6	55,6	80,0	—	—
60	5,58	8,04	11,3	22,4	32,2	43,8	57,2
65	3,74	5,39	9,58	15,0	21,6	29,3	38,3
75	1,88	2,63	4,69	7,34	10,5	14,3	18,7

Brīvi iztekošas strāvas augstumu var noteikt ar Lueger'a formulu:

$$H = \frac{H_0}{1 + \varphi \cdot H_0} \dots \dots \dots (45)$$

ar apzīmējumiem:

H — vertikālās strāvas augstums — m,

H₀ — vajadzīgais brīvais spiediens uzgāļa galā — m,

φ — koef., ko var aprēķināt ar formulu:

$$\varphi = \frac{0,00025}{d + 1000 d^3}$$

kur d — uzgāļa izteces diametrs — m.

No formulas (45) var atrisināt:

$$H_0 = \frac{H}{1 - \varphi \cdot H} \dots \dots \dots (45a)$$

Piem.:

d = 15 mm, φ = 0,0136,

H = 10 m, H₀ = 11,6 m

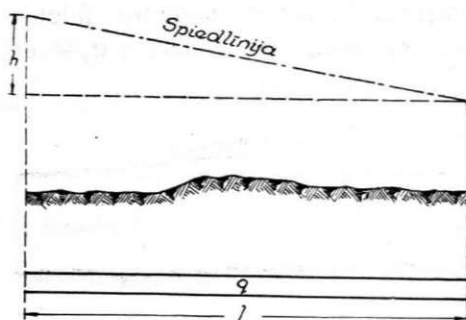
d = 20 mm, φ = 0,00893,

H = 10 m, H₀ = 11 mH = 20 m, H₀ = 24,3 m

Lueger'a formulas lietojamas pie vertikālām strāvām (fontāniem); uguns dzēšanas šļūtenes tomēr nav vertikālas, tādā gadījumā izteces strāvas augstums samazinās atkarīgi arī no šļūtenes slīpuma. Amerikas inženieris Frīmanis izpētījis attiecības starp slīpu strāvu un vajadzīgo brīvo spiedienu šļūtenes uzgaļa galā. Tā, piem., ja uzgaļa $d=25,4$ mm, un gumētas kaņepāju šļūtenes $d=63,5$ mm, tad pie tā paša šļūtenes garuma 20 m augstai vertikālai strāvai atbilst strāva ar $60-70^\circ$ slīpumu 16,5 m, vai pie 32° — 15 m augstai. No tādas šļūtenes var izšļākt ap 640 l/min., pie kam ūdens spiedienam pie hidranta vai šļirces pieslēguma vajaga būt pie 30 m garas šļūtenes ap 28 m, pie 60 m — 33 m un pie 120 m — 41 m.¹⁾

Spiediena zaudējumu aprēķināšana dažādos slodzes gadījumos.

Ja vadā slodze negrozās, t. i. no sākuma līdz beigām jāvada viens un tas pats ūdens daudzums (462. zīm.), tad spiedlīnijas kritums ir



462. zīm. Vads ar negrozīgu slodzi.

vienmērīgs. Spiediena lielumu h vada sākumā var aprēķināt ar jau pazīstamām formulām, piem., Manninga formulu (18b. 570. l. p.):

$$h = \frac{0,0011}{\sqrt[3]{d}} \cdot \frac{v^2}{d} \cdot l = 0,00174 \cdot \frac{Q^2 \cdot l}{d^{5,33}} \dots \dots \dots (46)$$

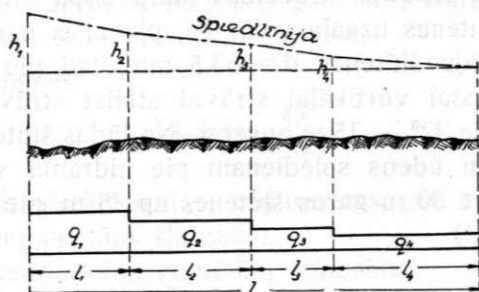
Vadus ar negrozīgu slodzi atsevišķos gabalos aprēķina līdzīgā kārtā, katru gabalu atsevišķi, un kopīgais spiediena zudums tad ir summa no visiem daļu zudumiem. Tātad (463. zīm.):

$$h = 0,00174 \cdot \left(\frac{q_1^2}{d_1^{5,33}} \cdot l_1 + \frac{q_2^2}{d_2^{5,33}} \cdot l_2 + \dots \frac{q_n^2}{d_n^{5,33}} \cdot l_n \right) \dots (47)$$

Tāds slodzes gadījums ir, ja no galvenā vada ūdeni noņem tikai atsevišķi ielu vadi, tātad gadījums noder galvenā vada aprēķināšanai.

¹⁾ Attiecīgas tabulas min Genijevs, 320.—321. l. p.

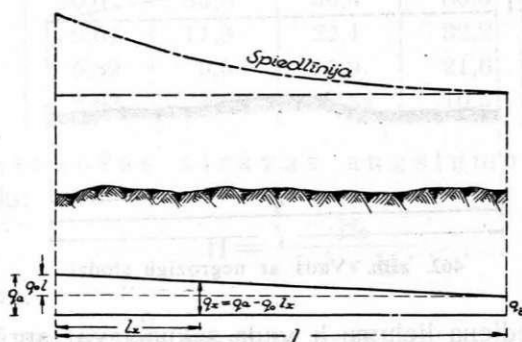
No vada izņem vienmērīgi zināmu ūdens daudzumu (464. zīm.), kāds gadījums ir, ja līdzīga lieluma māju pievienojumus uzskata par vienmērīgiem ūdens noņēmējiem. Ar katru garuma



463. zīm. Vads ar negrozīgu slodzi dažādos vada gabalos.

vienību, pieņemot vada diametru negrozītu, pazeminās spiediena zaudējumi un spiedlīnija pieņem paraboles veidu.

Apzīmējot uz garuma vienības noņemto ūdens daudzumu ar q_0 , attālumā l_x no sākuma būs noņemts daudzums $q_x = q_0 \cdot l_x$. Ja sākumā l_x



464. zīm. Vads ar vienmērīgu slodzes pamazināšanos.

ūdensvadā bija daudzums q_a , tad attālumā l_x būs: $q_a - q_0 \cdot l_x$ un spiediena zaudējums šai vietā būs (pēc formulas 46):

$$h_x = 0,00174 \cdot \frac{(q_a - q_0 \cdot l_x)^2}{d^{5,33}} \cdot l_x$$

Nemot bezgalīgu mazu daļiņu no $l = dl$, var uzstādīt diferenciālnolīdzinājumu:

$$\begin{aligned} dh &= \frac{0,00174}{d^{5,33}} (q_a - q_0 \cdot l_x)^2 \cdot dl \\ &= \frac{0,00174}{d^{5,33}} (q_a^2 - 2q_a \cdot q_0 \cdot l_x + q_0^2 \cdot l_x^2) \cdot dl \end{aligned}$$

Integrējot dabūjam:

$$h = \frac{0,00147}{d^{5,33}} \left(q_a^2 \cdot l - 2 q_a \cdot q_0 \cdot \frac{l^2}{2} + \frac{q_0^2 \cdot l^3}{3} \right) \\ = \frac{0,00174}{d^{5,33}} l \cdot \left(q_a^2 - q_a \cdot q_0 \cdot l + \frac{q_0^2 \cdot l^2}{3} \right) \dots (48)$$

Patiesībā zināmā ielas gabalā māju attālumi un arī māju lielumi nav vienādi, un tādēļ arī vienmērīga ūdens noņemšana nebūs, un aprēķins ar formulu (48) dod izdevīgākus spiediena zudumus nekā tie patiesībā sagaidāmi. To ievērojot, var zināmam ielas gabalam vienkārši un praktiski tikpat pareizi rēķināt ar formulu:

$$h = \frac{0,00174 (q_a + q_b)^2}{d^{5,33}} \cdot l \dots (49)$$

Piem. Uz 100 m gaŗa vada $d = 200$ mm, ir uz katrēm 20 m nozarojums ar 2 sl., un vada galā vēl vajag palikt tālāk vadišanai 14 sl. Tad ir $q_0 \cdot l = \frac{100}{20} \cdot 2 = 10$ sl., tātad $q_a = 10 + 14 = 24$ sl. un $q_b = 14$ sl. Ja sadalījums būtu vienmērīgs, tad q_0 būtu $\frac{10}{100} = 0,1$ sl.

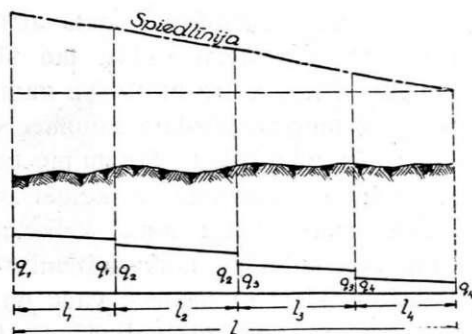
Ar formulu 48 dabūjam:

$$h = \frac{0,00174}{0,200^{5,33}} \cdot 100 \left(0,024 - 2 \times 0,024 \times 0,0001 \cdot \frac{100}{2} + \frac{0,0001^2 \cdot 100^3}{3} \right) = 0,312 \text{ m,}$$

bet ar formulu 49:

$$h = \frac{0,00174}{0,200^{5,33}} \left(\frac{0,024 + 0,014}{2} \right)^2 \cdot 100 = 0,335.$$

Pēdējie rezultāti praktiski arī pareizi un vieglāk aprēķināmi.



465. zīm. Vads ar vienmērīgu slodzes samazināšanos dažādos slodzes maiņas gabalos.

Vadus ar vienmērīgu slodzes pamazināšanos dažādos slodzes maiņas gabalos (465. zīm.) aprēķina ar iepriekš attīstītām formulām. Ar formulu (48 vai 49) aprēķina zaudējumus katrā vada gabalā un tad sakopo.

Apvienotu vadu savstarpīgas slodzes attiecības. Tādi gadījumi ūdens ietaisēs nav reti, kad apgādājamai vietai pievadāmais ūdens sadalīts uz 2 vai vairāk dažāda lieluma vadiem. Šādos gadījumos no svara zināt, cik lieli ūdens daudzumi tek katrā vadā. Formulu (46) var arī izteikt:

$$Q^2 = \frac{h \cdot d^{5,33}}{1,00174} \quad (46a)$$

Attiecības starp ūdens daudzumiem 2 vados tad ir:

$$\frac{Q_1^2}{Q_2^2} = \frac{h_1 \cdot d_1^{5,33}}{h_2 \cdot d_2^{5,33}} = \frac{h_1 \cdot d_1^{5,33} \cdot l_2}{h_2 \cdot d_2^{5,33} \cdot l_1}$$

Tā kā spiediena zaudējumiem visos vados jābūt vienādi lieliem (t. i. $h_1 = h_2$), tad:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{d_1^{5,33} \cdot l_2}{d_2^{5,33} \cdot l_1}}$$

Tā noskaidrojot ūdens daudzumus, var aprēķināt arī spiediena zaudējumus h ar formulu (46).

39. Vadu konstrukcija.

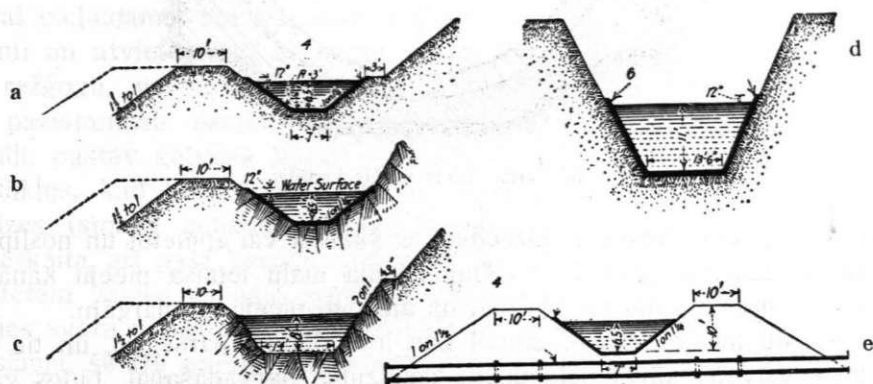
No ūdens ieņemšanas vietas līdz krātuvei ūdeni var pievadīt vai ar pašteču vai spiedējvadiem, kamēr no krātuves līdz izdalīšanas tīklam un izdalīšanas tīklā ūdensvadi ir spiedējvadi. Pašteču vadi ir lētāki kā spiedējvadi, un ja vien ūdens ieņemšanas vieta atrodas tik augstu pret krātuvi, ka ūdens var tecēt pašteču vados, tad tādiem jānodrošina priekšroka pret spiedējvadiem. Tādēļ katrā atsevišķā gadījumā, kad var izvēlēties starp abām vadu sistēmām, jāizdara saimnieciska kalkulācija, kura no abām sistēmām var būt izdevīgāka. Jāņem pie tam arī vērā, ka degvielas un algas var ar laiku paaugstināties, kamēr pašteču vadi neprasa uzturēšanai lielus izdevumus. Liela loma kalkulācijā ir arī ietaisēs drošībai. Var būt pie tam izdevīgs tāds gadījums, kad no ieņemšanas vietas līdz pilsētai novada ūdeni ar pašteču vadu un te to pumpē spiedkrātuvē. Šādi dažādi apstākļi jāieslēdz kalkulācijā, ja apstākļi to prasa.

a) Pašteču vadi.

Pašteču vadi var būt vai vadi ar brīvu ūdens līmeni, vai spiedējvadi, kas stāv zem dabiska spiediena. Parasti gan būs jāastopas ar abiem veidiem, un spiedējvadus (diķerus) izvēlas ar to nolūku, lai

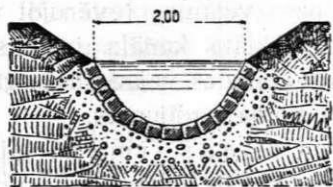
izbēgtu no gariem, dabisku šķēršļu (augstu kalnu vai dziļu ieleju) apejas vadiem ; un lai tāpat izbēgtu no tuneļiem vai akvaduktiem (vadu tiltiem). Vadi ar brīvu ūdens līmeni var būt nepārklāti vai pārklāti. Viens vai otrs veids atkarājas no būves un ekspluatācijas izdevumiem, bet arī ietaises darbības drošībai un uzticamībai var būt izšķirīga loma. Nepārklātie vadi var būt izbūves ziņā lētāki, jo atkrīt pārklājuma izmaksa, bet galvenie ļaunumi ir tie, ka no izgarošanas ceļas ūdens zaudējumi, ziemas laikā vadi cieš no sala, vasarā no karstuma, un ūdens pieejams netīrumu ietīkšanai. Tirturēšana un aizsargāšana no stādu saknēm, no grauzējiem un t. t. prasa izdevumus.

Nepārklātus ūdensvadus var vienkārši izbūvēt kā zemes grāvjus (466. zīm.), bet tad tie jātaisa ar mazu kritumu, lai ātrums ne-

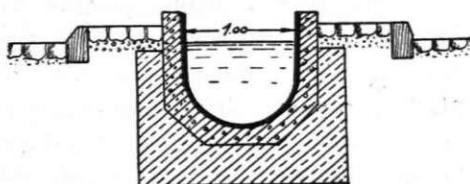


a — 4 col. dzelzbetona izoderējums, b — vienkārša betona aplikums, c — cieta grunts, d — Klanatas p., ar betona izoderējumu, e — 4 col. dzelzbetona izod. un betona drena

466. zīm. Vaļēji kanāļi.



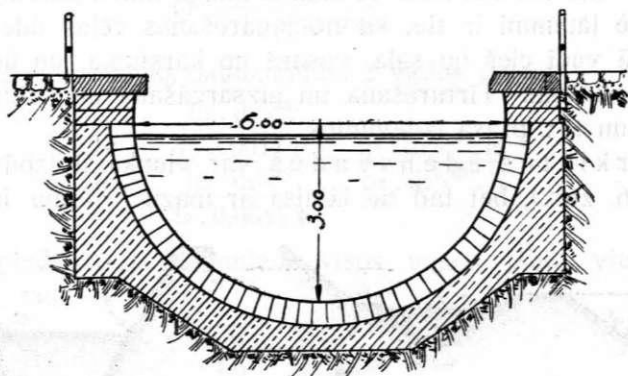
467. zīm. Izbruģēts vaļējs kanālis.



468. zīm. Mazs vaļējs kanālis.

būtu liels (ne lielāks par 0,6 m/sek.) un ūdens neizskalotu grāvja nogāzes un dibenu. (Tā, piem., Parīzes Ūr (Ourcq) kanālim ir $J=0,0000625$, Karaļauču — $J=0,00014$.) Zemes kanāļu būvei Amerikā izstrādāti sevišķi tipi (466. zīm.). Ja ātrums pārsniedz 0,6 m/sek., tad zemes kanāļu sienas ir jānostiprina, vai nu apliekot sienas un dibenu ar betona plātnēm, vai vismaz tās nobruģējot (467. zīm.). Tomēr labāk ir, ja kanāļus taisa

mūra vai betona. Mazākus betona kanāļus var sastādīt no ārpus būves grāvja, fabrikveidīgi, izgatavotiem betona kanāļu gabaliem, kurus tad ieliek būves grāvī vai uz pabērtas noblīvētas smilts paklāja, vai liesa betona (468. zīm.), un sadursmes noblīvē ar cementa javu. Lielākus kanāļus var taisīt būves grāvī, ar pusriņķa šķērsriezumu (469. zīm.),



469. zīm. Liels vaļējs kanālis.

betona iekšpusi izliekot ar ķieģeļiem uz šķautni vai apmetot un noslīpējot gludi ar cementa javu 1:2. Gar kanāļa malu ietaisa pieeju kanālim, zāles vai piesērējumu novākšanai un aizžogo pieeju ar margām.

Kā jau minēts, atklāti kanāļi gan ir lētāki kā pārsegtie, un tie var noderēt galvenā kārtā liela ūdens daudzuma pārvadāšanai, tādos gadījumos, kad ūdens zaudējumiem nav liela nozīme, tāpat arī netīrumu ietīkšana nav nozīmīga, piem., ūdens pievadīšanai dzelzceļa stacijām vai spēka centrālēm, t. i. tādos gadījumos, kad ūdens nav domāts tiešai būvīšanai. No higiēniskā viedokļa dzeramā ūdens pievadīšana no avotiem līdz spiedrezervuāriem vaļējos vados gan nav vēlama. Ievērojot to, ka kanāļu pārsegšana tomēr, samērā ar nepārklāta kanāļa izmaksu, nemaksā daudz vairāk, pie mūsu klimata ūdens apgādes vajadzībām gan atklātus kanāļus lietos tikai varbūt kādos izņēmuma gadījumos.

Pārklātos ūdensvadus ar brīvu ūdens līmeni taista betona, dzelzbetona, vai ķieģeļu mūra, ja pārvadāmais ūdens daudzums ir liels. Ja ūdens daudzums nav liels, var lietot glazētas māla, betona vai cita materiāla caurules. Kanāļu šķērsriezuma veids un lielums atkarājas no vadāmā ūdens daudzuma un no rīcībā esošā krituma, tātad iespējamā ātruma. Kritums cik iespējams jāpieskaņo zemes virsas kritumam.

Pārklātus kanāļus vai nu iebūvē zemē, vai apber ar zemi, ja tie nāk pilnīgi vai pa daļai pāri pār zemes virsu. Ar to kanāļi arī aizsargāti pret temperatūras iespaidiem: ziemā sala, vasarā karstuma. Zemes apberu-

nam, pie mūsu klimata, jābūt 1,5 līdz 2 m biežam. Uz kanāliem zināmā attālumā jāietaisa iekāpjamās akas, lai varētu kanālu iekšpusi pārbaudīt, vai nav defekti mūrī, un vai nav nogulumi. Ja kanāli lieli un tā izveidoti, ka pa tiem var staigāt, tad aku attālumi var būt lieli, līdz 1 km, turpretim pie mazākiem kanāliem, atkarīgi no lieluma, aku attālums var būt 100—200 m. No virsas akas noslēdz ar aizslēdzamu ietaisi.

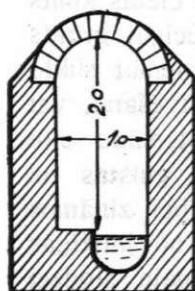
Kanāli jātaisa uz stipriem, uzticamiem pamatiem, jo citādi tie varētu nevienādi sēsties un dabūt plaisas. Ja būves grunts pietiekami stipra, tad mākslīgi pamati nav vajadzīgi. Mīksta grunts, kas satur humusu, nevar nest lielāku slodzi kā $0,4 \text{ kg/cm}^2$, mālaina zeme — $0,8 \text{ kg/cm}^2$, smilts ar granti vai akmeņiem — 1 līdz 5 kg/cm^2 un tikai uz cietas klints varētu rēķināt līdz 10 kg/cm^2 . Ja slodze lielāka par attiecīgai grunts šķirai pielaujamo, tad vajadzīgi mākslīgi pamati, vai nu izņemot slikto grunti un atvietojojot to ar sausu, rupju smilti ar labu noblīvēšanu, vai ar režģogu, vai mākslīgu grunts sablīvēšanu, vai lietojot kādu citu no pazīstamiem pamatošanas paņēmieniem. Slodze, kas gulstas uz kanāli, pastāv galvenā kārtā no uzbērtas zemes slodzes, bet zināmos apstākļos, kad kanālis ievietots zem braucamā ceļa, arī no kustīgās slodzes (smagā automobiļa). Uz grunts zem kanāļa pamata slodzei jāpieskaita arī paša kanāļa, pildīta ar ūdeni, svars. Starp sausām, noblīvētām zemes daļiņām pastāv zināma sakabe (kohezija), ar ko daļa zemes svara netiek pārnesta uz kanāļa virsas noslogojuma, bet aizbeļot ar slapju, šķidru grunti, viss zemes svars gulstas uz kanāļa virsu. Turpretim cietā klintī tunelveidīgi ietaisītam kanālim slodze ir līdzīga nullei, jo kanāļa izmērējums te tikai uzskatāms kā apšuvums. Īstie apstākļi atradīsies starp šām divām robežām, šķidra grunts uzbēruma un stipras klints ieslēguma.

Kanāļu sienu biežums jāaprēķina ar pazīstamiem būvmechanikas paņēmieniem, zinot no vienas puses slodzes sadalījumu un no otras puses attiecīga materiāla pretestību.

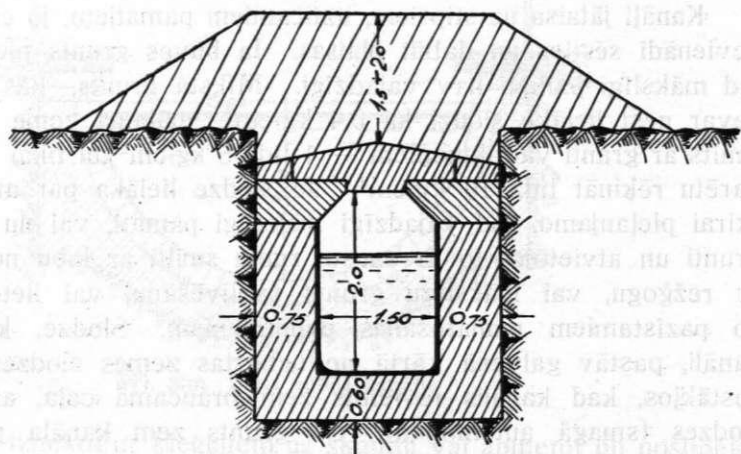
Kanāļu šķērssgriezumi var būt ļoti dažādi: apaļi, ovāli, četrstūrāini, pakavveidīgi u. t. t. Hidrauliski visizdevīgākais šķērssgriezums ir aplveidīgais, jo tā hidrauliskais radijs ir vislielākais pie vismazākās šķērssgriezuma platības. Tomēr nav arvien iespējams izlietot aplveidīgo šķērssgriezumu, jo būvnieciski tas var izrādīties par neizdevīgu, sevišķi, kas attiecas uz slodzes sadalīšanu. No cita veida šķērssgriezumiem ir hidrauliski vispieņemamākie tie, kas ir tā izveidoti, ka tajos var iezīmēt apli vai daļu apla ar normāla ūdens dziļuma radiju. Bet arī tāds veids ne arvien ir iespējams, un kanāļa veids un izvedums jāsaprāta ar dažādām prasībām: pieejamiem materiāliem,

topografiskiem un ģeoloģiskiem apstākļiem, kanāļa pieejamību, drošību un t. t.

Četrstūrains šķērsriezums var no virsas būt pārklāts ar velvi (470. zīm.) vai plakānu pārklājumu, kas var būt no lielāka plata akmens (471. zīm.). Iekšpus sienas, vismaz līdz augstākajam ūdens līmenim, jāapliek ar gludu, noslīpētu apmetumu no cementa javas 1:2



470. zīm. Arcueil (Fr.) vads.



471. zīm. Akmeņiem noklāts vads.

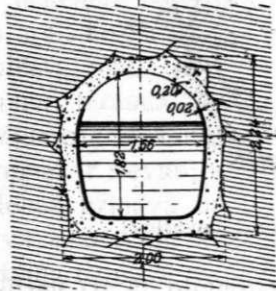
vai 1:1½, biezumā 20—30 mm. Gludam apmetumam uzdevums nevien samazināt berzes pretestības, bet arī izsargāt sienas no ūdens caursūkšanās, un lai nevarētu nekur pieķerties kādas nejauši ūdenī ietikušas vielas. Ar to nolūku arī stūri jānoapaļo.

Kanāļu augstums atkarājas no tā, vai tos domāts taisīt tāds, kā tajos var staigāt, vai nē. Staigājami kanāļi būtu jātaisā vismaz 1,8—2,0 augsti un platāki par ūdenim vajadzīgo platumu, lai varētu mazākais vienā pusē ietaisīt banketu staigāšanai ārpus ūdens līmeņa (470. zīm.). Tādā veidā būve pārvēršas par galeriju, kuŗas apakšējā daļā ieņem vietu samērā neliels ūdensvads. Gan var galerijā gar sienām novietot elektrības vadus, telefona vadus un t. l., tomēr galerijas izbūve, varētu teikt, nevajadzīgi sadārdzina ūdensvadus. Tādus vadus, kuŗos pēc ūdens izlaišanas var iekļūt, piem., ar ierāpšanos, nav vajadzīgs ievietot galerijās. Mazāku vadu tīturēšanai jāietaisa iekāpjamās akas, bet bojāšanās gadījumā tie jāatrok. Tagad vadu galerijas sastopamas retāk, bet senāk tās bija sevišķi iemīļotas Francijā, piem., Arcueil akvadukts (470. zīm.), ar platumu 1 m un augstumu 2 m. Arī Parīzē daži ūdens pievadi ietaisīti galerijās.

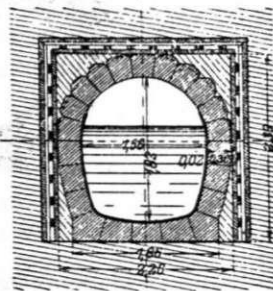
Kanāļu apakšējā daļa, klons, var būt taisīta no betona, bet sienas

plieņu mūra, ķieģeļu mūra, betona, dzelzbetona, un tāpat arī pārklājums no tādiem pašiem materiāliem. Visādā ziņā iekšpusei jābūt gludai, un ja lietotais materiāls nedod tieši gludu virsmu, tad vajadzīgs gluds, noslīpēts apmetums. Tāpat arī pārklājuma virspuse jāapklāj ar blīvu apmetumu un slīpu virsu, lai iesūcies zemē ūdens varētu notecēt uz vada sānu pusi.

Ja vadi jāvada cauri klints kalnam tuneļveidīgi, arī tad sienas jānolīdzina ar betona aplikumu un gludu apmetumu (472. zīm.). Nedrošā klintī jāatstāj tuneļa nostiprinājums un jāaizpilda starpa starp tuneļu un kanāļu sienu ar mūri vai betonu (473. zīm.). Nedrošā klintī tomēr

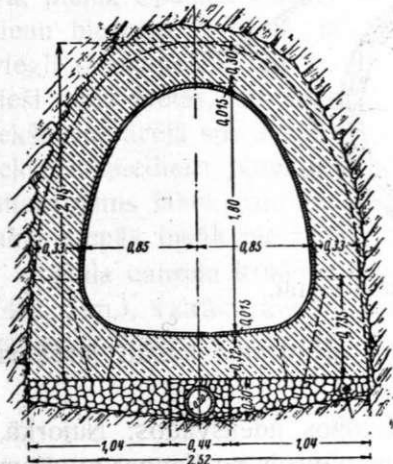


472. zīm. Ūdens tunelis klintī (Vīnē).

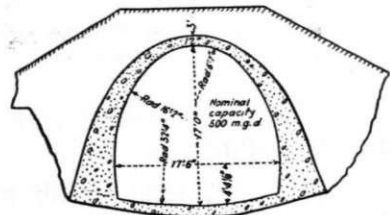


473. zīm. Ūdens tunelis nedrošā klintī.

četrstūra veids kanāļiem nav sevišķi ieteicams. Statiskā ziņā labāki tie profili, kas apakšā ir platāki kā augšā. Tāda veida profili lietoti daudz vietās lielākiem ūdensvadiem, piem., Minchenē (474. zīm.). Arī Ņujorkas gruntsūdensvadi no Ketskila (475. zīm.) kalnāju rajona izveidoti ar platu un plakanu apakšu, ar liela radija dibenu.

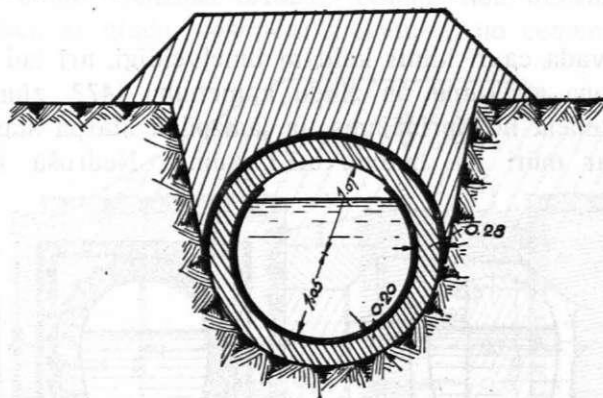


474. zīm. Minchenes ūdensvada tunelis.



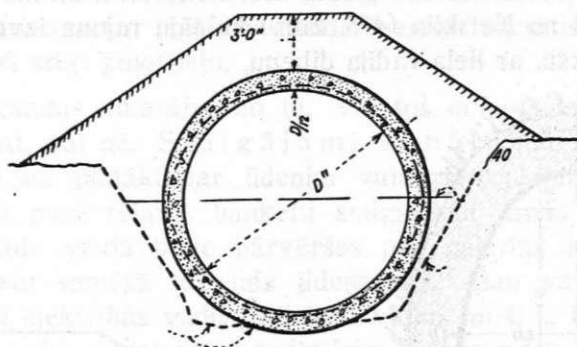
475. zīm. Ņujorkas Ketskila ūdensvads.

Ja apstākļi labvēlīgi un grunts uzticama, var lietot apļveidīgu profilu (476. zīm.), kur apakšējo daļu var mūrēt tieši uz ar šablona palīdzību noraktas grunts. Tas tomēr ir tikai tad iespējams, ja grunts sastāv no sausa, cieta materiāla, kas neapbirst rokot un kas dod pietiekamu balstu



476. zīm. Apaļš vads labā būvgruntī.

uzņemt virsējās velves spiediena, kā horizontālo, tā arī vertikālo komponenti. Ja grunts tāda nav, tad būtu jātaisa zem apļa pamati un arī sienas jāmūrē biežākas, vai jāieliek dzelzs stiebrojums, ja taista betona kanāli (477. zīm.). Tādos gadījumos gan izmaksas ziņā apļveidīgais profils nebūs izdevīgāks par četrstūrīno.



477. zīm. Tipisks dzelzbetona profils.

Apļveidīgos kanāļos maksimālais ūdens daudzums kanālī jārēķina pie 0,7 d. pildījuma.

Apāļi, apļveidīgi profili tiek lietoti daudzos ūdensvados: Ņujorkā, Vašingtonā, Neapolē un c. Arī Parīzes ūdens pievads no Vannes avotiem ir ar apļveidīgu profilu (478. zīm.) uz 136 km garuma ar diam. 2 līdz

2,10 m. Šim vada profilam ir balstos (pakājēs) lielāks sienu biezums kā slēgumā (cekulā) un dibenā. Kanālis izbūvēts no pildakmens mūra vai betona un iekšpusē apmests ar 2 cm biezu, gludu apmetumu.

Pašteču vadiem ierobežots vislielākais kritums resp. spiediens, jo ātrums nedrīkst pārsniegt zināmas robežas, lai vadus nebojātu liela berze. Tāds vislielākais ātrums no praktiskiem novērojumiem būtu pieļaujams 3 līdz 5 m sek., atkarīgi no materiāla un ūdens īpašībām (vismazākam ātrumam jābūt vēl pietiekamam, lai aizkavētu ūdenī ietikušo vielu nogulšanos). Ja vada kritums būtu lielāks par pieļaujamo, tad tas jāreducē vai ar pārgāzēm, vai ar sevišķi iebūvētiem krituma pārtraukuma nelieliem baseiniem.

M a z u s p a š t e č u v a d u s t a i s a n o g a t a v ā m f a b r i k v e i d i g i i z g a t a v o t ā m c a u r u l ē m : m ā l a , b e t o n a v a i d z e l z b e t o n a , r e t i n o c i t i e m m a t e r i ā l i e m (č u g u n a , t ē r a u d a) . G l a z ē t a s m ā l a c a u r u l e s l i e t o l i d z $d = 0,5$ m. Māla caurules ir vienā galā ar uznavu, kuŗas iekšpusē ($1/2$ — $2/3$ uznavas gaŗuma) ir rievās; otrs (astes) gals ir līdzens, ar rievām ārpusē. Astes galu iebāž uznavā un brīvo starpu (ap $1/2$) uznavā piepilda ar eļļā vai darvā samērcētu kaņepāju virvi, to iedrivē blīvi un tad pārpalikušo tukšumu uznavā aizpilda ar cementu (479. zīm.). Māla caurules noliek vai tieši uz cietas nolīdzinātas zemes, vai liek uz betona pamata.

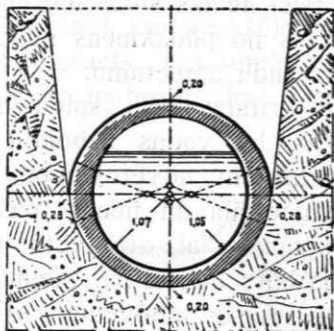
B e t o n a v a i c e m e n t a c a u r u l e s , l i d z 1,0 m d i a m e t r ā , i z g a t a v o b e z u z n a v ā m , b e t a r g a l o s i e t a i s ī t ā m g r o p ē m (480. zīm.). Salaides noblīvējumu izdara ar cementu, kas labi jānogludina caurules iekšpusē. Noliek tāpat kā māla caurules uz nolīdzinātas zemes.

D z e l z b e t o n a c a u r u l e s l i e t o t a s ū d e n s v a d i e m d a u d z v i e t ā s , s e v i š ķ i A m e r i k ā (481. zīm.), pat lieliem profiliem un pie liela spiediena. Tā, piem., Spānijā, Tuenā, būvēts dzelzbetona spiedējvads ar $d = 4$ m, sienu biezums 19,7 cm, pie 30 m ūdens spiediena. Dzelzbetona profili viegli pieskaņojami vietējām prasībām, un dzelzs stiegrojumu var ielikt tieši tanīs vietās, kas padotas stiepes piepūlēm, tātad tuvāk pie caurules iekšpuses ārējā spiediena pārkuma gadījumos un tuvāk pie ārpusē pie iekšējā spiediena pārkuma. Pie normāliem apstākļiem, pašteču vadus, stiegrojums jāliek caurules augšā un apakšā tuvāk pie iekšpuses, kamēr abās sienās tuvāk pie ārpusē, ja stiepes piepūles to prasa.

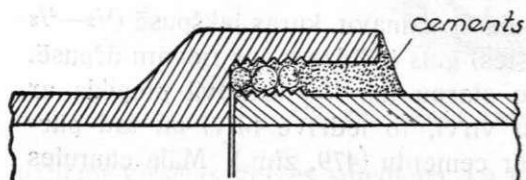
Māla cauruļu krājējvadi paredzēti Cēsu pilsētas ūdensvada projektā (482. zīm.), vairāku avotu ūdens uzņemšanai un pievadīšanai pie pumpētavas krātuves, no kurienes tas jāpaceļ uz spiedrezervuāru.

b) Ieleju krustojumi.

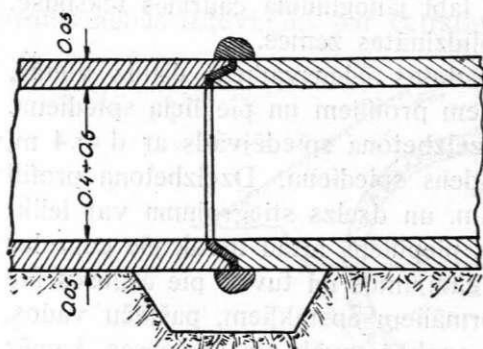
Vadu pārvešanai pār dziļām ielejām, upēm vai dažādiem citiem dabīgiem vai māksligiem šķēršļiem vajadzīgas sevišķas inženieru būves.



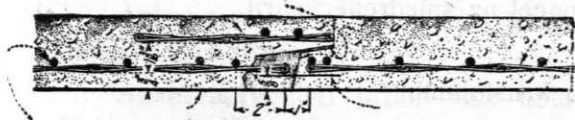
478. zīm. Parīzes Vannes ūdensvada profils.



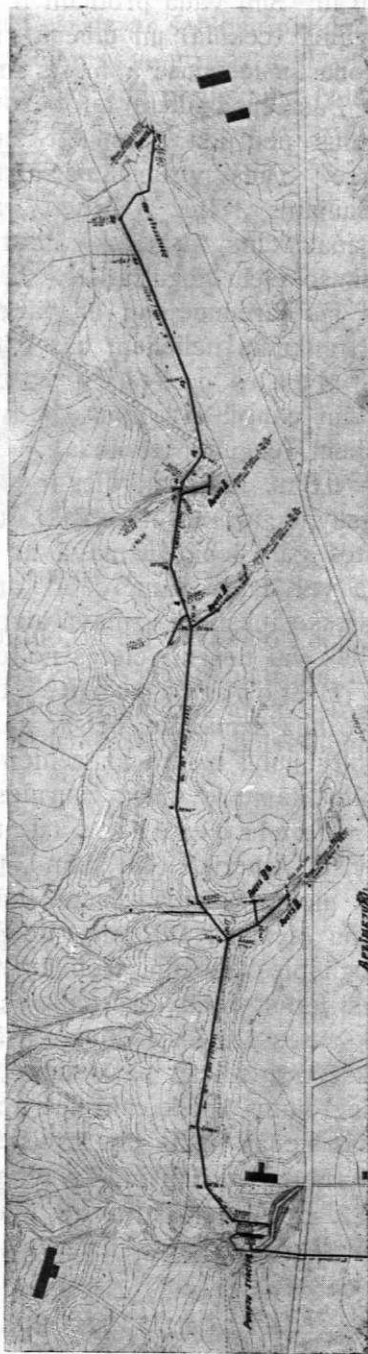
479. zīm. Māla cauruļu savienojums.



480. zīm. Betona cauruļu savienojums.



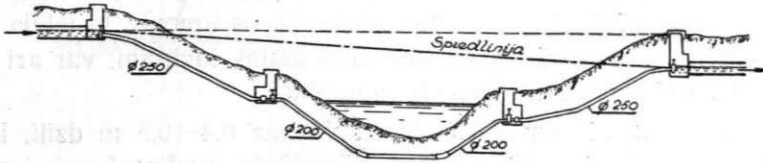
481. zīm. Dzelzbetona cauruļu savienojums.



482. zīm. Avotu ūdensvada projekts Cēsu pilsētā.

Ja pašteču vadu grib pārvadīt pār ieleju bez brīva ūdens līmeņa pārtraukšanas, tad vajadzīgi akvēdukti vai vadu tilti. Ja turpretim pārvešanu izdara pašteču vadu pārtraucot un liekot zemē vadu, kas pildīts ar zem spiediena stāvošu ūdeni, tad tādu vadu pārvedumu sauc par diķeri vai uz apakšu izliektu sifonu.

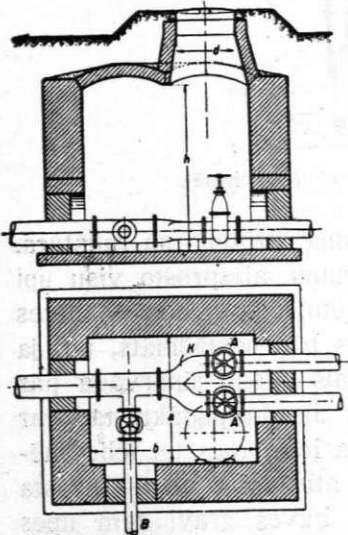
1. Diķeris (483. un 484. zīm.). Diķerus taisa no tērauda caurulēm, sevišķi tai daļā, ko liek zem upes. Uz ielejas nogāzēm un ielejas sausā laukumā vads var būt taisits no čuguna caurulēm. Ja spiediens



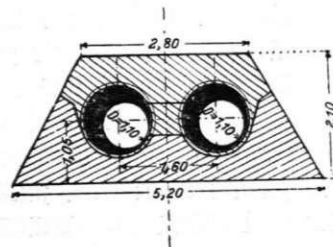
483. zīm. Diķeris ar upes šķērsojumu.

nav liels, var lietot arī dzelzbetona caurules. Vads jāpieskaņo ielejas konfigurācijai, kādam mērķim jāstādā ielejas griezumā, diķera ieprojektēšanai. Zem upes dibena diķeri jāliek tik dziļi, lai tos nebojātu kuģu kustība vai enkuri, vai upes dibena izskalošana. Pēdējās novēršanai upes dibens jānostiprina un vads jāaizsarga vislabāk ar betonu (485. un 486. zīm.). Diķera šķērsriezuma platību izvēlas mazāku nekā vaļējā vada dzīvgriezumā, ar to ziņu, lai palielinātu ātrumu, un tātad diķeri nevarētu nogulties vielas, kas pa vaļējo kanāli tam pienestās. Ātrums sifonā vēlams

ne mazāks par 0,8 līdz 1,0 m, bet sastopami arī lielāki ātrumi (2—3 m.). Lai labāk nodrošinātu ūdensvada nepārtrauktu darbību, sifonvadi jāliek dubulti (484. zīm.), tad viena vada bojāšanās gadījumā darbotos otrs. Jāņem vērā arī tas, ka diķeru iebūve prasa daudz palīgdarbus, kas ir gandrīz vienādi lieli pie viena vai divu



484. zīm. Diķera šachta krastmalā.

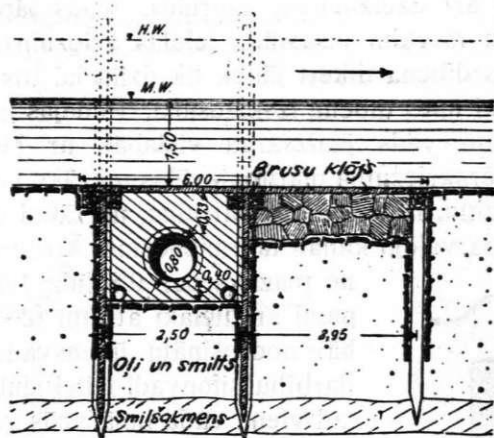


485. zīm. Diķeris ieguldīts betonā.

līniju nolikšanas, un tātad vienā laikā noliktas 2 līnijas maksā lētāk, nekā tagad liktā viena līnija un vēlāk otra. Vispārīgi diķera iebūve zem upes ir viena no grūtākām dziļbūvēm, un bojājumu izlabošana gandrīz nav iespējama. To ievērojot, kur vien iespējams, diķera vietā jālieto pārvadīšana uz tiltiem.

Kā diķera sākumā, tā arī izteces galā ietaisa sevišķas šachtas, kurās ievieto aizlaidņus noslēgšanai, kad tas vajadzīgs. Tepat arī ievieto izlaides, ja rastos vajadzība vadu izlaist tukšu (484. zīm.). Sevišķas šachtas jāietaisa arī tai daļai, kas nāk tieši zem upes, pie kam tādas šachtas jānovieto pāri pār upes visaugstāko ūdens līmeni. Ja ieleja plata, tad daļu diķera, no augstā krasta līdz upes maļas šachtām, var arī taisīt tikai no vienas līnijas un no čuguna caurulēm.

Diķerus iegremdē zem upes dibena vismaz 0,4—0,5 m dziļi, lai tie nejauši netiktu iebojāti, kā jau minēts. Vada novietošanai iepriekš jāietaisa tranšeja upes dibenā, vai ar izrakšanu vai izbagarēšanu (486.

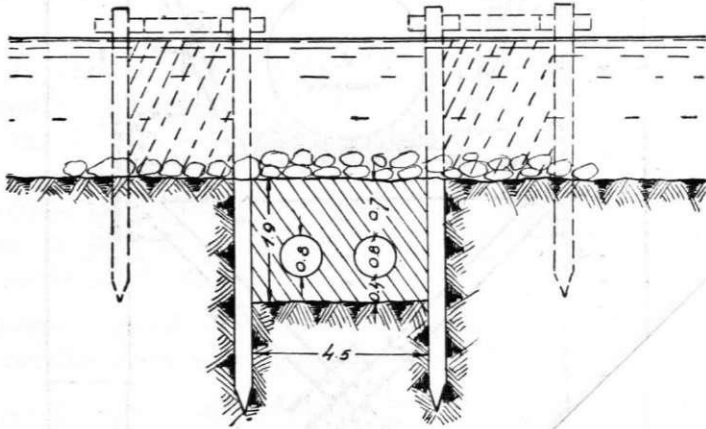


486. zīm. Diķera nodrošinājums upes gultnē (Minchenē).

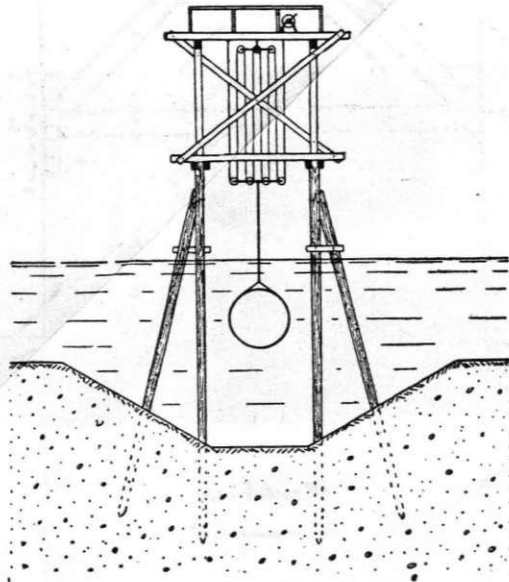
zīm.). Paņēmieni dažādi, atkarīgi no upes platuma, dziļuma un rakstura. Nelielās upēs, seklās un ar mazu ūdens daudzumu, aizsprosto visu upi 2 aizsprostiem, atstājot starp tiem tik platu vietu, cik vajadzīgs būves grāvim. Tātad ūdens upē virspus būves vietas būs uzstādināts, un, ja diķera iebūvei vajadzīgs ilgāks laiks, pietekošais ūdens jāpārvada pār aizsprostiem ar vaļēju reni vai ar cauruļu vadu. Ja upe platāka, tad var aizsprostot pusi no upes platuma un pēc diķera ielikšanas un iebetonešanas to pašu izdarīt otrā pusē, gatavo pusi atbrīvojot no aizsprosta (487. zīm.). Dziļākā un platākā upē izbagarē būves grāvi zem upes dibena ar bagarmašīnu. Ja ūdens ātrums upes dibenā nāv sevišķi liels, tad nav arī jābaidās par izbagarētā grāvja piesmiltošanu. Ja tomēr tas

būtu pa daļai sagaidāms, tad jau iepriekš grāvis jāizbagarē dziļāks par vismazāko nodomāto nolikšanas dziļumu.

Pašu vadu sagatavo no caurulēm augšpus ūdens uz laivām vai uz pagaidu iesiestiem pāļiem uztaisītas platformas. Ja vads nav garš, to

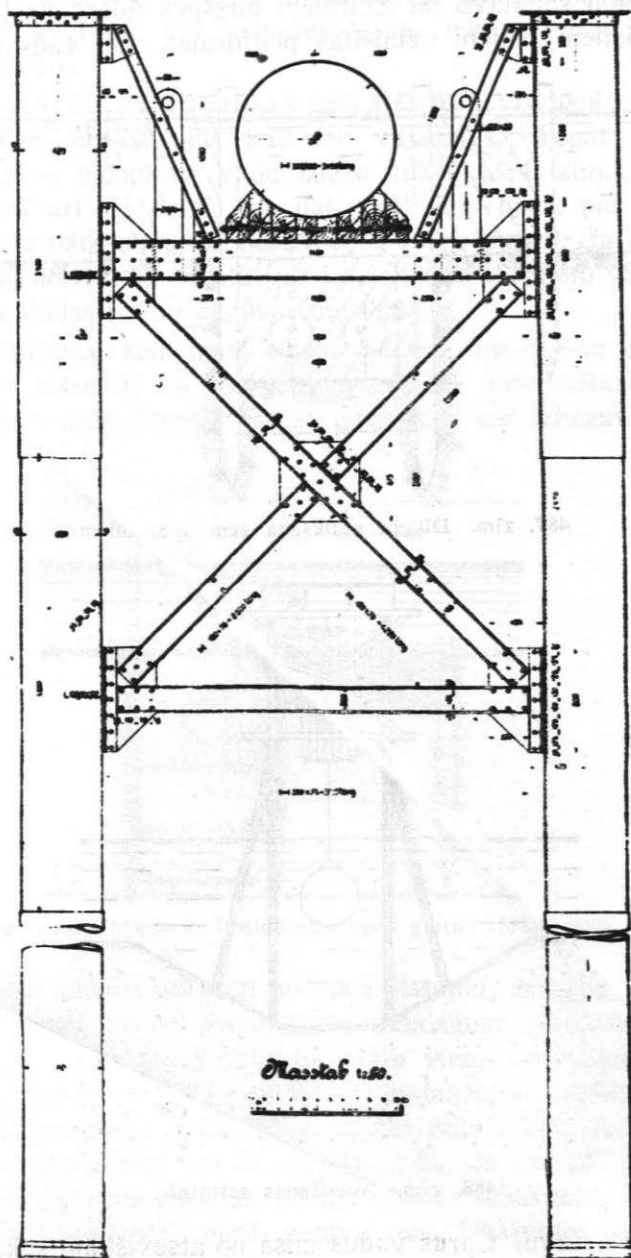


487. zīm. Diķeņa nolikšana zem upes dibena.



488. zīm. Nolaišanas sastatnis.

sastāda pilnīgi gatavu. Garus vadus taisa no atsevišķām sekcijām, kurās tad savieno zem ūdens ar ūdenslīdēja palīdzību. Nolaižot vadu uzkar pie 2 blokiem, kas piestiprināti pie āžu sastatņiem, taisītiem uz pāļiem (488. zīm.). Vada nolaišanā jāievēro sevišķa uzmanība, un iepriekš visos



489. zīm. Cīrihes ezera ūdens ieņēmējs.

sīkumos jāizstrādā attiecīgais darba plāns. Pie tam jāievēro, lai vada materiālā nevarētu attīstīties nevēlami spriegumi. Tādēļ arī katrs vada sastādīts gabals jāpiekar pie tikai 2 blokiem, un piekāšanas punkti jāizvēlas tā, lai lieces momenti būtu vienlīdzīgi ar balstikļa momentiem. Izlīdzināšanai, ja tas izrādītos par vajadzīgu, jāpielieto pretsvaru piekāšana.

Pēc vada iegremdēšanas izbagarētā būvgrāvī (tranšejā) pēdējo aizbeig ar granti vai piebetonē (ar ūdens līdēja palīdzību) līdz upes dibena līmenim, un tad vēl pār to uzmet lielākus akmeņus, tādus, kas pie vislielākā ūdens tecēšanas ātruma netiktu iekustināti (487. zīm.). Ļoti svarīgi ir pārliecināties, vai diķeris vienmērīgi gulstas uz savu apakšbalstu (grunti vai betonu) un tikai pēc pārliecināšanās, ka tas tā ir, var nolaišanas tauvas atbrīvot.

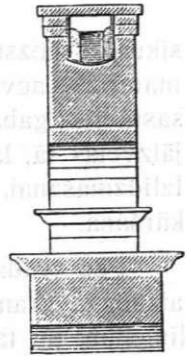
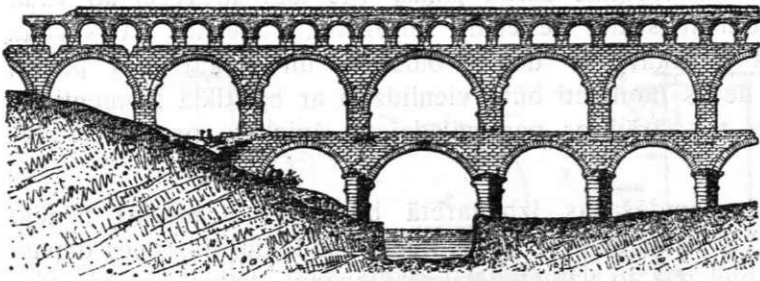
Dziļos ezeros dažreiz ieņemšanas vadus neliek uz ezera dibena, bet novieto uz sevišķām āžu konstrukcijām (489. zīm.).

2. **Akvēdukti.** Vadu pārvadīšanai pār dziļām, platām ielejām senatnē noderēja jo plašā mērā akvēdukti, jo spiedējvadus vecās kultūras tautas nemācēja aprēķināt un būvēt, nebija arī attiecīgo materiālu. Jo

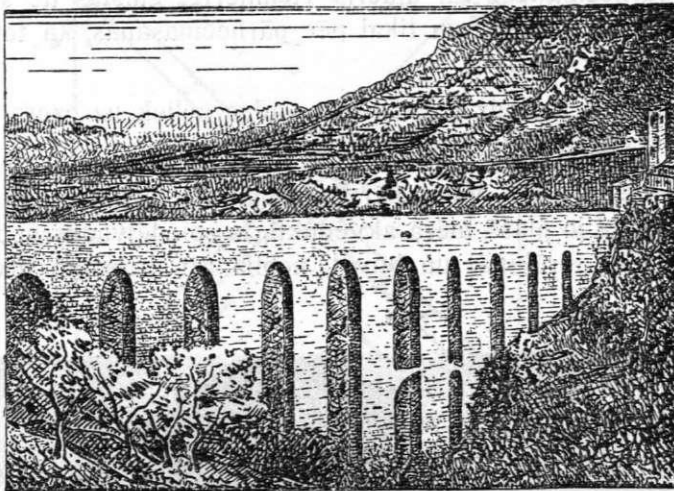


490. zīm. Akvēduktu atliekas Romas līdzenumā.

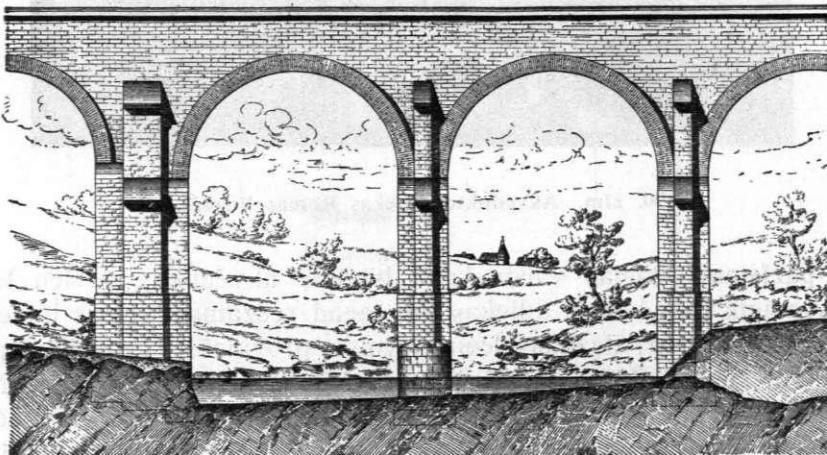
plaši pazīstami Romas valsts laikā būvētie akvēdukti, nevien Romas ūdensvadiem (akvēduktu atliekas vēl tagad redzamas Romas līdzenumā (490. zīm.)), bet arī dažādās Romas valsts provincēs: Francijā, Spānijā un c. Tā, piem., labi uzglabājies akvēdukts «Pont du Gard», pie Nīmes pilsētas Francijā (491. zīm.), kas būvēts 63.—13. pr. Kr., un noderēja kā ūdensvadam, tā arī ceļa tiltam. Interessants pie šā akvēdukta ir tas, ka pirmatnējais kanāla platums 1,22 m no inkrustācijām samazinājies



491. zīm. Akvēdukts «Pont du Gard».



492. zīm. Akvēdukts Tisino upes ielējā.



493. zīm. Vīnes kalnavotu akvēdukts.

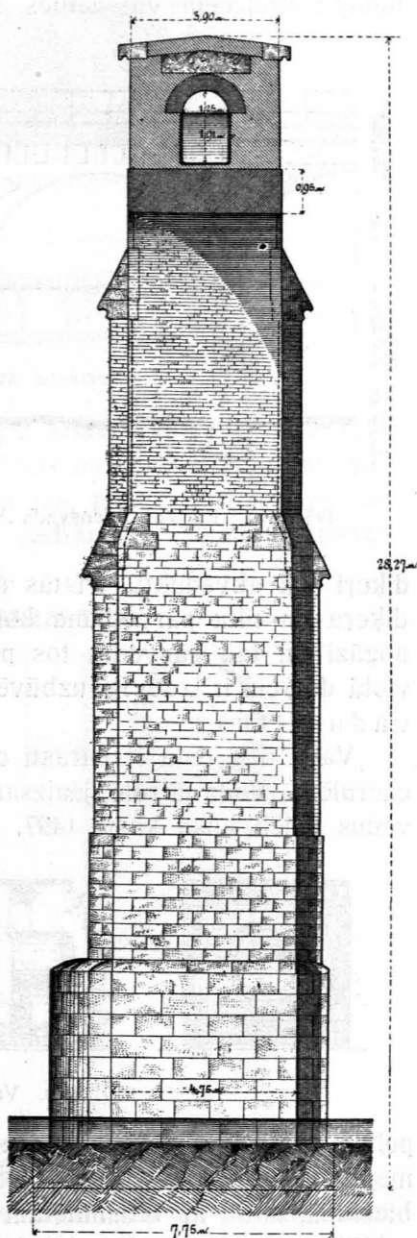
uz 0,64 m. Tādā ceļā pirmatnējā caurlaide 732 sl. samazinājusies uz pusi.

Akvēdukti, labi pieskaņoti ar savu arhitektonisku izveidojumu, apgabalā ainai, var noderēt par zināmu skaistumu (492. zīm.). No jaunāko laiku būvētiem akvēduktiem varētu minēt Vīnes kalnavotu vadu akvēduktus (493. zīm.), Parīzes ūdensvada (494. zīm.) un 1915. g. nobeigtā Apulijas ūdensvada akvēduktus Itālijā.

Akvēduktu būve saistīta ar dažādām tehniskām prasībām. Vajadzīgs, lai ūdens pietiekošā daudzumā kustētos pa kanāli bez apstāšanās. Ja ūdens tecētu nelielā daudzumā ar mazu ātrumu, tad ziemā tas stipri atdzistu, kamēr vasarā sasiltu lielākā mērā kā vēlams. Temperatūras maiņas var iespaidot kanālu sienu stiprību, un var celties plaisas. Ar nolūku izbēgt no šāda ļauna iespaida, atdala pašu ūdens kanāli no nesošās konstrukcijas sienām ar kādu izolētāju materiālu, piem., asfaltu (496. zīm.). Kanāli pārklāj ar velvi un apber ar zemi, nesošo konstrukciju pārklāj ar akmens vai betona plātnēm. Pie tāda pārklāta kanāla, sevišķi, ja tas gaŗš, jā rūpējas par pietiekamu gaisa cirkulāciju. Kanāla brīvais šķērsgrīezums jātaisa lielāks nekā ūdens caurtecei būtu vajadzīgs, ņemot vērā, ka uz kanāla sienām var uzkrāties inkrustācijas, kas samazina dzīvgriezum.

Akvēduktu statiskie aprēķini jāizdara tāpat kā tiltu aprēķini, ievērojot vēja spiedienu, konstrukcijas pašsvaru, ūdens svaru, kustīgo slodzi un t. t.

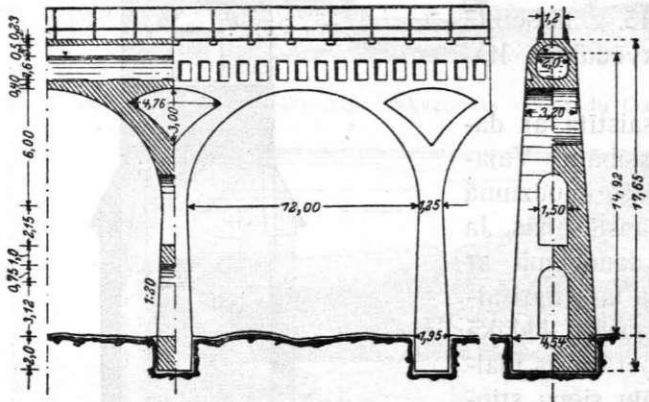
Garāks akvēdukts, bez šaubām, izmaksās daudz dārgāk kā diķeris,



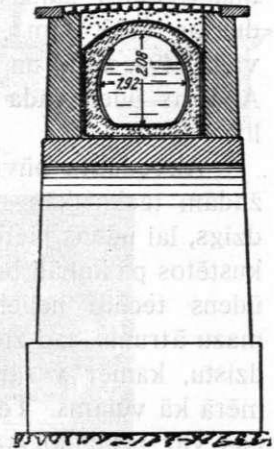
494. zīm. Akvēduktu šķērsgrīezums.

bet īsi akvēdukti pār dziļām, šaurām upes ielejām var izrādīties par izdevīgiem ņemot vērā diķeņu likšanas grūtības. Katrā gadījumā ar variantu kalkulāciju jānoskaidro, kas izdevīgāks un drošāks darbības ziņā.

3. Vadu tilti. Daudzreiz iespējams vadus pārvadīt pāri upei, lietojot dzelzceļu vai zemes ceļu tiltus. Tādi pārvadumi ir lētāki kā



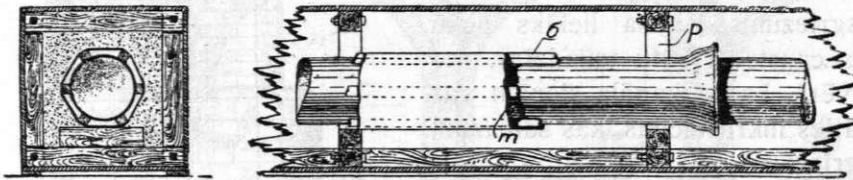
495. zīm. Parīzes ūdensvada Vannes akvēdukts.



496. zīm. Vīnes akvēdukta šķērs griezums.

diķeņi vai akvēdukti. Platās upes ielejās var būt pie pašteču vadiem diķeņa un tiltu pārvaduma kombinācija, liekot diķeņa vadus pa krasta nogāzi un tad pārvadot tos pār tiltu. Citiem mērķiem lietojamo tiltu vietā dažreiz ir izdevīgi uzbūvēt speciālus tiltus vadu pārvadīšanai, īstos vadu tiltus.

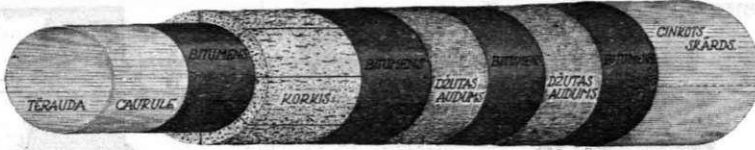
Vads tilta daļā ir parasti cauruļu vads, pa lielākai daļai no tērauda caurulēm. Vads jāizolē, jāaizsarga no temperatūras iespaidiem. Mazākus vadus ieliek koka kastē (497. zīm.) un apber ar zāģu skaidām, kūdru,



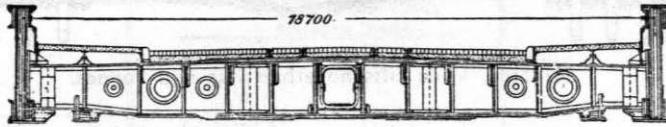
497. zīm. Vada izolācija koka kastē.

pelniem vai citu kādu izolācijas masu. Lielākas caurules apliek ar segmentiem no korķa masas (498. zīm.) vai kūdras masas, 40—50 mm biezumā, aptin ar bituminētām bintēm vai jumta papi 2 reizes, un tad aplāj ar cinkotu dzelzs skārdū, lai izolāciju aizsargātu no mitruma. Labi izolētās caurulēs ūdens atdziest ļoti maz, kā novērojumi rāda, sevišķi,

ja ūdens atrodas visu laiku kustībā. Pēdējo vajadzīgs uzturēt, un ja kustība, piem., naktī ir ļoti maza, tad gaŗākos tilta vadus jāietaisa ūdens izlaide, ar nelielas caurulītes palīdzību, pa kuŗu ūdens stiprā salā nakts laikā varētu iztecēt.



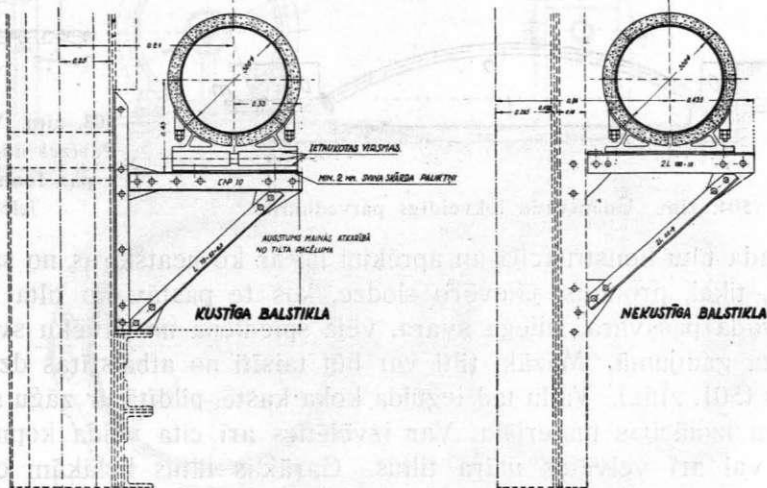
498. zīm. Vads uz Daugavas tilta Rīgā.



499. zīm. Vada novietojums tilta konstrukcijā.

Pie satiksmes mērķiem būvētiem tiltiem ietaisa vadiem vietu tiltu konstruktīvās daļās (499. zīm.). Ja tādās vietas nav paredzētas, tad var pietaisīt konsoles pie tilta konstrukcijas, kā tas, piem., darīts Rīgā pie Daugavas dzelzceļa tilta (500 zīm.). Visos gadījumos vadiem jāatrodas pāri pār visaugstāko līmeni upē plūdu laikā.

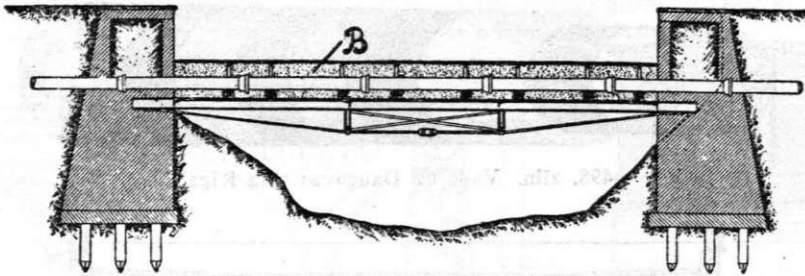
VADA ATBALSTU VEIDI uz DZELZS TILTA.



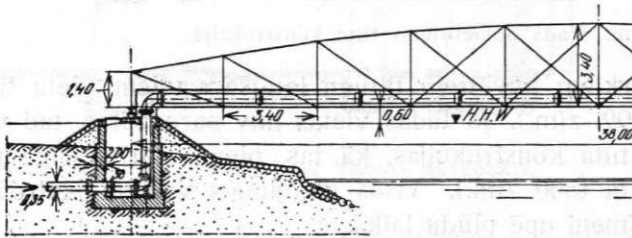
500. zīm. Vads uz konsolēm pie Rīgas tilta.

Ja satiksmes tilti nav ūdensvada pārvešanai pār upi piesniedzami, tad taisa ūdensvadam speciālu tiltu, v a d a tiltu. Tas vajadzīgs diķera atvietošanai sevišķi tādās vietās, kur straujš ūdens pastāvīgi izskalo upes

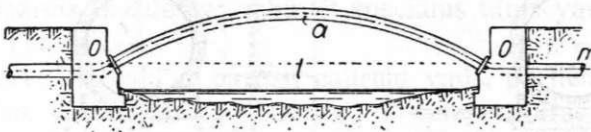
gultni, kā tas, piem., ir pie kalnu upēm. Gultņu nostiprināšana un kārtībā turēšana var izmaksāt dārgāk kā vada tilts, nemaz neņemot vērā ūdens piegādes drošības jautājumu, kas labāk tomēr ir atrisināts ar pieejamu vadu konstrukciju uz tilta.



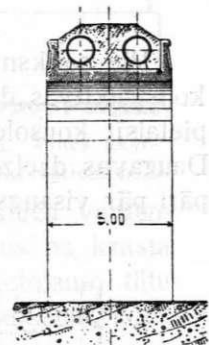
501 zīm. Vada tilts no atbalstītas siju kopnes.



502. zīm. Vadu tilts no režģotas kopnes.



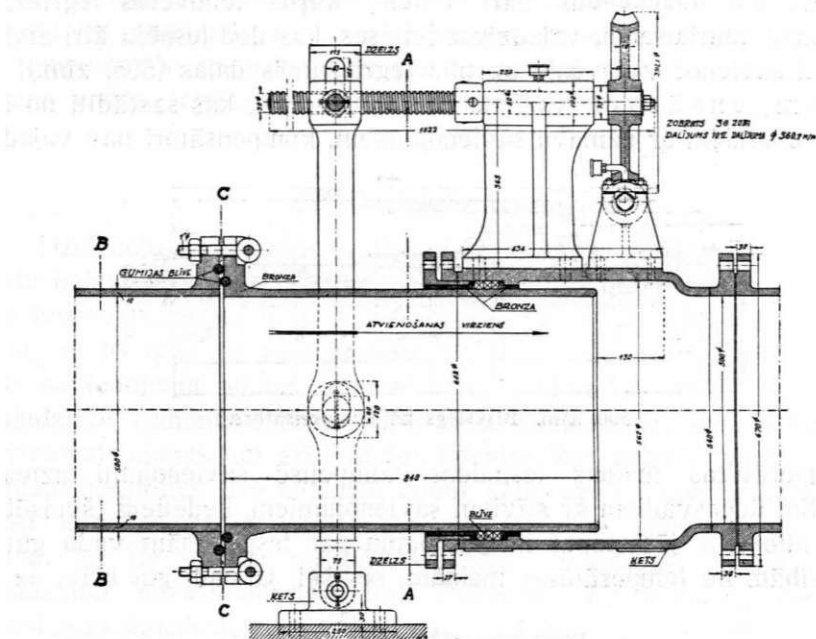
504. zīm. Ūdensvadu lokveidīgs pārvadums.



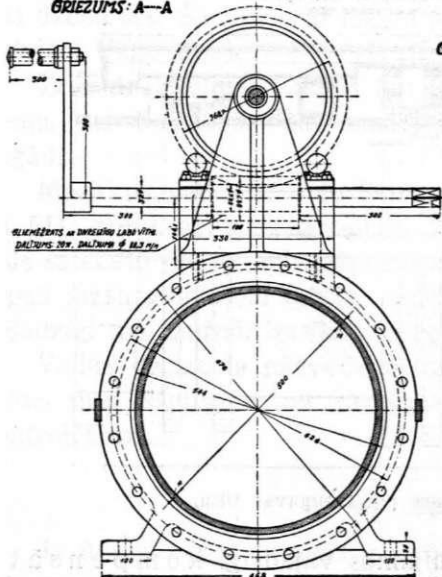
503. zīm. Vada tilts Parīzes ūdensvadam pār Jonnes upes ieleju.

Vada tiltu konstrukcija un aprēķini ne ar ko neatšķiras no satiksmes tiltiem, tikai, protams, jāievēro slodze, kas te pastāv no tilta un pilna ūdensvada pašsvara, sniega svara, vēja spiediena un cilvēku svara tilta remonta gadījumā. Mazāki tilti var būt taisīti no atbalstītas dzelzs siju kopnes (501. zīm.). Vadu tad iegulda koka kastē, pildītā ar zāģu skaidām, vai citu izolācijas materiālu. Var izvēlēties arī cita veida kopnes (502. zīm.), vai arī velvētus mūra tiltus. Gaŗākus tiltus lielākām caurulēm dažreiz taista no betona. Piem., Parīzes Vannes ūdensvada pārvadījumam pār Jonnes (Yonne) upes ieleju uzbūvēts betona tilts 1,5 km gaŗumā (503. zīm.) un taisīts tik plats, lai vadu varētu apbērt ar zemi. Sevišķas tilta kopnes vietā var izveidot pašu ūdensvada cauruli kā lokveidīgu tiltu (504. zīm.). Taisa parasti 2 paraboliskus lokus, kas savā starpā

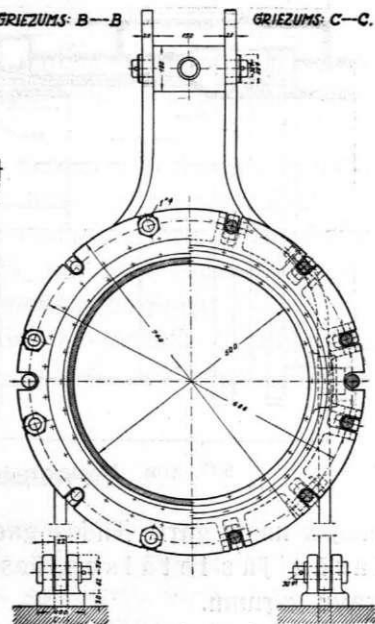
500% ϕ VADA ATVIENOŠANAS IERĪCE uz DAUGAVAS DZELZS TILTA
IZGRIEZĀMĀS DAĻĀS.



GRIEZUMS: A—A



GRIEZUMS: B—B



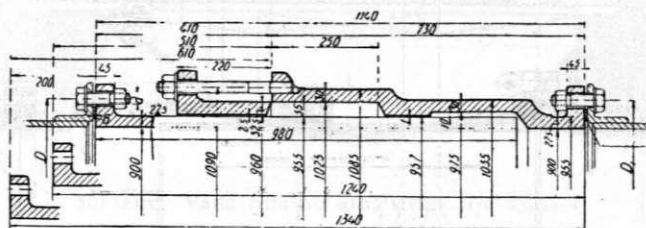
GRIEZUMS: C—C.

505. zīm. Pārvedums pār Rīgas dzelzceļa tilta izgriežamo daļu.

savienoti ar vēja saitēm no stūra dzelzs, lai visa sistēma dabūtu vajadzīgo stingrumu.

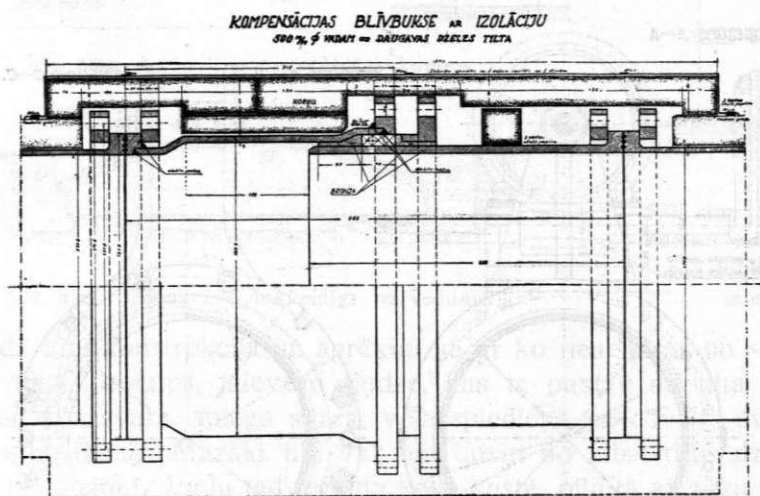
Pārvedot ūdensvadus pāri tiltiem, kuņos iebūvētas iegriežamās daļas kuģu caurlaišanai, vajadzīgas ietaises, kas dod iespēju ātri atvienot un atkal savienot vada daļu uz tilta iegriežamās daļas (505. zīm.).

Kompensātori. Čuguna cauruļu vadiem, kas sastādīti no atsevišķām caurulēm ar uznavu savienojumiem, kompensātori nav vajadzīgi,



506. zīm. Blivslēgs kā kompensātors.

jo temperatūras maiņas iespaidus kompensē savienojumi uznavās. Turpretim ūdensvadiem ar stīviem savienojumiem, liedētiem (šveisētiem) vai ar atlokiem, jāstāpjas ar jautājumu par iespējamām vadu gaņuma pārgrozībām no temperatūras maiņām, sevišķi, ja vadi guļ brīvi uz tiltu



507. zīm. Kompensātors pie Daugavas tilta.

konstrukcijas un ir gaņi. Tādos gadījumos vajadzīgi kompensātori vai dilatācijas ietaises, kas dod vadiem iespēju nelielās robežās mainīt savu gaņumu.

Konstruktīvā ziņā kompensātori var būt izveidoti dažādi. Parasti lieto blivslēģus (506. un 507. zīm.) vai kustīgus gabalus. Kā vieni, tā

otri jāievieto tā, lai tie būtu viegli pieejami apskatei un remontam. Jautājums, vai tādi kompensātori vajadzīgi arī vadiem, kas likti zemē, bet ir ar stīviem savienojumiem, kā tas pie tērauda vadiem parasti sagaidāms; šis jautājums nav vēl pietiekami noskaidrots. Ja vadi gaŗi un ja temperatūras maiņas vadus var būt ievērojamas, kā tas var būt upes ūdens vadus, ieteicams ietaisīt kompensātorus.

c) Dzelzceļu krustojumi.

Dzelzceļu krustojumi tā jāizbūvē, lai vada bojājumu gadījumā ne-tiktu bojāta dzelzceļa līnija un apdraudēta kustības drošība pa dzelzceļu. To ievērojot, vadus zem dzelzceļa liek tunelī vai galerijā, parasti mūrētā, un to taista tik lielā izmērā, lai tajā vadus varētu tā novietot, ka pie savienojumu vietas varētu brīvi pietikt un būtu iespēja izdarīt vajadzīgos remonta darbus. Abos galos jāietaisa sevišķas šachtas, kurās ievieto aizlaidņus, un arī izlaides ūdenim, kas galerijā varētu sarasties, vadam bojājoties. No izlaidēm ūdens jānovada uz tuvāko ūdens tvertni, resp. kanalizāciju, un izlaides vadiem jābūt tik lieliem un ar tādu kritumu, lai tie varētu novadīt vislielāko iespējamo ūdens izplūšanas daudzumu ūdensvada bojājuma gadījumā. Kā piemēru var uzskatīt Maskavas kanalizācijas spiedējvada pārvedumu zem Maskavas un Kurskas dzelzceļa. Šachtās var iekāpt pa trepēm. Vadus liek uz sevišķiem paliktņiem (508. zīm.).

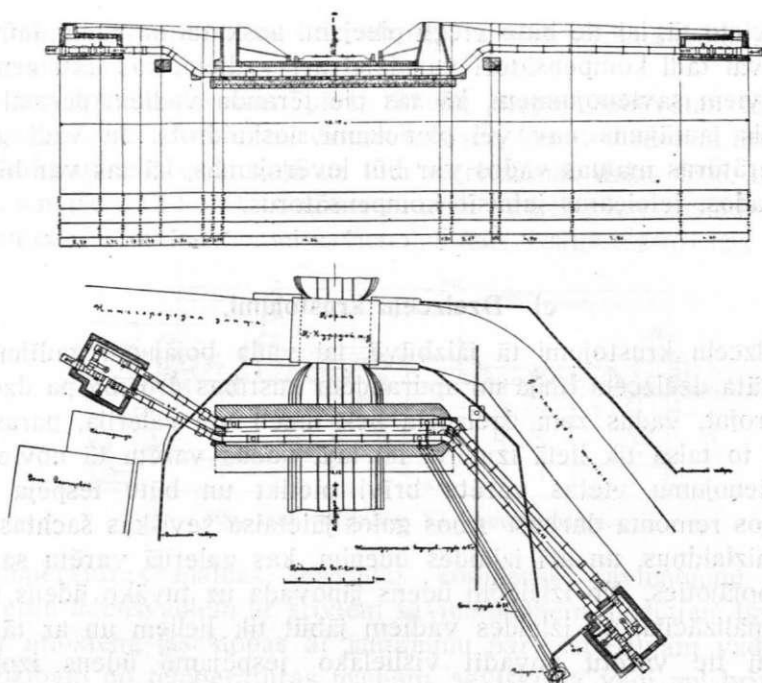
Zem dzelzceļiem vēlams likt 2 vadus, ja arī varētu šobrīd iztikt ar vienu, lai bojāšanās gadījumā būtu nodrošināta nepārtraukta ūdens apgāde.

Mazākus vadus ievieto lielāka diametra tērauda caurulē (509., 510. un 511. zīm.), arī ar pieejamām šachtām un ūdens nolaišanas vadiem, ja tāds satecētu šachtā no bojāta ūdensvada (508. zīm.). Ūdensvadu sastāda ārpus aizsargvada un iebīda pēdējā, pietaisot caurulēm ritentiņus. Tie vajadzīgi arī cauruļu izvilkšanai remonta gadījumā.

Vadus dzelzceļa pārvedumā taista no tērauda caurulēm, kas ir drošākas pret saplīšanu, un rūsēšana te nav nozīmīga, jo vads ir viegli kontrolējams.

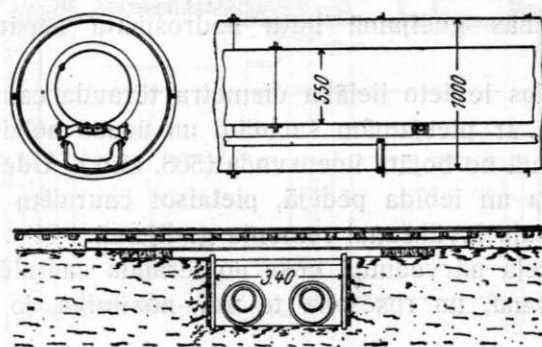
d) Spiedējvadi.

Ja ūdens nevar notecēt uz ūdens krātuvi ar paša spēku, tad tas jāpumpē, un vads no pumpja līdz ūdens krātuvei ir tad spiedējvads. Spiedējvada sienām jāiztur zināms spiediens, kuŗa lielums atkarīgs no ūdens celšanas augstuma un berzes apstākļiem, un tāvad spiedējvada uzbūvei jāizvēlas tāds materiāls, kas šādu spiedienu var izturēt. Kā



508. zīm. Spiedējvads zem Maskavas un Kurskas dzelzceļa Maskavas tuvumā.

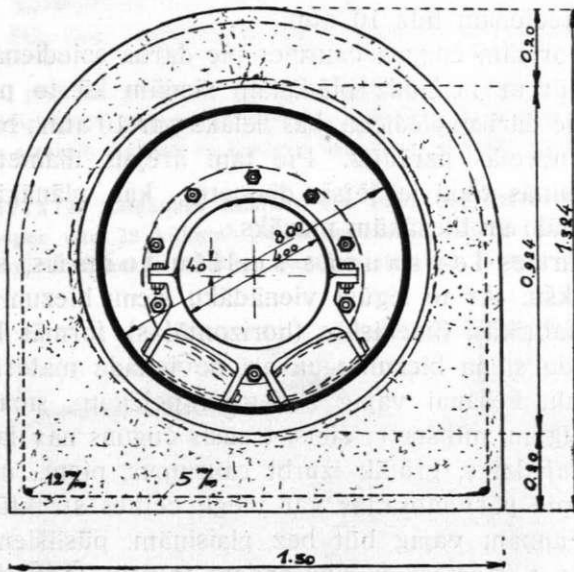
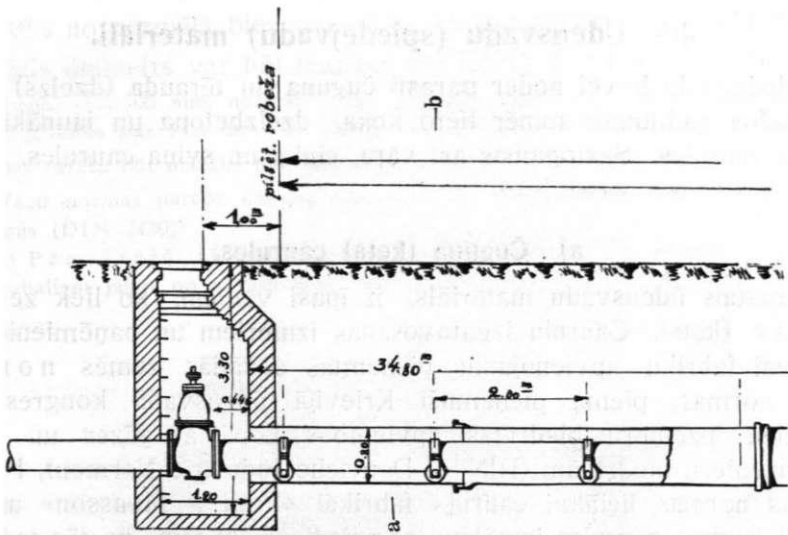
turpmāk būs redzams, tādi materiāli galvenā kārtā ir čuguna un tērauda caurules, un izņēmuma veidā arī caurules no dažādiem citiem materiāliem.



509. zīm. Dzelzceļkrustojums aizsargcaurulē.

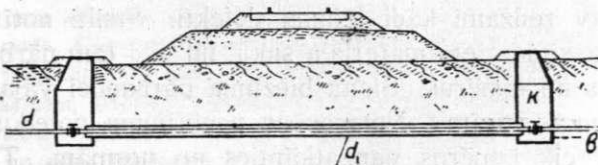
Spiedējvada lielums jāaprēķina kā saimnieciski visizdevīgākais, pēc jau agrāk izteiktiem norādījumiem (436. l. p.).

Spiedējvadi ļoti viegli pieskaņojami zemes virsas konfigurācijai, un tos var likt pēc iespējas taisnā līnijā no ūdens avotiem līdz patērēšanas vietai (spiedrezervuāram), tikai jāņem vērā, par ko jau minēts, lai vads vertikālā griezumā paliktu visā ceļā zem spiedlīnijas.



Griezums a-b.

510. zīm. Dzelceļkrustojums pie Rīgas.



511. zīm. Vads aizsargcaurulē dzelzeļa krustojumā.

40. Udensvadu (spiedējvadu) materiāli.

Spiedējvadu būvei noder parasti čuguna un tērauda (dzelzs) caurules. Dažos gadījumos tomēr lieto koka, dzelzbetona un jaunākā laikā eternīta caurules. Sastopamas arī vara, cinka un svina caurules.

a) Čuguna (ķeta) caurules.

Parastais ūdensvadu materiāls, it īpaši vadiem, ko liek zemē, ir čuguns (ķets). Cauruļu izgatavošanas izmēriem un paņēmieniem fabriku vai fabriku apvienojumu pieņemtās dažādās zemēs normas. Tādas normas, piem., pieņēmuši Krievijā ūdensvadu kongresi, Vācijā vācu inženieru biedrības apvienības kopā ar gāzes un ūdensvadu inženieru biedrībām (DIN — Deutsche Industrie Normen), Francijā ir savas normas lielākai cauruļu fabrikai «Pont à Mousson» un t. t. Normāli čuguna caurules izmēģina ar spiedienu 20 atm., un tās tad lietojamas darba spiedienam līdz 10 atm.

Pēc vācu normām čuguna caurules pie darba spiediena, mazāka par 10 atm., var būt ar nedaudz plānākām sienām kā to paredz normas (5—15%), bet pie darba spiediena, kas lielāks par 10 atm., biežumam jābūt lielākam nekā normās uzrādīts. Pie tam ārējais diametrs paliek nemainīts, un mainās tikai iekšējais diametrs, kas plānākām sienām ir lielāks par normālo un biežākām mazāks.

Čuguna caurules lej sausa s mil š u f o r m ā s, svērtēniski, ar uzmavu uz apakšu. Ar to iegūst vienādāku sienu biežumu. Senāk, sevišķi mazākās fabrikās, līmeniskās (horizontālās), formās lietās caurules bija ar nevienādu sienu biežumu un arī nevienādu materiāla struktūru. Čugunam cauruļu liešanai vajag būt gaiši pelēkam, smalkgraudainam, lūzumā vienlīdzīgam, mīkstam; ciets, trausls čuguns nav labs, jo cauruļu sienās, ja tas vajadzīgs, grūtāk izurbt caurumus, piem., māju pievienojumiem, un arī pie pārvietošanas var viegli celties struktūras maiņa no triecieniem. Lējumam vajag būt bez plaisiņām, pūslīšiem, plēksnītēm, iedobumiem un t. t. Fosfors čugunu padara trauslu, tādēļ dzelzs, ko ņem čuguna liešanai, nedrīkst saturēt vairāk par 1% fosfora. Vispārīgi pasūtītājam jāuzstāda savi noteikumi, kādus tas vēlas čuguna lējumam.

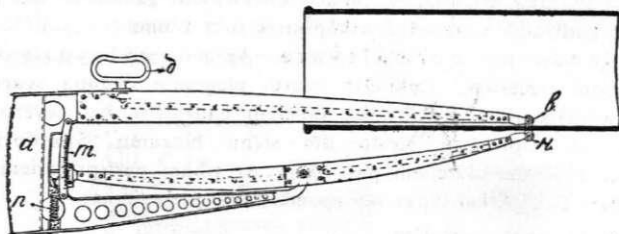
Liešana jāizdara rūpīgi un pēc atdzišanas katra caurule jāapskata rūpīgi, vai nav redzami kādi lējuma defekti. Smilti notīra ar stieples (drāts) vai cita kāda cieta materiāla suku, un pēc tam pārbauda caurules ārējās īpašības un izmērus. Sienu biežuma pārbaudei vajadzīga sevišķa ietaise (512. un 513. zīm.). Normās un pasūtījumu noteikumos norādīta tolerance, par cik izmēros var atkāpties no normām. Tā, piem., pēc krievu normām vienas puses biežums nedrīkst būt plānāks vairāk kā

par 10% no normālā biezuma. Vietējie samazinājumi var būt līdz 20%. Iekšējais diametrs var būt mazāks par $0,1 \sqrt{d + 1}$ mm (d izteikts mm).

Piem., $d = 500$ mm, normāls sienu biezums $\delta = 16$ mm, tātad viena puse varētu būt ne plānāka par 14,4 mm, un vietējie nelīdzenumi ne mazāk par 13 mm; iekšējais diametrs varētu būt mazāks par normālo par $0,1 \sqrt{500 + 1} = 3,2$ mm.

Vācu normas paredz čuguna caurulēm un fasongabaliem sekojošus piegādes no- teikumus (DIN 2420):

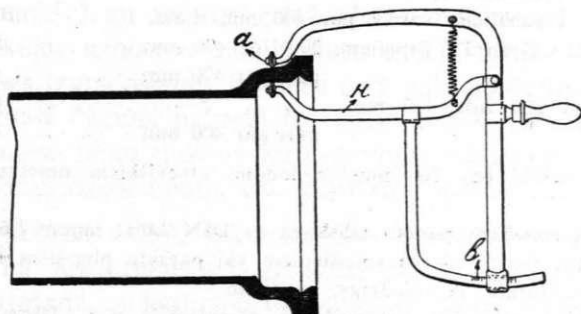
2) Pēc ārējā izskata caurulēm jābūt taisnām un apaļām. Caurulēm un fasongabaliem jābūt no nevainojama lējuma, gludām no ār- un iekšpuses un bez ārē-



512. zīm. Kroņcirkulis cauruļu sienu biezuma mērīšanai.

jiem defektiem, plaisām, pūslīšiem un tml. Caurules un fasongabalus ar nelieliem trū- kumiem, kas neizbēgami sakarā ar liešanas metodēm un lējuma gabala lietošanu ne- iespaido, nevar atraidīt. Lējumi ar kļūdām, kas ļauni iespaido stiprību vai blīvumu, nav pieņemami.

3. Materiāls. Čugunam (markas Ge 14,91 pēc DIN 1691) jābūt vismaz ar 14 kg/mm^2 stiepes un 28 kg/mm^2 lieces pretestību. Lieces pretestību izpēti ar pēc pieprasījuma nolietiem neapstrādātiem parauga stieņiem 30 mm diametrā, 650 mm ga-



513. zīm. Kroņcirkulis uzmavas biezuma mērīšanai.

riem, pie 600 mm attāluma starp balstiem. Stiepes pretestību izdara tikai uz sevišķas vienošanās pamata. Čugunam lūzumā jābūt blīvam, pelēkas krāsas, un jābūt iespējai to apstrādāt ar vili, kaltu un urbi. Atsevišķiem gadījumiem var piegādāt arī čugunu ar augstākām īpašībām, atsevišķi vienojoties par materiāla īpašībām.

5. Izmēru tolerance. Caurules diametriem pieļaujamā atkāpšanās no nor- mas atkarīga no svina aizlējuma biezuma f (DIN 2437). Pielaiž šādu atkāpšanos: ārējā diametrā $+ \frac{1}{3} f$ līdz $- \frac{1}{2} f$; bet uzmavām platumu $\pm \frac{1}{3} f$.

Sienas biezuma tolerance:

diam.	līdz 100 mm	—	caurulēm	± 15%	fasongabaliem	+ 30%	līdz	— 15%
„	125 „	200 „	—	„	± 12%	„	+ 24%	„ — 12%
„	225 „	450 „	—	„	± 11%	„	+ 22%	„ — 11%
„	500 un vairāk „	—	„	± 10%	„	+ 20%	„	— 10%

Garumu tolerance uznavu caurulēm ± 20 mm, pie kam no katra diam. pasūtījuma var 10% būt isākas par normālām, tomēr ne isākas par pusi no normālā garuma. Fasongabaliem līdz diam. 450 mm var garums būt + 10 mm līdz — 20 mm, lielākiem par 500 mm + 10 mm līdz — 30 mm.

Atloku caurulēm un fasongabaliem ± 10 mm.

Ja vajadzīga mazāka atkāpšanās, piem., ieliekamiem gabaliem, tad par to jāvienojas atsevišķi. Šai gadījumā vismazākā atkāpšanās ir ± 1 mm.

6. Atkāpšanās no normālsvara. Ar normālsvaru saprot taisnām caurulēm noteiktiem izmēriem izrēķināto svaru, pieņemot čuguna svaru 7,25 kg/dm³. Fasongabaliem normālsvaru aprēķina kā taisnām caurulēm, bet ievērojot to, ka liešanas tehnisko un stiprības iemeslu dēļ sienu biezumu jāpastiprina normāliem fasongabaliem par 15% un līkumiem par 20%. Ar ribām pastiprinātiem fasongabaliem svars jānosaka atsevišķi. Atkāpšanās no normālsvara pieļaujama:

normālām taisnām caurulēm	± 5%
fasongabaliem un ieliekamiem atloku gabaliem	± 8%
sarežģītiem fasongabaliem, piem., dubultnozarojumiem	± 12%

Cauruļu un fasongabalu svaru norēķiniem nosaka pie asfaltēta stāvokļa.

8. Pazīmes. Uz caurulēm un fasongabaliem jābūt uzlietiem diam. un firmas nozīmēm; uz līkņiem arī centra lenķa grādiem.

Izmēģināšana.

10. Fabrikā. Normālas caurules un fasongabalus izmēģina auksta ūdens spiedienam mazākais 16 kg/cm², izņemot P un O gabalus un sekojošus ierobežojumus.

Izmēģināšanas spiediens ir:

A-, B- un T-gabaliem, vairāk par 400 mm diam.	10 kg/cm ²
AA, BB, C, CC un TT gabaliem, 200 līdz 400 mm	8 „
pāri par 400 mm	4 „
X gabaliem 200 līdz 400 mm	8 „
pāri par 400 mm	4 „

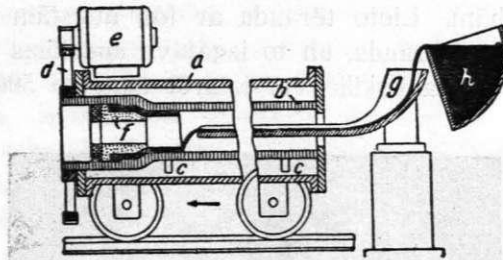
Fasongabali, lielāki par 700 mm, padodami atsevišķiem noteikumiem, kā izņēmuma produkts.

Izmēģināšanas spiediens parasti (saskaņā ar DIN 2401) jāņem 1,6 reiz lielāks par darba spiedienu. Pie lieliem darba spiedieniem vai papildu piepūlēm tādu fasongabalu sienas biezums jāpastiprina, ja vajadzīgs, ar ribām.

Par ūdens spiediena laiku, kas nedrīkst pārsniegt 1 min., lējuma gabalus dauza ar 1 kg smagu noapaļotu veseri, kam normālais kāta garums, mēreni spēcīgi. Smilšu formās lietās caurules izmēģina priekš asfaltēšanas, bet centrifugālās var izmēģināt asfaltētā stāvoklī.

11. Pasūtītāja izmēģinājumi. Ja pasūtījums neattiecas uz noliktavā esošām caurulēm un fasongabaliem, pasūtītājs var būt klāt pie izmēģinājumiem fabrikā. Ja pasūtītājs vēlas lietošanas vietā otrreizējo izmēģinājumu, tad tas notiek uz viņa rēķina; pie kam mēģināšanai jānotiek lietderīgi un ar nevainojamām ietaisēm. Otrreizējā pārbaudē atrastie defekti, ja tie celušies no liešanas vai materiāla trūkumiem, jānovērš piegādātājam, defektīvos gabalus atvietojojam. Piegādātājam tiesība būt klāt pie šī izmēģinājuma.

Jaunākais čuguna cauruļu izgatavošanas veids ir ar centrifugēšanas metodi. Ideja ir veca (pirmais patents 1809. g. Anglijā), jo tāpat kā citas vielas arī dzelzs, ja to ieļē horizontālā, ātri grieztā cilindrā, dosies pie ārsienas un aplās vienmērīgi visu cilindrisko virsu. Bet šo ideju atrisinot praktiskiem nolūkiem, bija jāatdurās uz lielām grūtībām. Dzelzs ar temperatūru 1.200—1.400°C nav parocīgs šķidrums sava karstuma dēļ, pie tam tas ātri atdziest. Tomēr jāizlej ar vienu paņēmieni 4—5 m gara caurule. Šobrīd praktiski lieto de Lavo (de Lavaud) metodi (1914. g.), kas par pamatu ir likta paņēmieniem vācu Gelsenkirchenes fabrikai, Šveices Rolla fabr., un d. c. Gelsenkirchenes fabrikā tiek lietota mašīna, kas sastāv (514. zīm.) no griezošās daļas, t. s.



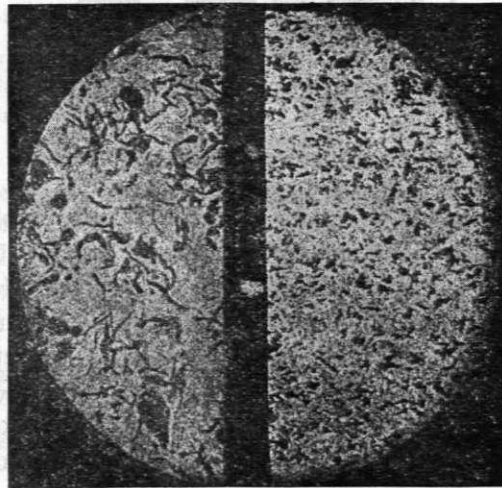
514. zīm. Centrifūgāllejammašīna.

kokilles (b), kas arī ir caurules ārējā forma. Kokille ievietota apvalkā (a), kuŗa iekšpusē formas dzisināšanai cirkulē ūdens. Kokille gul uz 4 ritentiņiem (c) un to ātri griež elektromotors (e) ar zobrata (d) palīdzību. Kokilles uznavas daļā ievieto smilšu formu (f), caurules uznavas iekšpuses izveidošanai. Kokilles otrā galā novietots lejamķipsis (h); no kuŗa kausētais čuguns pa reni (g) izlīst kokillē. Renes gals atliekts tā, lai šķidrā masa izlītu tieši uz formas virsu. Lejamķipī (h) jāievietojas tik lielam čuguna daudzumam, cik vajadzīgs vienas caurules izliešanai.

Caurules liešana notiek sekojoši. Sākumā mašīna atrodas tuvu pie lejamķipja, tā kā lejamrenes gals sniedzas līdz uznavas formai. Tad iesākas kokilles griešana, un kad pilns nodomātais apgriezīenu skaits sasniegts, no lejamķipja sāk dzelzs masa izlīt uznavā. Kad uznavas daļa piepildīta, visa mašīna sāk vienmērīgi kustēties uz priekšu (uz kreiso pusi 514. zīmējumā) automatiski vai ar hidr. preses palīdzību, kamēr rene kopā ar lejamķipi paliek uz vietas, nekustīgi. Izlijusi dzelzs izplūst ar centrifugājspēku pret kokilles sienu lentas veidīgi, spirālē, un izveido homogēnu cilindru ar vienmērīgu sienas biezumu. Mašīna kustas uz priekšu tik ilgi, kamēr lejamrenes gals neiznāk no kokilles. Tad liešana ir nobeigta, un tā kā izlīetā masa ātri atdziest, ar sevišķām stangām izvelk gatavo

cauruli ārā uznavas virzienā un novieto uz speciāli sagatavotiem pakļiktniem.

Kā no aprakstītās darba gaitas redzams, lai dabūtu cauruli ar vēlamiem izmēriem: diametra un sienas biezuma, lejammateriāla izteces daudzumam ar kokilles kustības ātrumu jābūt pareizās attiecībās. Jo ātrāk kokille kustēsies uz priekšu, pie tā paša lejamdaudzuma, jo plānāka un gaļāka iznāks caurule un otrādi. Ar vienu kokilli var izliet stundā 12 līdz 40 caurules, atkarīgi no caurules lieluma. Tātad redzams, ka darbs nav sevišķi dārgs un varētu būt saimnieciski izdevīgs, ja jāizlej liels daudzums zināma lieluma cauruļu, jo tad mašīnas iegādāšana varētu atmaksāties. Bet kokille kā svarīgākā mašīnas daļa maksā dārgi. Tā jātaisa no ļoti izturīga materiāla, kas var labi pretoties ļoti lielām temperatūras svārstībām. Lieto tēraudu ar ļoti augstām īpašībām, piem., chrōmnikelmolibdena tēraudu, un to izgatavo speciālas fabrikas. Neskatoties uz visu to, viena kokille var izturēt tikai ap 500—3.000 lējumus.



a.

b.

a. Lieta smilšu formās.

b. Centrifugēta.

515. zīm. Čuguna struktūra.

Centrifugālcaurulēm, pēc Čiriches materiālu pētīšanas institūta atziņuma, ir daudz priekšrocības pret agrāk parasti lietām smilšu formās, struktūra ir blīvāka (515. zīm.) un materiālā lieces pretestība par 70% (50—80%) lielāka (2.134 pret 1.244 kg/cm²). Bez tam tās ir izturīgākas pret ķīmiskiem un elektrolitiskiem bojājumiem, jo struktūra ir blīvāka un vienmērīgāka. Tās var arī izliet gaļākas par smilšu formā lietām.

Centrifugētās caurules ir no ārpuses ļoti cietas, no ātras atdzišanas, un to vēlāka apstrādāšana, piem., caurumu izurbšana, būtu grūta. Tādēļ caurules vēlreiz pārkarstē sevišķās krāsnīs pie 850—950°C, pie kam tās maina savu struktūru un kļūst parocīgākas apstrādāšanai. Dažas fabrikas gan neizdara tādu pēckarsēšanu, bet, kā liekas, tā ir vēlama.

Izlietās caurules, kā arī fasongabalus, pēc tam, kad mēri ir pārbaudīti un arī ārēji viss atrasts kārtībā, izpētī ar hidraulisku presi, normāli smilšu formās lietās līdz 20 atm. un centrifugētās 30 atm. Visu laiku, kamēr ūdeni iespiež, cauruli viegli piedauza ar 0,8 kg smagu veserī. Kad vajadzīgais spiediens sasniegts, tad atstāj visu mierā 5—15 min., un rezultātus uzskata par labiem, ja šai laikā spiediens nesamazinās, t. i. nekur nesūcas ūdens cauri.

Čuguna caurulēm vispārīgi ir liela pretestība pret ķīmiskiem un elektrolītiskiem iespaidiem, tātad normālos apstākļos tās nerūs. Pret rūšēšanu tās aizsarga t. s. lejādīņa, un vēl lielākā mērā cauruļu asfaltēšana. Asfaltēšanu izdara ar sekojošiem paņēmieniem. Vispirms caurules sakarsē 150—180°C, lai pilnīgi atbrīvotu no mitruma, tad svērtēniski (dažas fabrikas arī līmeniski) iemērcē vārošā asfalta sastāvā un tur te 10—20 min. Lēni izceļot no asfalta vannas, uz caurules paliek kā iekš- tā arī ārpusē vienlīdzīga, gluda sega, kas atdziestot stipri pieķeras pie čuguna un tā aizsarga pret rūšēšanu. Lai zem asfalta nepaliktu gaisa pūslīši, cauruli, kamēr tā atrodas vannā, berž ar saru suku.

Asfalta masas sastāvi ir ļoti dažādi, galvenā kārtā no labi savāritas akmeņogļu darvas. Ļoti populārs ir Dr. Angus Smita sastāvs (Anglijā lietots jau no 1840. g.) no 84% akmeņogļu darvas, 4% gumijas masas un 12% maisījuma no linu eļļas ar burgundiešu sveķi (izgatavo no priežu koka sveķiem).

Daudzreiz lieto sekojošu paņēmieni. Karstā sastāvā nogremdē aukstas caurules, un tur tās iekšā tik ilgi, kamēr nav pieņēmušas sastāva temperatūru. Ja vēlas dabūt biezu segu, tad iemērkšanu var atkārtot.

Pirms caurules iemērkšanas aizsargsastāvā, tās jānotīra no netīrumiem un rūsas. Pēc atdzišanas aizsargsegai jābūt cietai, elastīgai un gludai, un, piesitot ar āmuru, tā nedrīkst plaisāt vai atlobīties nost. Ja caurules pārveidojot aizsargsega ir nobrucināta, tad tā ir jāatjauno ar otas palīdzību. Dažreiz arī visu cauruli aplāj ar asfaltu, ar otas palīdzību, bet tas nav tik labi kā mērcēšana asfaltā.

Cauruļu vietas, kam jānodēra ciešai cauruļu savienošanai, vajadzētu īstenībā aizsargāt no aizsargsegas. Tādas vietas ir uzdevas iekšpuse un astes gala ārpuse. Ja tās grib aizsargāt no asfalta, tad priekš iemērkšanas tās jāapziež ar kaļķa krīta šķidrums.

Ja ir ļoti agresīvi ūdens un grunts apstākļi, ieteicams jau asfaltētās caurules vēlreiz aukstā veidā pārklāt ar bitumu vai ar inertolu un tamīdzīgiem materiāliem. Jaunākā laikā izgatavo arī iekšpusē emalētas čuguna caurules, ļoti agresīvu ūdeņu novadīšanai.

Čuguna izturību var iespaidot dažādas elektriskas strāvas zemē, kas sevišķi aiztiek čugunā atrodošos grafitu. Arī šai ziņā centrifugētās caurules izrādījušās par izturīgākām, pateicoties savai blīvākai struktūrai. Ja tādas strāvas zemē paredzamas, tad caurules jāizolē ar kādu patentētu aizsarglīdzekli, piem., ar Schade's plastisko aizsarglentu, ko izgatavo kāda ķīmisko produktu fabrika Berlīnē.

Cauruļu sienu biezums.

Sienu biezums caurulēm jāpieskaņo tiem spēkiem, kas iedarbojas uz cauruli. Tādi ir: 1) ūdens iekšējais spiediens, 2) ārējais zemes vai ūdens spiediens, 3) temperatūras svārstības un 4) triecieni caurules pārvietojot.

Temperatūras svārstības var būt ievērojamas tikai neapbērtām tērauda caurulēm. Zemē gulošām caurulēm temperatūras nelielai svārstībai ir ļoti mazs iespaids, un to var neievērot.

Apzīmēsim ar:

E — vada materiāla atsperības (elasticitātes) modulu,

α_t — stiepes koef., materiāla lineārai stiepei,

σ_t — spriegumu no temperatūras maiņas par t^0 ,

tad

$$\sigma = E \cdot \alpha_t \cdot t.$$

Pieņemot $\alpha_t = 0,000012$ un $E = 2.000.000 \text{ kg/cm}^2$, pie $t = 50^0$ (no -25^0 līdz $+25^0 \text{ C}$), ir:

$$\sigma = 2.000.000 \cdot 0,000012 \cdot 50 = 1.200 \text{ kg/cm}^2.$$

Kā redzams, pie brīvi gulošām caurulēm piepūle, ko rada temperatūra, var būt ļoti liela, bet ar ūdeni pildītām caurulēm gan arī temperatūras starpība būs mazāka.

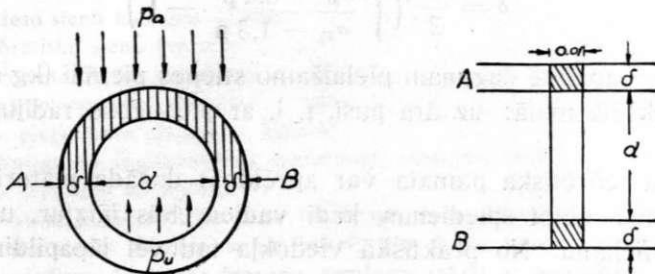
No triecieniem caurules pārvietojot jāizvairās. Neizbēgamus satricinājumus ņem vērā, palielinot teorētiski izrēķināto cauruļu sienu biezumu ar zināmu praksē noskaidrotu skaitlisku lielumu, kā tas turpmāk būs redzams.

Tātad aprēķināšanai jāievēro galvenā kārtā ārējā un iekšējā slodze. Pieņemsim kalkulācijai vienlīdzīgas struktūras materiālu. Apzīmēsim ar:

*) Par cauruļu korroziju sk. žurn. «Satiksme un tehnika» 1942. Nr. 12.

- d — caurules iekšējo diametru — m.
- δ — caurules sienas biezumu — cm.
- σ — caurules materiāla spriegumu — kg/cm^2 (+ stiepes, — spiedes)
- p_u — iekšējo, ūdens, spiedienu — kg/cm^2 .
- p_a — ārējo, zemes, spiedienu — kg/cm^2 .

Caurules gargriezumā horizontālās ass plāksnē, 1 cm garumā (516. zīm.), pastāv līdzojums (līdzsvara stāvoklī):



516. zīm. Sienu biezuma aprēķinam.

$$\underbrace{d \cdot p_u}_{\text{iekšp. sp.}} - \underbrace{(d + 2\delta) \cdot p_a}_{\text{ārējs sp.}} = 2 \cdot \delta \cdot \alpha.$$

No tā seko:

$$\delta = \frac{d}{2} \cdot \frac{p_u - p_a}{\sigma + p_a} \dots \dots \dots (1)$$

Ja vada sienu biezums ir dots, tad var uzstādīt izteiksmi spriegumam:

$$\sigma = \frac{2\delta}{d} \cdot (p_u - p_a) - p_a \dots \dots \dots (1a)$$

Ja σ ir +, tad ir stiepes, ja —, tad spiedes piepūle. Praktiski p_a ir mazs (mazāks par 1 atm.) salīdzinot ar p_u (līdz 20 atm. un vairāk) un to ievērojot, var p_a neņemt vērā, un tad pieņemot $p = p_u$, formulu var vienkāršot:

$$\delta = \frac{d}{2} \cdot \frac{p}{\sigma} \dots \dots \dots (2) \text{ un}$$

$$\sigma = \frac{d}{2} \cdot \frac{p}{\delta} \dots \dots \dots (2a), \text{ vai}$$

$$p = \frac{2\delta \cdot \sigma}{d} \dots \dots \dots (2b)$$

Šais formulās σ ir arvien +, tātad bez ārējā spiediena uz caurules sienām iedarbojas tikai stiepes piepūles.

Formulās (1) un (2) nav ievērota materiāla atsperība (elasticitāte), nav arī ievērota sprieguma nevienādība sienas daļās, kas atrodas dažādā

attālumā no centrālās ass. To ievērojot, augšā minētās formulas lietojamas, ja δ ir mazs samērā ar d ($\delta \leq \frac{d}{6}$) un ja piepūles nav lielākas par $\frac{1}{3}$ no pielaižamās stiepes piepūles ($\sigma_{st}:3$). Patiesībā vislielākais spriegums ir sienas iekšpusē. Bez tam arī spriegums atkarīgs no tā, vai vadu ass virzienā iedarbojas kādi spēki, vai ne. Lielākiem vadiem pie liela iekšēja spiediena B a c h s sastādījis formulu:

$$\delta = \frac{d}{2} \left(\sqrt{\frac{\sigma_{st} + 0,4 p}{\sigma_{st} - 1,3 p}} - 1 \right) \quad \text{Pie lieliem vadiem.}$$

pie kam σ_{st} — apzīmē čugunam pielaižamo stiepes piepūli (kg/cm^2), ņemot to sienas iekšējā malā; uz āra pusi, t. i. ar pieaugošu radiju, spriegums samazinās.

Uz tāda teorētiska pamata var aprēķināt dažāda materiāla cauruļu sienu biezumu, zinot spiedienus, kādi vadiem būs jāiztur, un materiāla pretestības lielumu. No praktiskā viedokļa tad vēl jāpapildina ar attiecīgu lielumu.

Sienas biezumu čuguna caurulēm izrēķina ar 10 kārtīgu izturību, un tad, kā jau minēts, pie izrēķinātā sienu biezuma pieliek klāt zināmu praksē noskaidrotu skaitlisku lielumu, lai būtu ievēroti arī tie spēki, ko aprēķinā grūti ietilpināt, piem., hidrauliskie triecieni. Ņemot to vērā, praksē izstrādātas empīriskās formulas, uz novērojumu pamata, ar kuŗām aprēķina sienu biezumu.

Krievijā tādas formulas bija uzstādītas ūdensvadu kongresos (1901. g.) un fabrikas pie tām pieturējās. (Pēdējā laikā, pieņemts jauns tips.) Formulas sekojošas:

$$\delta = 0,02 + 6,5 \text{ mm caurulēm ar } d = 40\text{—}300 \text{ mm}$$

un

$$\delta = 0,02 + 6,0 \text{ mm caurulēm ar } d = 350\text{—}1.200 \text{ mm,}$$

pie kam σ pieņemts = $250 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

Vācijā pieņemts 1882. g. no gāzes un ūdensvadu tehniķu biedrības kopā ar vācu inženieru savienību (V. d. J. = Verein deutscher Ingenieure) sekojoša formula:

$$\delta = \frac{d}{60} + 7 \text{ mm,}$$

pie kam σ pielaižams $200 \text{ kg}/\text{cm}^2$. Formula derīga līdz vislielākam darba spiedienam $p = 10 \text{ atm.}$ un vislielākam parauga spiedienam 20 atm. Pie mazāka darba spiediena ($4\text{—}7 \text{ atm.}$) δ var būt $5\text{—}15\%$ mazāks, un pie lielāka jābūt lielākam (uz iekšējā diam. rēķina). Čuguna stiprībai vajag būt $1.200 \text{ kg}/\text{cm}^2$ un īpatnējam svaram $7,25$. Normas lietojamas caurulēm pie $d = 40$ līdz 1.200 mm , pie kam cauruļu g a r u m s ir:

pie $d = 40 - 60$ mm, $l = 2$ m.

„ $d = 80 - 225$ mm, $l = 3$ m.

„ $d > 250$ mm, $l = 4$ m.

Tolerance 10 mm uz vienu vai otru pusi.

Pēc vācu normām (DIN 2411) cauruļu sienu biezumu aprēķina ar formulu

$$s = s_0 + c = \frac{p \cdot d}{200 \cdot \sigma_{\text{piel.}}} + c$$

kur apzīmē:

s — patieso sienu biezumu — mm;

s_0 — teorētisko sienu biezumu — mm;

p — pieņemto darba spiedienu — kg/cm²;

d — iekšējo caurules diametru — mm;

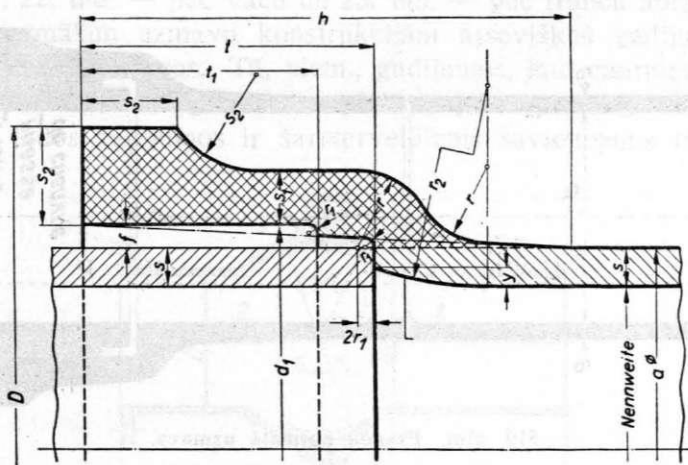
$\sigma_{\text{piel.}}$ — pieļaujamo piepūli — kg/mm²;

c — atkarīgs no izgatavošanas ipatnībām, rūsas un taml.

σ_{piel} — pieņemts 2,5 kg/mm².

Koef. c atkarīgs no p , d , t. i. no teorētiskā sienas biezuma un ir pieņemts 6 mm pie vismazākiem sienas biezumiem un nokrīt līdz 0 pie sienas biezumiem 55 mm un vairāk. Pie spiediena 10 sienas biezums apmēram sakrīt ar aprēķināto un augšā uzrādīto vācu gāzes un ūdensvadu speciālu 1882. g. pieņemto formulu.

Atkarīgi no cauruļu savienošanas veida izšķir a t l o k u un u z m a v u caurules. U z m a v u savienojumi ir zināmā mērā elastīgāki kā atloku, un uznavu cauruļu vadus lieto likšanai zemē, kamēr vadiem, kas jāliek



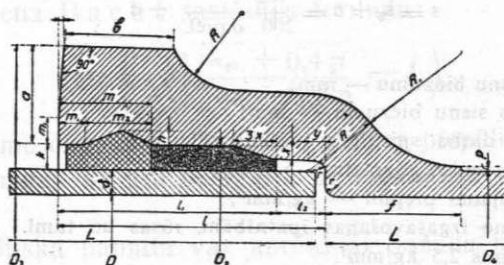
517. zīm. Vācu normālā uzdeva.

virs zemes, lieto parasti a t l o k u caurules. Kā uznavu, tā atloku konstrukcijās noteiktas n o r m a s, kuŗas katrā zemē, kur izgatavo caurules, izstrādā vai nu fabrikas vai lietotāji — inženieri. Dažādas normas atšķiras cita no citas ar uznavas dziļumu un to izveidojumu, un ar astes gala izveidojumu.

Vācu normālā uzdeva (517. zīm.) sastāv galvenā kārtā no

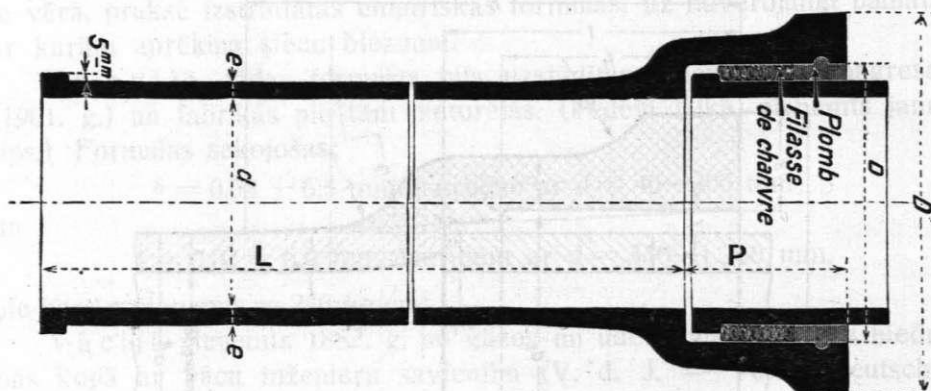
cilindriskām virsām, tātad arī astes gals ir līdzens, bez kādiem paugstinājumiem.

Krievijā agrākā normālā uzmava, (1901. g. kongresā), pēdējā laikā (XII. un XIII kongress) grozīta (518. zīm.). Atmesta burtīte astes galā un arī citādi kā agrāk izveidota uzmavas iekšpuse.



518. zīm. Krievu jaunā uzmava.

Francijas lielās cauruļu fabrikas «Pont à Mousson» paredz burtīti un uzmavas iekšpusi cilindriski izveidotu ar nelielu apaļu padziļinājumu (519. zīm.). Šāda veida tips pieņemts arī Parīzes pils. Arī Rīgas jaunajam ūdensvadam caurules piegādājusi minētā franču fabrika.

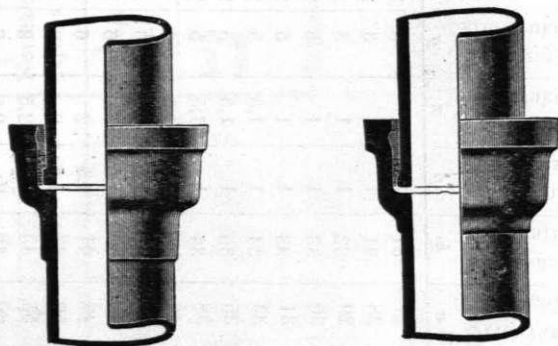


519. zīm. Franču normālā uzmava.

Angļu un amerikāņu uzmavu tipi (520. zīm.) tāpat paredz burtīti astes galam, bet tipi atšķiras nedaudz ar uzmavas iekšējo izveidojumu.

Visās normās paredzēta neliela starpa 2—3 mm starp astes gala virsu un uzmavas iekšējo galu, kas vajadzīgs, lai izbēgtu nevēlamās piepūles vadu ass virzienā. Kas attiecas no šā viedokļa uz burtītes nozīmi astes galā, tad no tās sagaidīja caurules izturības palielināšanos

pret spiedienu ass virzienā un blīvāku savienojumu. Tomēr izrādījās, ka gaidītie labumi atkrit un burtīte drīzāk atnes ļaunumu. Grunts sēšanās gadījumā vai zem temperatūras iespaidiem burtīte var iedarboties kā virzulis un izspiest uznavas noblīvēšanas materiālu (grīsti un svinu),

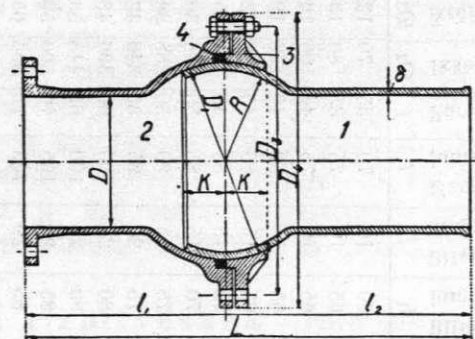


520. a., b. zīm. Angļu un amerikāņu normālās uznavas.

kamēr pie gluda gala šādos gadījumos uznavas savienojums strādā it kā blīvslēgs.

Čuguna uznavu cauruļu mēri un svāri uzrādīti tabulās (21. tab. — pēc krievu, 22. tab. — pēc vācu un 23. tab. — pēc franču normām).

Bez normālām uznavu konstrukcijām atsevišķos gadījumos lieto sevišķi veidotas uznavas. Tā, piem., gadījumos, kad caurules jāliek uz nevisai drošas grunts (purvainās vietās), jālieto kustīgi savienojumi. Piemērots tādos gadījumos ir šarnierveidīgais savienojums (521. zīm.),



521. zīm. Šarnierveidīgais savienojums.

derīgs mazākām caurulēm (100—300 mm). Plašāk pazīstams ir Žibo (Gibault) sistēmas savienojums (522. zīm.). To lieto caurulēm ar abiem līdzīgiem galiem (bez uznavas vai atloka). Tas sastāv no centrāla gredzena, kas vienmērīgi aptver abu cauruļu galus. Gredzena sienu bie-

21. tabula.
Čuguna uznavu cauruļu mēri un svāri pēc krievu jaunajām normām.

Cauruļu izmēri				Uznavas izmēri																	Fasongab.	
Iekšējais diam.	Sienas biezums	Ārējais diam.	Norm. garums	Blīvējuma dzi- lums	Blīvējuma aiz- muguras garums	Uznavas dzi- lums	Pārejas garums	Iekšējais diam.	Ārējais diam.	Svina aizlējums					Uznavas bie- zums galā	Uznavas biežā gala garums	Iedobuma augstums	Palīgizmērs konstrukcijā	Palīgizmērs konstrukcijā	Likuma rādijs	Sienas biezums	Iekšējais diametrs
										Aizlējuma biezums	Aizlējuma cilindr. daļa	Aizlējuma kōniskā daļa	Aizlējuma pils dziļums	Aizlējuma iekšējais pa- stiprinājums								
Д	δ	Д ₁	ℓ	h ₁	h ₂	l	f	Д ₂	Д ₃	k	m ₁	m ₂	m	n	a	b	p	z	y	ℜ	δ ₁	δ ₄
40	7	54	2000	60	10	70	35	70	124	8	8	20	28	4	27	31	1	1	3	21	8	38
50	7	64	2000	65	10	75	35	80	136	8	8	20	28	4	28	31	1	1	3	21	8	48
75	7,5	90	3000	65	10	75	40	106	164	8	8	20	28	4	29	32	1	1	3	22	9	72
100	8	116	3000	65	15	80	40	132	192	8	8	20	28	4	30	33	1	1	5	23	10	96
125	8,5	142	3000	65	15	80	45	158	220	8	8	20	28	4	31	33	1	1	5	23	10	122
150	9	168	3000	70	15	85	45	184	250	8	8	20	28	4	33	34	1	1,5	5	24	11	146
200	10	220	4000	70	15	85	50	236	306	8	8	20	28	4	35	35	1	1,5	5	25	12	196
250	11	272	4000	75	15	90	50	288	364	8	8	20	28	4	38	36	1	1,5	5	26	13	246
300	12	324	4000	75	20	95	55	340	420	8	8	20	28	4	40	38	1,5	1,5	6	28	14	296
350	13	376	4000	80	20	100	60	396	482	10	10	25	35	5	43	39	1,5	1,5	6	31	16	344
400	14	428	4000	80	20	100	65	448	538	10	10	25	35	5	45	40	1,5	2	6	32	17	394
450	15	480	4000	85	20	105	70	500	596	10	10	25	35	5	48	41	1,5	2	6	33	18	444
500	17	534	5000	85	20	105	75	554	654	10	10	25	35	5	50	43	1,5	2	6	34	20	494
600	20	640	5000	90	25	115	80	660	770	10	10	25	35	5	55	45	2	2,5	6	38	24	592
700	23	746	5000	95	25	120	85	766	886	10	10	25	35	5	60	48	2	2,5	7	42	28	690
800	27	854	5000	100	30	130	90	878	1108	12	12	30	42	6	65	50	2,5	2,5	7	50	32	790
900	30	960	5000	105	30	135	100	984	1124	12	12	30	42	6	70	53	2,5	3	8	54	36	888
1000	34	1068	5000	110	35	145	110	1092	1242	12	12	30	42	6	75	55	2,5	3	8	55	41	986
1200	40	1280	5000	120	35	155	120	1304	1474	12	12	30	42	6	85	60	3	3,5	8	52	48	1184

Piezīme: 1) Normāls darba spiediens 10 atm.

2) Fasondaļu sienu biezuma pastiprinājumu izdara samazinot iekšējo diametru.

22. tabula.

Čuguna uznavu cauruļu mēri un svāri, un blīvējuma materiāla daudzumi pēc vācu normām. (Normālie mēri — mm.)

Nominālais diam.	Normālais sienas biezums	Normālais gaļums	Uznavas mēri				Svāri kg		
			Iekšējais diam.	Ārējais diam.	Dzīļums	Svina biezums blīvējumā	1 m caurules	Svina	Kaņepāju grīstes
40	7,5	2000	69	115	74	7	10,09	0,51	0,06
50	7,5	2000	80	126	77	7,5	12,14	0,70	0,07
70	8	—	101	149	82	7,5	—	—	—
80	8,5	3000	112	162	84	7,5	19,94	1,05	0,10
100	9	3000	133	183	88	7,5	24,41	1,35	0,14
125	9,5	3000	159	211	91	7,5	31,65	1,70	0,17
150	10	3000	185	239	94	7,5	39,74	2,15	0,22
200	11	3000	238	296	100	8	57,66	3,00	0,30
250	12	4000	291	353	103	8,5	76,51	4,44	0,44
300	13	4000	343	409	105	8,5	99,13	5,10	0,51
350	14	4000	395	465	107	8,5	124,13	5,53	0,55
400	14	4000	447	519	110	9,5	146,68	7,46	0,75
450	15	4000	499	573	112	9,5	170,10	8,33	0,83
500	16	4000	552	630	115	10	201,66	10,13	1,01
600	17	4000	655	737	120	10,5	256,69	13,33	1,33
700	19	4000	760	850	125	11	335,66	15,50	1,55
800	21	4000	866	964	130	12	425,01	20,20	2,02
900	23	4000	971	1075	135	12,5	512,80	24,70	2,47
1000	24	4000	1074	1184	140	13	608,76	29,20	2,92

zums tāds pats kā caurulēm. Gredzena platums ir 60—110 mm, un starpa starp gredzenu un cauruļu āršiem ir 5 mm. Tālāk uz cauruļu galiem blīvi uzdzīti 2 gumijas riņķi, starp kuriem tad nāk minētais platais gredzens. Tos tad aptver 2 čuguna gredzeni, kas tiek savilkti kopā ar bultām (skaitā 2—8, atkarīgi no cauruļu lieluma), cieši piespiežot gumijas riņķus klāt pie visām virsmām. Nopietna vērība veltijama bultām, kas nedrīkst sarūsēt, jo tad ciestu savienojuma blīvums. Lai aizsargātu bultas no ātras bojāšanās, tās apsedz ar asfalta laku vai kādu citu aizsargmasu.

Uznavas aizblīvēšana. Parastais uznavas aizblīvējums (518. zīm.) sastāv no iedrīvētas (līdz pusgaļumam) kaņepāju grīstes, iepriekš samērcētas linu eļļā vai darvā, un no svina aizlējuma. Grīsti iedrīvē blīvi ar sevišķu drīvētāju (523. zīm.) vienmērīgi ar viegla āmuriņa palīdzību. Drīvmateriālam galvenā nozīme tā, lai ielejot svina tas neiztecētu caurulē. Bet arī higiēniskā ziņā nozīme, jo blīvais aizdrīvējums neļauj ūdenim apskālot un šķīdināt svina.

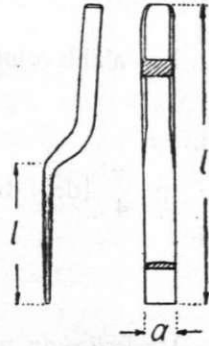
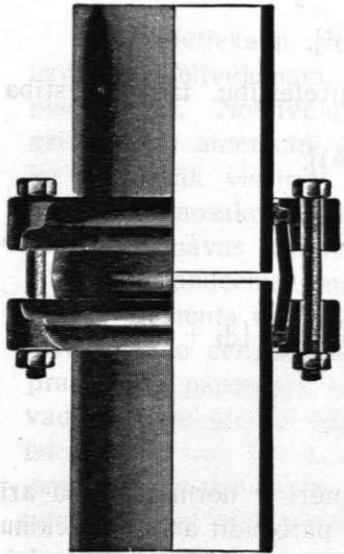
23. tabula.

Čuguna uznavu cauruļu mēri un svāri pēc franču normām
(Parīzes pils.) (Normālie mēri mm.)

Normāls diam. d	Sienas biezums δ	Uznavas			1 m cau- rules svārs kg	Svina 1 uznavas aizliešana kg
		Iekšējs diam. D	Ārējs diam. D ¹	Dziļums P		
40	8	72	124	85	10	0,98
50	8	82	134	85	12	—
60	8,5	95	149	90	15	1,45
70	8,5	105	159	90	17	—
80	9	116	172	90	20	1,80
100	9	136	192	100	25	2,20
125	9,5	162	220	100	32	—
150	10	188	248	100	40	3,11
175	10,5	214	276	100	49	—
200	11	240	304	100	58	4,02
225	11,5	266	332	100	68	—
250	12	292	360	110	78	4,90
300	13	345	417	110	100	6,18
350	14	397	473	110	125	7,13
400	14,5	488	526	110	150	8,06
450	15	500	580	110	175	—
500	16	552	636	110	200	10,46

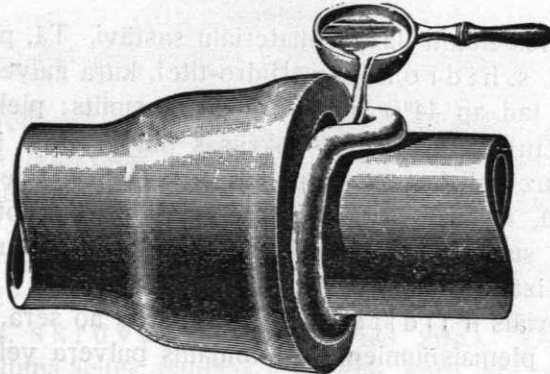
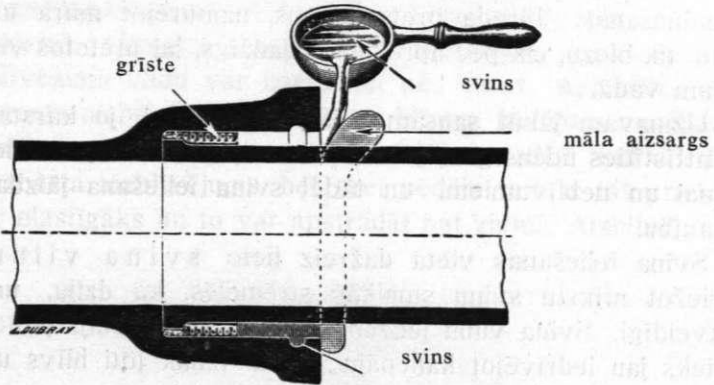
Pārējo uznavas daļu aizlej ar izkausētu svinu, iepriekš aiztaisot uznavas starpas galu cieti ar māla vai gumijas gredzenu, lai svins neiztecētu (524. zīm.). Gredzena virsgalā atstāj resp. ietaisa piltuvveidīgu caurumu, svina ielaišanai, un blakām tam vienu vai vairāk mazākus caurumus, gaisa vai gāzu iziešanai. Svinu izkausē tik lielā daudzumā, cik vajadzīgs vienas uznavas piepildīšanai vienā paņēmienā, un nevar liet 2 paņēmienu, jo tas dotu neblīvu savienojumu. Pēc svina atdzišanas lejamgredzenu noņem un svinu iekal uznavā ar vesera un drīvkalta palīdzību, ar ko svins vismaz 2—3 cm dziļumā tiek sablīvēts un ārvera kļūst gluda un spīdoša.

Svina aizlējuma m teorētiski vajag būt tik lielam, lai svina berze gar uznavas sienu būtu pietiekama izrādīt pretestību aizlējuma izspiešanai no ūdens spiediena caurulē. Apzīmējot aizlējuma dziļumu ar h , caurules iekšējo diametru ar d , uznavas iekšējo diametru ar d_1 , sienu biežumu ar δ , spiediena lielumu caurulē ar p — atm., tad spiedienu P (kg) uz svina gredzenu ir:



522. zīm. Cauruļu savienojums «Gibault».

523. zīm. Iedrivēšanas rīks.



524. zīm. Māla lejamgredzens.

$$P = p \cdot \frac{\pi}{4} \cdot [d_2^2 - (d + 2\delta)^2].$$

Apzīmēsim ar c svina gredzena berzes pretestību, tad pretestība izstumšanai W ir:

$$W = c \pi \cdot h [d_2 + (d + 2\delta)].$$

Lai aizblīvējumu neizstumtu, vajadzīgs:

$$W > P,$$

t. i.

$$p \cdot \frac{\pi}{4} [d_2 + (d + 2\delta)] \cdot [d_2 - (d + 2\delta)] \leq c \pi \cdot h \cdot [d_2 + (d + 2\delta)]$$

vai

$$h \geq \frac{p}{c} \cdot \frac{d_2 - (d + 2\delta)}{4}.$$

Praksē var apmierināties ar to, ka visi mēri ir normēti, tātad arī svina aizlējuma dziļums h , bet tomēr ieteicams pārbaudīt arī ar aprēķinu svina daudzumu, kas var noderēt patērētā svina daudzuma kontrolei. Bet sevišķi nozīmīgi vēl ir aprēķināt spiedienu un svina pretestību vadu līkumos, kas var izrādīties par nepietiekamu izsargāt savienojumu no izkustināšanas. Jārada pretspiediens, uzmūrējot mūra masīvu pret līkumu tik biezu, cik pēc aprēķina vajadzīgs, lai pretotos vislielākam spiedienam vadā.

Uzmavām jābūt sausām svina ieņemšanai, jo karstu svinu ielejot, var attīstīties ūdens garaiņi no mitruma; tas būtu par cēloni svina izslācīšanai un neblīvumiem, un tādēļ svina ieliešana jāizdara ar sevišķu uzmanību.

Svina ieliešanas vietā dažreiz lieto svina vilnu, ko sataisa, sagriežot mikstu svinu smalkās strēmelēs, kā dziju, un to sagriežot striķveidīgi. Svina vilnu iedzen uzmavā ar drīvētāja palīdzību, protams, iepriekš jau iedrīvējot kaņepāju grīsti. Iznāk ļoti blīvs uzmavas aizpildījums.

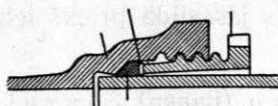
Svina vietā tiek lietoti dažādi materiālu sastāvi. Tā, piem., Amerikā plašā mērā lieto t. s. h i d r o t a i t u (Hidro-tite), kuŗa galvenā sastāvdaļa, ap 55%, ir sērs, tad ap 44% smalka, nosijāta smilts; pieliekot nedaudz sodrējus (no oglēm), dabū melnas nokrāsas pulveri. To izkausē (vāra) tērauda katlīnos uz nelielas uguns un šķidrā veidā lēni ielej uzmavā ar piltuves palīdzību, uzmavu iepriekš labi izžāvējot un notīrot tās iekšpusi ar metalla suku. Pēc amerikāņu inženieru atzinuma hidrotaita noblīvējums esot izturīgāks kā svina un arī elastīgāks.

Līdzīgs materiāls ir l i d i t s, kas arī sastādīts no sēra, dzelzs, smilts un dažiem citiem piemaisījumiem un dabūjams pulvera veidā. Lietošana līdzīga hidrotaitam.

Nav pietiekami vēl noskaidrots cementa lietošanas raksturs uzmavu noblīvējumam, lai gan Amerikā tādu noblīvējumu lieto diezgan plašā mērā. Noblīvējumu izdara sekojoši. Vispirms iedrīvē kaņepāju grīsti, kuŗu amerikāņi ieteic nedarvot, kamēr krievu mēģinājumi rāda, ka izdevīgāk vispirms iedrīvēt darvotu grīsti, un tad balto, pēdējās daudzumu nosakot $\frac{1}{3}$ līdz $\frac{1}{2}$ no pirmās. Uzmavu aizpilda ar grīsti ap 0,75 no uzmavas gaŗuma. Tad sagatavo cementa masu, piejaucot labam, tīram portlandcementam apmēram $\frac{1}{15}$ ūdens, pēc krievu datiem $\frac{1}{10}$ no svara. Cementa masu ar strupu drīvi iespiež uzmavā, pēc kam blīvums atkarājas no cementa iedrīvēšanas rūpības, kas pie lieliem diametriem prasa līdz pusstundu un vairāk laika. Cementa noblīvējumu neieteic vadiem, kam jāiztur vibrācijas, vai vājos grunts apstākļos. Arī grunts-ūdenī, kam var būt agresīvas īpašības, cementa noblīvējums neder, jo cements var tikt saēsts. Arī temperatūras svārstībām padotiem vadiem nav lietojams cementa blīvējums.

Azbestcimenta maisījumu, no azbesta un cementa ar ūdeni, uzmavu aizblīvēšanai, pēc Azerjera, lieto visos tais gadījumos, kad var lietot arī cementa blīvējumu. Maisījumu sastāda pēc svara no 30% azbesta un 70% tīra portlandcimenta. Pēc masas labas sajaukšanas pielej 10% ūdens (pēc svara). Uzmava jāaizblīvē ar vienreizīgi izgatavoto masu. Ar tādu aizblīvējumu vadu var izmēģināt pēc 48 st. Agresīvās gruntīs vēl azbestcimenta aizblīvējumu aizklāj ar bituma izolējošu mastiku.

Aluminiņa aizblīvējums parādījies pēdējā laikā. Tas ir dārgāks kā azbesta aizblīvējums, bet pret pēdējo tam ir tās priekšrocības, kā tas ir elastīgāks un to var apstrādāt pat ziemā. Aizblīvējumu sa-



Gumijas gredzens.

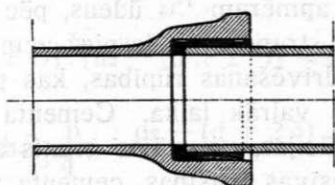
525. zīm. Uzmavas noblīvējums ar aizskrūvēšanu.

stāda aizdrīvējums ar darvotu grīsti, aluminiņa iedrīvēšanu un ar bituma slāņa aplikšanu. Aluminiņa aizblīvējumu var izdarīt ar aukstu vai karstu metodi; caurules lielākas par 200 mm aizblīvē tikai ar aukstu paņēmienu.

Pēdējos gados izdarīti daudzi mēģinājumi ar gumijas noblīvējumiem, izveidojot attiecīgi uzmavu konstrukciju. Arvien vairāk nāk lietošanā t. s. skrūves uzmava (525. zīm.). Uzmava ir ar vītņi. Uzmavas dziļumā ieliek gumijas gredzenu, kuŗu labi piespiež ar uzmavā ieskrūvējamu gredzenu. Tāda uzmava ir elastīga, neizsauc liekas piepūles

vadā un var labi piemēroties grunts kustībām, tā kā vada bojājumi savienojumu vietās tiklab kā izslēgti. Savienojumu var izdarīt ātri, kas sevišķi nozīmīgi grūtos grunts apstākļos (gruntsūdenī).

Ir arī vēl dažas citas uznavas konstrukcijas gumijas noblīvējumiem, Piem., dažas firmas izgatavo uznavas, kas dod iespēju noblīvēt ar gumijas gredzeniem vai starpā iespiestām gumijas manšetēm (526. zīm.). Pret gumiju kā blīvmateriālu iebildumi nav celti.



526. zīm. Uznavas noblīvēšana ar gumijas gredzeniem.

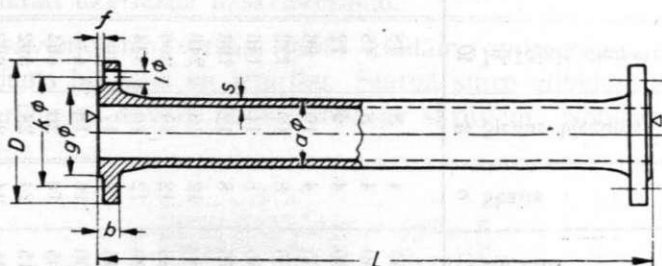
Novērtējot galvenos noblīvējuma materiālus, jāatzīst ka svins ir viens no labākajiem. Tas blīvi piepilda uznavu, viegli iedauzāms un ir elastīgs. To ievērojot, tas lietojams uznavu aizblīvējumam visās tais vietās, kur iespējama grunts vibrācija un sēšanās; zem dzelzceļa līnijām, uzbērtā gruntī un t. l.. Svins ir arī diezgan izturīgs, izņemot ļoti agresīvus (mīkstus) ūdeņus. Vienīgais ļaunums tas, ka svins ir dārgs un to lieto daudz citiem mērķiem.

Cementu Krievijā sāka lietot priekš 10—15 g., un tagad to lieto plašā mērogā. Atzīst tomēr to ļaunumu, ka vads nav vairs elastīgs un vietās, kur novērotas grunts vibrācijas vai slikta grunts, tādu blīvējumu nevar lietot, arī agresīvās gruntīs un agresīvos ūdeņos cementu bojā korrozija. Aukstā laikā cements jāsasilda priekš ieblīvēšanas.

Atloku (flanšu) caurules.

Atloku caurulēm tas labums, ka tās var viegli savienot saskrūvējot un arī vieglāk izņemt bojāto cauruli un tās vietā ielikt citu. Ļaunums tas, ka vadi nav nemaz elastīgi, bez tam arī caurules un savienojumi maksā dārgāk kā uznavu caurulēm. Atrasts par vajadzīgu atloku caurules taisīt īsākas par uznavu caurulēm, jo caurules sēšanās gadījumā rodas nevēlami momenti atloku tuvumos. (To ievērojot, pāreja no atloka uz normālo caurules sienu ir taisīta biezāka.). Aiz šiem iemesliem atloku caurules lieto tikai sevišķiem gadījumiem: stāvām vai vertikālām līnijām, zemūdens dīķeriem (šai gadījumā vēlami kustīgi savienojumi), un kur jāparedz tādu fasongabalu ielikšana, kas ātrāk var bojāties, un tādēļ vajadzīga viegla atjaunošana, kā tas ir ar aizlaidņiem, hidrantiem, ūdens mērītājiem un t. t.

Arī atloku konstrukcijas normētas. Vācu normālā atloka konstrukcija (527. zīm.) atšķiras no krievu (528. zīm.) ar to, ka tai atloku sadursmes laukums ir mazāks, jo ārpusē starpa ir lielāka, tātad



527. zīm. Vācu atloku normas.

savā ziņā konstrukcija ir elastīgāka. Attiecīgie mēri un sviri kā vācu, tā krievu normālām caurulēm parādīti atsevišķās normu tabulās (24. un 25. tab.).

24. tabula.

Čuguna atloku cauruļu mēri un sviri pēc vācu normām.
(Normālie mēri — mm.)

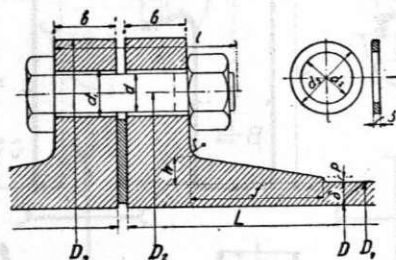
Nomināls diam.	Normāls sienas biezums	Garums	Atloki			Bultas			Sviri kg		
			Arējs diam.	Diametrs caurumu vietā	Biezums	Skaitis	Diam.	Cauruma diam.	1 m caurule bez atloka	1 m caurule ar atlokiem no L = 90,0 mm	2, mm bieža gūnīja gredzena
40	7,5	2000	150	110	18	4	5/8"	18	8,11	27,9	0,03
50	7,5		165	125	20	4	5/8"	18	9,82	34,4	0,04
70	8		185	145	20	4	5/8"	18	14,2	48,4	0,05
80	8,5	un	200	160	22	4	5/8"	18	17,1	58,9	0,06
100	9	3000	220	180	22	8	5/8"	18	22,3	75,5	0,07
125	9,5		250	210	24	8	5/8"	18	29,1	98,5	0,08
150	10		285	240	24	8	3/4"	22	36,4	122	0,08
200	11	4000	340	295	26	8	3/4"	22	55,9	178	0,14
250	12		395	350	28	12	3/4"	22	71,6	241	0,16
300	13		445	400	28	12	3/4"	22	91,7	305	0,20
350	14	3000	505	460	30	16	3/4"	22	116	385	0,23
400	14		565	515	32	16	7/8"	25	132	443	0,26
450	15		615	565	32	20	7/8"	25	159	528	0,29
500	16	un	670	620	34	20	1"	30	188	625	0,32
600	17	4000	780	725	36	20	1	30	239	795	0,38
700	19		895	840	40	24	1	30	311	1043	0,44
800	21		1015	950	44	24	1 1/8"	33	393	1330	
900	23	4000	1115	1050	46	28	1 1/8"	33	484	1622	
1000	24		1230	1160	50	28	1 1/4"	36	560	1906	

25. tabula.
Čuguna atloku cauruļu izmēri pēc krievu normām.

Cauruļu izmēri				Atloka izmēri								Bultas				Fasondaļas		Gumija	
D	δ	D ₁	L	D ₂	D ₃	b	f	h	p	r	d ₁	diametrs		l	n	δ	D	d _a	d _b
												d metros	d collās						
40	7	54	2000	110	144	19	40	8	1	4	15	12	1/2"	55	4	8	38	44	94
50	7	64	2000	125	165	19	40	8	1	4	18	16	5/8"	60	4	8	48	54	104
75	7,5	90	2000	150	192	20	40	8	1	4	18	16	5/8"	60	4	9	72	80	130
100	8	116	3000	185	235	21	45	8	1	4	22	20	3/4"	65	4	10	96	104	158
125	8,5	142	3000	205	248	22	45	8	1	4	18	16	5/8"	65	8	10	122	130	180
150	9	168	3000	230	272	23	50	8	1	4	18	16	5/8"	65	8	11	146	158	208
200	10	220	3000	290	340	25	50	8	1	4	22	20	3/4"	75	8	12	196	208	266
250	11	272	3000	345	400	27	55	10	1	4	22	20	3/8"	80	12	13	246	256	320
300	12	324	3000	405	465	29	55	12	1,5	4	25	22	7/8"	85	12	14	296	306	378
350	13	376	3000	460	520	31	60	13	1,5	4	25	22	7/8"	90	12	16	344	356	432
400	14	428	3000	510	570	33	60	13	1,5	4	25	22	7/8"	95	16	17	394	406	482
450	15	480	3000	570	640	35	65	13	1,5	5	28	24	1"	100	16	18	444	456	538
500	17	534	3000	625	695	37	65	13	1,5	5	28	24	1"	105	16	20	494	506	594
600	20	640	3000	730	800	41	70	14	2	5	28	24	1"	115	24	24	592	606	700
700	23	746	3000	850	930	45	75	14	2	5	33	30	1 1/8"	125	24	28	690	710	810
800	27	854	3000	960	1050	49	80	14	2,5	5	37	33	1 1/4"	135	24	32	790	810	920
900	30	960	3000	1070	1160	53	85	15	2,5	6	37	33	1 1/4"	145	32	36	888	910	1030
1000	34	1068	3000	1180	1270	57	90	15	2,5	6	37	33	1 1/4"	150	32	41	986	1010	1140
1200	40	1280	3000	1400	1500	65	100	15	3	6	44	39	1 1/2"	175	32	48	1184	1210	1350

Normās uzrādīts arī skrūvju skaits un lielums, kas vajadzīgs atloku savienošanai. Jāpiegriež vērība, lai skrūvju caurumi abās pusēs būtu vienādā attālumā no vertikāles un lai nebūtu caurums apakšā, pie kuŗa būtu grūti pietikt uzgriežņa uzskrūvēšanai.

Atloku savienojuma virsām jābūt gludām, apdreijātām, lai garantētu savienojuma blīvumu un izturību. Starpā starp atlokiem ieliek kādu mīkstu materiālu un savelk atloku kopā ar skrūvēm. Noblīvēšanai lieto



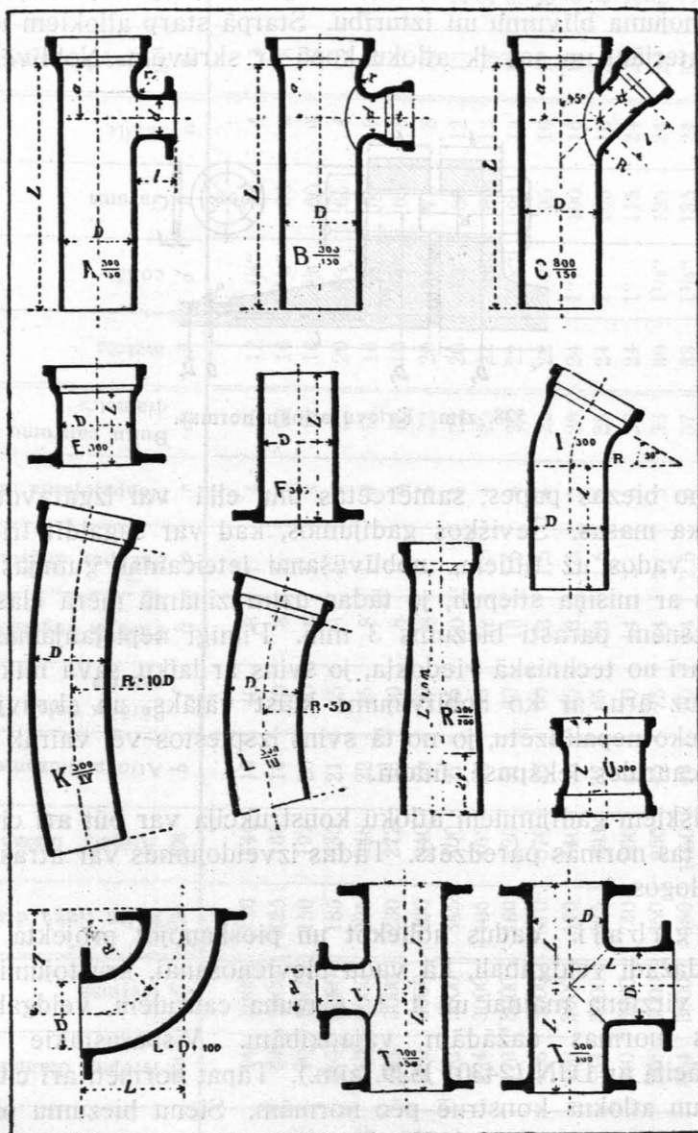
528. zīm. Krievu atloku normas.

plāksnes no biezas papes, samērcētas linu eļļā vai izgatavotas no sevišķas koka masas. Sevišķos gadījumos, kad var sagaidīt tricīnājumus, kā, piem., vados uz tiltiem, noblīvēšanai ieteicamas gumijas plāksnes, cauraustas ar misiņa stiepuļi, jo tādas uztur zināmā mērā elastību. Gumijas plāksnēm parasti biezums 3 mm. Pilnīgi nepieļaujamās ir svina plāksnes, arī no tehniskā viedokļa, jo svins ar laiku, sava mīkstuma dēļ, izspiežas uz āru, ar ko noblīvējums kļūst vājāks, un skrūvju pievilksana arī neko nepalīdzētu, jo no tā svins izspiestos vēl vairāk un varētu pat ietikt caurules iekšpusē, ūdenī.

Atsevišķiem gadījumiem atloku konstrukcija var būt arī citādi izveidota nekā tas normās paredzēts. Tādus izveidojumus var atrast attiecīgu firmu katalogos.

Veidgabali. Vodus noliekot un pieskaņojot projekta prasībām, vajadzīgi dažādi veidgabali, kā vadu pievienošanai, krustojumiem, nozarojumiem, virziena maiņai un t. t. Čuguna caurulēm, veidgabaliem arī izstrādātas normas dažādām vajadzībām. Visparastākie veidgabali normēti Vācijā ar DJN (2430) 529. zīm.). Tāpat normēti arī citās valstīs. Uzmavas un atlokus konstruē pēc normām. Sienu biezumu pieņem lielāku kā taisnām caurulēm (20% pēc krievu normām, pie kam lielāku biezumu ņem uz iekšējā diam. rēķina). Veidgabalus lej horizontālās formās. Ja attiecīgs veidgabals nav tieši atrodams normēto starpā, to var viegli konstruēt katram atsevišķam gadījumam, pieturoties normētai

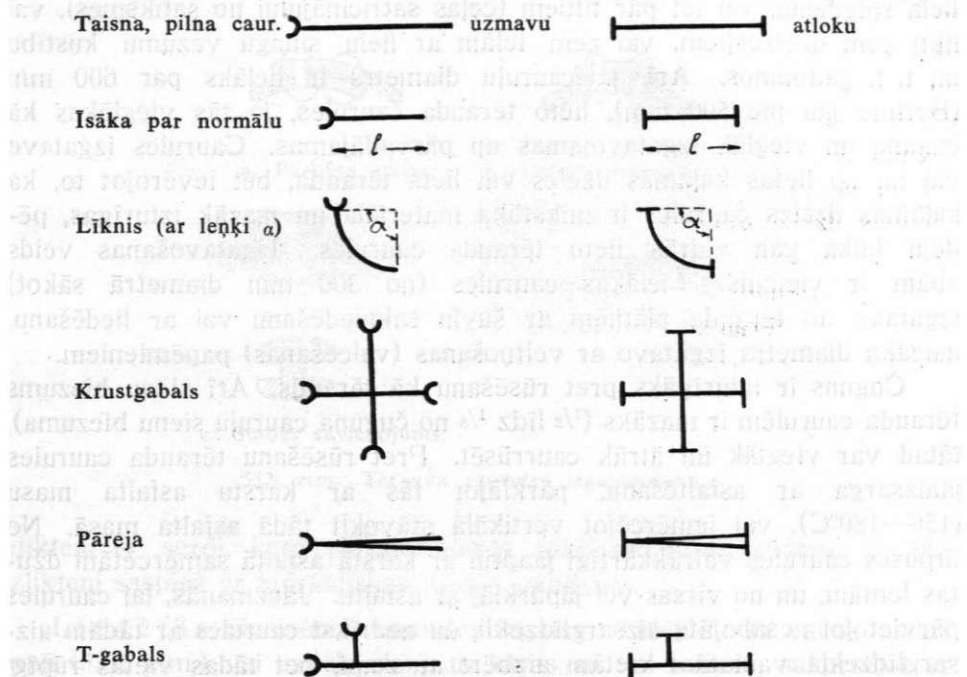
atloku vai uznavu konstrukcijai. Projektā iezīmē un ieraksta veidgabalu ar pieņemtiem apzīmējumiem (piemērs 530. zīm.). Katra veidgabala pasūtījumam jāuzrāda tā atsevišķie izmēri: īsām caurulēm to garums, nozarojumiem — leņķis, likumiem — radijs, visām daļām diametri un t. t.



529. zīm. Veidgabali.

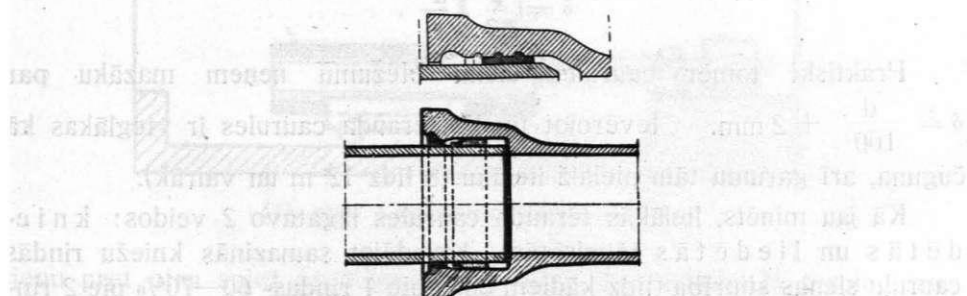
Vadiem, kas guļ zemē un kam savienojumi ir ar uznavām, arī veidgabalus lieto ar uznavām, piem., sānvažu pievienojumiem. Turpretim

atsevišķi veidgabali, kas ātrāk bojājas un ir jāatjauno, kā, piem., aizlaidņi, pievienojami pie normālā vada ar atlokiem, jo tie dod iespēju vieglāk atjaunojamo gabalu izņemt un jaunu ielikt. Tāpat arī māju pie-



530. zīm. Veidgabalu apzīmējumi.

vienojumiem nozarojumus liek ar atlokiem. Speciāli veidgabali vajadzīgi pārējām no čuguna uz dzelzs resp. tērauda caurulēm (531. zīm.).



531. zīm. Pāreja no čuguna uz tērauda cauruli.

Veidgabalu garumi arī uzrādīti normās, tomēr jāpiebilst, ka daudzreiz vēlami īsāki veidgabali, kuŗu izprojektēšana lielākiem pasūtījumiem grūtības nedara.

b) Dzelzs un tērauda caurules.

Dzelzs un tērauda caurules ar lielu diametru lieto čuguna cauruļu vietā tādos gadījumos, kad vadiem jāiztur satricinājumi, vai tie stāv zem ļoti liela spiediena, vai iet pār tiltiem (ceļas satricinājumi no satiksmes), vai likti zem dzelzceļiem, vai zem ielām ar lielu smagu vezumu kustību un t. l. gadījumos. Arī, ja cauruļu diametrs ir lielāks par 600 mm (Berlīnē jau pie 500 mm), lieto tērauda caurules, jo tās vieglākas kā čuguna un vieglāk izgatavojamas un pārvadājamās. Caurules izgatavo vai nu no lietas kaļamās dzelzs vai lieta tērauda, bet ievērojot to, ka kaļamās dzelzs caurules ir mīkstāka materiāla un mazāk izturīgas, pēdējā laikā gan vairāk lieto tērauda caurules. Izgatavošanas veids abām ir vienāds. Lielākas caurules (no 300 mm diametrā sākot) izgatavo no tērauda plātnēm ar šuvju sakniedēšanu vai ar liedēšanu, mazāka diametra izgatavo ar veltnošanas (valcēšanas) papēmieniem.

Čuguns ir izturīgāks pret rūsēšanu kā tērauds. Arī sienu biezums tērauda caurulēm ir mazāks ($\frac{1}{2}$ līdz $\frac{1}{3}$ no čuguna cauruļu sienu biezuma), tātad var vieglāk un ātrāk caurrūsēt. Pret rūsēšanu tērauda caurules jāaizsarga ar asfaltēšanu, pārklājot tās ar karstu asfalta masu ($150\text{--}180^\circ\text{C}$), vai iemērcējot vertikālā stāvoklī tādā asfalta masā. No ārpusē caurules vairākkārtīgi jāaptin ar karstā asfaltā samērcētām dzūtas lentām, un no virsas vēl jāpārklāj ar asfaltu. Jāuzmanās, lai caurules pārvietojot nesabojātu aizsarglīdzekli, un nedrīkst caurules ar tādām aizsarglīdzekļa vainotām vietām aizbērt ar zemi, bet tādas vietas rūpīgi jāizlabo.

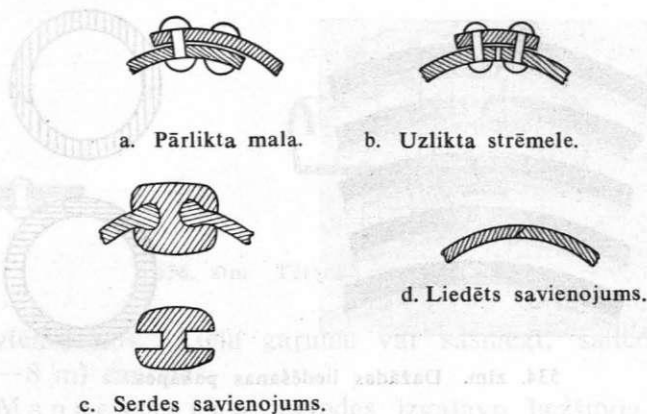
Tērauda caurules parasti izgatavo no mīksta, lieta tērauda, ar stiepes pretestību ne lielāku par 4.500 kg/cm^2 . Sienu biezumu var aprēķināt pēc jau dotās formulas (2. 617. l. p.):

$$\delta = \frac{p}{2} \cdot \frac{d}{\sigma}$$

Praktiski tomēr caurules sienu biezumu nepem mazāku par $\delta = \frac{d}{100} + 2\text{ mm}$. Ievērojot to, ka tērauda caurules ir vieglākas kā čuguna, arī gaļumu tām pielaiž lielāku (8 līdz 12 m un vairāk).

Kā jau minēts, lielākās tērauda caurules izgatavo 2 veidos: kniedētās un liedētās (šveisētās). Kniedējot samazinās kniežu rindās cauruļu sienas stiprība (līdz kādiem 50% pie 1 rindas- 60—70% pie 2 rindām un līdz 75% pie 3 rindām kniežu pret vesela skārda stiprību). Turpretim liedētām caurulēm stiprība samazinās tikai par kādām 10%. Tātad, ja veselā tērauda plātnē pieļaujamā piepūle ir, piem., 920 kg/cm^2 , tad 2 rindām kniedētā šuve būs vēl tikai ap 600 kg/cm^2 , kamēr liedētā šuve vēl ir pāri par 800 kg/cm^2 .

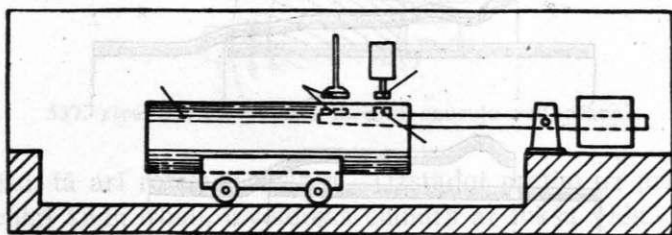
Kniedētas caurules (532. zīm.) izgatavo, saliecot tērauda plātnes uz cilindriskā veidņa (veltņa) un tad malas sakniedējot. Sakniedējums var būt dažāds, vai nu pārlietot vienu malu pār otru, vai saliekot malas gludi kopā un uzkniedējot atsevišķu strēmeli, vai lietojot sevišķu



532. zīm. Tērauda caurules izgatavošana.

ielikteni — serdi, kurā plātnes biežāk atklātās malas ievirza, un tad uzlikteni saspiež ar hidrauliskas preses palīdzību.

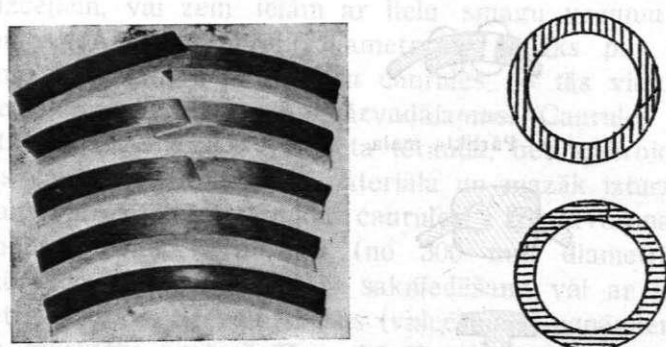
Liedētās (šveisētās) caurules izgatavo tādējādi, ka saliek malas kopā (532. zīm.) vai uzliek vienu uz otras un tad saliedē, sakarsējot ar sevišķu liedējamo lampu, lietojot ūdensgāzes maisījumu ar atmosfairisku gaisu. Sakarsēto vietu sakal ar veseri vai veļ starp 2 veltņiem, kurus



533. zīm. Liedējamās mašīnas schēma.

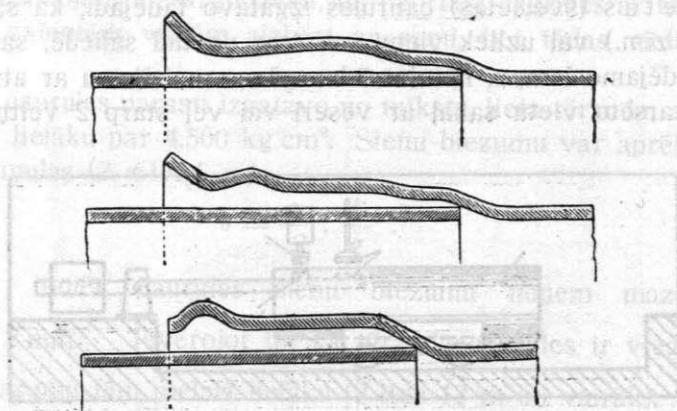
vienu pret otru spiež ar hidraulisku zveltni, kas attīsta 25 t spiedienu. Kaut kādus kausējošus līdzekļus nelieto. Lielākiem darbiem lieto sevišķas liedējamās ierīces vai mašīnas (schēmatiski redzama 533. zīm.). Liedējamā caurule uzlikta uz vāģīša, kas dod iespēju to virzīt uz priekšu. Zem saliedējuma šuves atrodas stipra uz priekšu izlikta sija, nobalansēta ar pretsvaru. Sijas galā atrodas deglis un lakta. Pāri pār

iekšējo degli ārpusē atrodas otrs deglis. Liedējamo vietu nu sakarsē no degļiem ar ūdensgāzes liesmu, un tad ar veseri sakaļ resp. ar veltni saspiež, pie kam beidzot liedētā vieta gandrīz nav atšķirama no citām virsām (534. zīm.). Pēc liedēšanas, lai novērstu pie procesa sienā radu-



534. zīm. Dažādas liedēšanas pakāpes.

šos iekšējos spriegumus, caurules vēl sakarsē sevišķā krāsnī un tad novalcē. Pēc tam caurules izmēģina zem preses, ar noteiktu spiedienu, pie tam ar veseri piedauzot. Beidzot tad uz sevišķām veidmašīnām izveido caurules galu uznavas vai atloku veidā (535. zīm.). Uznavas

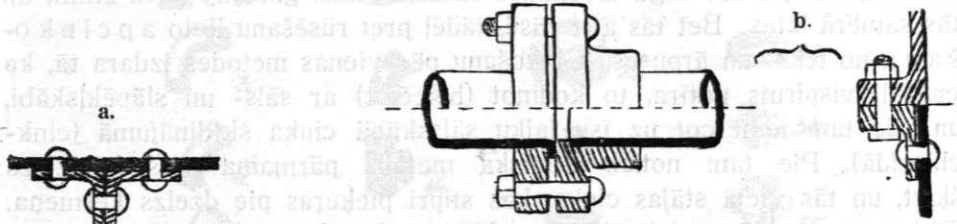


535. zīm. Tērauda cauruļu uznavas.

taisa no tā paša metalla gabala, no kuŗa taisa cauruli. Noblīvējumam noder tāpat kā pie čuguna caurulēm darvota grīste un svins, bet arī cementa aizlējums nav noliedzams. Atloki var būt uzkniedēti vai pieliedēti (536. zīm.), vai uzmaukti aiz pielodētiem gredzeniem (536. zīm.).

Liedētas caurules izgatavo diametrā 30 līdz 3.000 mm, ar sienas biezumu 6—15 mm un vairāk, pēc vajadzības. Gaŗums var būt pat līdz

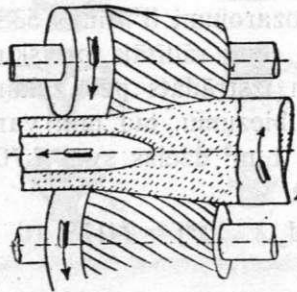
46 m, bet parasti taisa pie diam. līdz 400 mm — 6 m un pie lielākiem diametriem — 8 m garas. Liedētās caurules ir iekšā pilnīgi gludas. Sevišķi izdevīgs ir liels garums, jo ar to ir mazāk savienojumu vietu, kas samazina kā izdevumus par savienojumiem, tā arī neblīvu vietu var-



536. zīm. Tērauda cauruļu atloki.

būtību savienojumos. Lielu garumu var sasniegt, saliedējot normālā garuma (6—8 m) caurules.

Pēc *Mannesmann*'a metodes izgatavo bezšuvju caurules no viena vesela metalla gabala ar sekojošu paņēmieni. Tērauda vai kaļamās dzelzs gabalu, sarkankvēles karstu, ievada starp 2 slīpi uzstādītiem veltniņiem (537. zīm.), kas ievadītam veltnojamam ķermenim sagādā kā uz



537. zīm. Mannesmann'a metode cauruļu veltnošanai.

priekšu ejošu, tā arī rotējošu kustību. Uzstādot pretim uz priekšu kustošam ķermenim kādu irbuli, izveidojas cilindrs ar tukšu vidu. Tādā veidā iegūtai caurulei sienu biezums vēl ir ļoti liels, un ar tālāku apstrādāšanu, ar sevišķiem veltniņiem, iegūst caurules ar vēlamo sienu biezumu. Arī stiprība tādām caurulēm, kā izrādījies, ir lielāka kā liedētām caurulēm.

Pie krievu normām (OST 6688, 5098, 2370) bezšuvju gludas tērauda caurules, atkarīgi no nozīmes un labuma, izgatavo divu šķirņu: a) parastās, kas der cauruļu vadiem, kam nav jāiztur par 25 atm. lielāks spiediens un b) speciālās, kas lietojamas cauruļu vadiem ar spiedienu, lielāku kā 25 atm. Tāpat arī liedētās caurules izgatavo kā parastās, spiedienam līdz 25 atm. un speciālās — 25 līdz 40 atm.

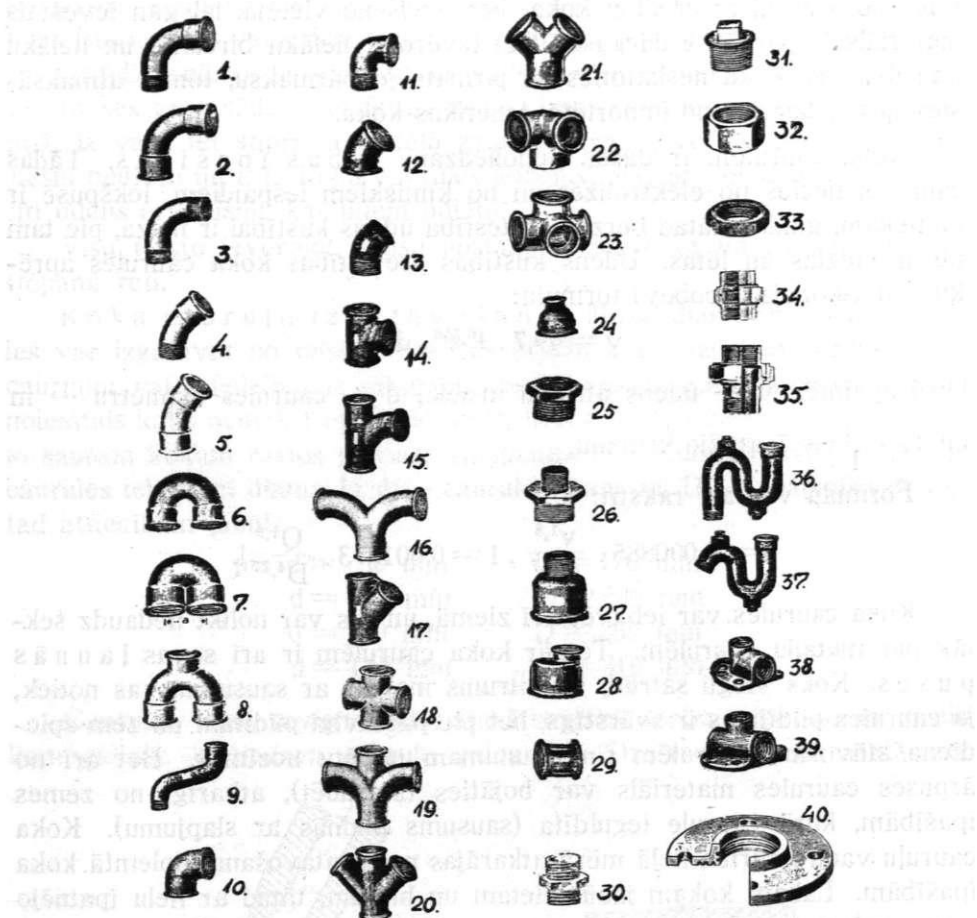
Māju installācijām un mazākiem vadiem lieto pazīstamās vilktās dzelzs caurules, ko izgatavo, saliecot dzelzs vai tērauda plāti, saliedējot vai citādi kā malas savienojot, un tad siltas velkot caur attiecīgi iekārtotiem veltņiem. Tādas caurules ir tirgus prece, tās var viegli iebūvēt, lietojot arī tirgū izvēlamos savienošanas gabalus (538. zīm.), un tās samērā lētas. Bet tās ātri rūšē, tādēļ pret rūšēšanu lieto apcinkošānu no iekš- un ārpusē. Cinkošānu pēc vienas metodes izdara tā, ka cauruli vispirms notīra, to kodinot (beicējot) ar sāls- un slāpēkļskābi, un pēc tam iemērcot uz īsu laiku sālsskābē cinka šķīdinājumā (cinkchloridā). Pie tam notiek ķīmiska metalla pārmaiņa virsās: dzelzs šķīst, un tās vietā stājas cinks, kas stipri pieķeras pie dzelzs ķermeņa. Tādas, nu ar plānu cinka kārtu aplātas, caurules apžāvē karstumā un tad vēl karstas iemērcē izkausētā cinka šķīdumā. Pēc tam, kad caurule pieņēmusi cinka šķīduma temperatūru, to izņem un ļauj liekam cinkam lēni notecēt. Cinks pieķeras stipri pie dzelzs, un caurule kļūst izturīga pret ārējiem iespaidiem. Tomēr jāuzmanās, sevišķi pārvietojot vai caurules iebūvējot, lai apcinkojumu nenobrucinātu. Apcinkojumā radusies kaila metalla vieta būtu par ierosinājumu ātrai cinka saēšanai, jo rodas galvanisks elements starp cinku un dzelzi, kas bojā abus metallus.

Kā jau minēts, cinkotās dzelzs un tērauda caurules ir tirgus prece un tāpat savienojumi un nozarojumi (Fittings 538. zīm), un tos var izvēlēties no attiecīgās firmas cenu rādītāja (preiskuranta). Sienu biezums caurulēm un visām daļām izstrādāts pēc zināmām normām. Ja būtu vajadzība pārbaudīt sienu biezumu, tad tam var noderēt jau pazīstamā formula (617. l. p.). Tā kā 1 m^3 dzelzs sver 7.700 kg , tad 1 m caurules sver (pie $d_a = \text{ārējs diam.}$).

$$G = 7700 \cdot \pi (d_a \delta - \delta^2) = 24178 (d_a \delta - \delta^2).$$

c) Koka caurules.

Koka caurules ūdensvadiem lietoja jau no seniem laikiem. Taisīja tās no izurbtiem vai izdedzinātiem koka klučiem, un tās varēja izpildīt savu uzdevumu diezgan ilgu laiku, jo koks, piesātināts ar ūdeni, nepūst. Anglijā un sevišķi Amerikā, arī Krievijā un citur koka ūdens caurules agrākos laikos tika plaši lietotas. Londonas, Ņujorkas, Bostonas, Nižnijnovgorodas un c. ūdensvadiem koka caurules bija kalpojušas desmitiem gadu. Arī šobrīd uz laukiem un varbūt mazās pilsētās varētu koka caurules lietot, jo tās izmaksā daudz lētāk kā čuguna. Amerikā ir sevišķas stipras koku sugas, no kurām iegūst labu cauruļu materiālu; starp tām minamas: «Douglas Fir» vai «Oregon Pine» (pseudotsuga taxifolia) un «California-Redwood» (Sequoia sempervirens). Vācijā ieteic taisīt cau-



538. zīm. Dzelzs cauruļu savienojumu gabali.

1. Loki 90° ar iekšēju un ārēju vītņi. 2. Loki 90° ar iekšējām vītņēm. 3. Loki 90° ar ārējām vītņēm. 4. Loki 45° ar iekšēju un ārēju vītņi. 5. Loki 45° ar iekšējām vītņēm. 6. Dubultloki, vaļeji. 7. Dubultloki, slēgti. 8. Dubultloki, vaļeji ar atzaru. 9. Stāvu loki ar iekšēju un ārēju vītņi. 10. Līkņi (leņķi) 90° ar iekšējām vītņēm. 11. Līkņi (leņķi) 90° ar iekšēju un ārēju vītņi. 12. Līkņi (leņķi) 45° ar iekšējām vītņēm. 13. Līkņi (leņķi) 45° ar iekšēju un ārēju vītņi. 14. T-gabali 90°. 15. T-gabali 90° ar liektu atzaru. 16. T-gabali 90° ar 2 liektiem atzariem. 17. T-gabali 45°. 18. Sakrusti (krustgabali) 90°. 19. Sakrusti (krustgabali) 90° ar 2 liektiem atzariem. 20. Sakrusti (krustgabali) 45°. 21. Trijceļu gabali (trijžuburi) 45°. 22. Stūrsadalījumi 90°. 23. T-sadalījumi. 24. Redukcijas uz-mava. 25. Redukcijas gabali. 26. Redukcijas dubultiemavas. 27. Redukcijas uz-mavas ar iekšēju un ārēju vītņi. 28. Redukcijas uz-mavas, ekscentriskās. 29. Uz-mavas, vien-līdzīgās. 30. Dubultiemavas. 31. Noslēgtapas (aizbāžņi). 32. Noslēgvāciņi (uzbāžņi). 33. Pretuzgriežņi. 34. Saskrūvējumi, kōniski slēdzoši, ar iekšējām vītņēm. 35. Tas pats, ar iekšēju un ārēju vītņi. 36. Smakas noslēgi (sifoni). 37. Tas pats, ar 45° novadu. 38. Griestu līkņi. 39. Griestu T-gabali. 40. Kaļamās dzelzs atloks vidējam spiedienam.

rules no ievestā amerikāņu koka, bet nevis no vietējā, lai gan ievestais materiāls ir par 50% dārgāks. Bet ievērojot lielāku blīvumu un lielāku izturību, domā, ka neskatoties uz pirmatnējo pārmaksu, tomēr atmaksāsies taisīt caurules no importētā Amerikas koka.

Koka caurulēm ir dažas nenoliedzami labas īpašības. Tādas caurules necieš no elektrolizes un no ķīmiskiem iespaidiem, iekšpusē ir pietiekami gludas, tātad berzes pretestība ūdens kustībai ir maza, pie tam tās ir vieglas un lētas. Ūdens kustības pretestības koka caurulēs aprēķina ar Skobeja (Scobey) formulu:

$$v = 49,7 \cdot J^{0,556} \cdot d^{0,65},$$

kurā apzīmē: v — ūdens ātrumu m/sek., d — caurules diametru — m

un $J = \frac{h}{l}$ — īpatnējo kritumu.

Formulu var arī rakstīt:

$$h = 0,000885 \cdot \frac{v^{1,8}}{d^{1,17}} \cdot l = 0,001373 \cdot \frac{Q^{1,8}}{D^{4,77}} l.$$

Koka caurules var iebūvēt arī ziemā, un tās var nolikt nedaudz sek-lāk par metalla caurulēm. Tomēr koka caurulēm ir arī savas ļaunās puses. Koks viegli satrūd, ja mitrums mainās ar sausumu, kas notiek, ja caurules pildījums ir svārstīgs, bet pie pastāvīgi pildītām un zem spiediena stāvošām caurulēm šim ļaunumam nebūtu nozīmes. Bet arī no ārpusē caurules materiāls var bojāties (satrūdēt), atkarīgi no zemes īpašībām, kurā caurule ieguldīta (sausums mainās ar slapjumu). Koka cauruļu vadu izturība lielā mērā atkarājas no izgatavošanai nolemtā koka īpašībām. Labam kokam jābūt cietam un blīvam, tātad ar lielu īpatnējo svaru, taisni augušam, bez zariem, veselīgam, bez iepuvušām zaru vietām, sveķainam un mīkstam. Kā jau minēts, tādu koku, kas pilnā mērā atbilstu šīm prasībām, var atrast tikai Amerikas mežos, sevišķi rietumu štatos. Koka cauruļu izgatavošanai, kā turpmāk būs redzams, jālieto arī metalli — savienošanai, vai cauruļu aptīšanai. Dzelzs daļu rūšēšanas novēršanai jālieto dažādi aizsarglīdzekļi: asfaltēšana, vai sevišķas krāsas. Koka cauruļu vadi nevar izturēt lielu spiedienu, un tos lieto pie darba spiediena 2—5 atm. Jāmin, ka arī mēģinājuma spiedienu nevajag ņemt lielāku par darba spiedienu, jo dzelzs jostas un stīpas tiktu vaļīgas un celtos lieka ūdens iztece. Bet izrādās arī, ka, pat rūpīgi caurulēs nostrādājot, tomēr vadā nav pilnīgi izbēgama ūdens tece, tātad vadāmā ūdens zaudējumi. Cik liela iztece būtu jāpieņem vadu lielumu aprēķinot, atkarājas no darba rūpības un materiāla labuma. Vācijā koka cauruļu vadu būvētājas firmas garantē ūdens zaudējumu ne lielāku par 2 l minūtē uz katru 1 km vada gaŗuma pie diametra līdz 200 mm, vai ap 3 m³ diennaktī.

Geņijevs domā, ka varētu pieņemt 4 līdz 6 m³ diennaktī uz katru 1 dm (decimetru) vada diametra, 1 km garuma un 1 atm. darba spiediena.

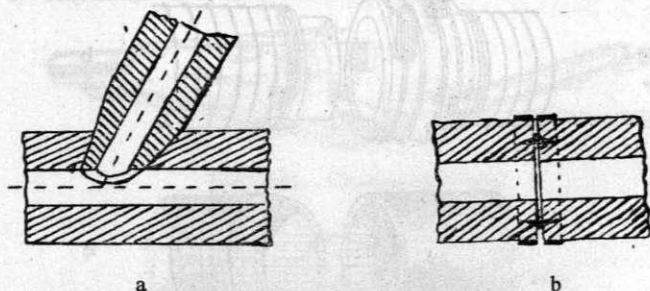
Otrādi, zināmos apstākļos var vadus izcelties vakuums, un tad var no ārpuses gruntsūdens iesūkties vadā. Tas var atnest ļaunumu sanitārā ziņā, ja vads iet stipri sagandētā gruntī, piem., tuvu gar atejas vietām, mēslu bedrēm un t. l. Koka caurules iekšpusē var arī iemesties algas vai citi ūdens organismi, kas ūdeni bojātu.

Visu teikto ievērojot, mūsu apstākļos gan koka ūdensvadi būs sa-stopami reti.

Koka cauruļu izgatavošana. Maza diametra koka caurules var izgatavot no taisna, veselīga priežu koka, izurbjot serdes vietā caurumu, vai izdedzinot ar sakarsētu dzelzs stangu. Cauruļu izgatavošanai nolemtais koks nedrīkst būt visai sauss (mitrums ne mazāk par 25—30%), jo sausam kokam rastos plaisas. Apaļbaļķa resnumam jāatbilst vēlamam caurules iekšējam diam. Ja d — caurules diam. un D — apaļbaļķa diam., tad attiecībām jābūt:

pie $d = 50$ mm	$D = 170$ mm
$d = 75$ mm	$D = 220$ mm
$d = 100$ mm	$D = 260$ mm
$d = 125$ mm	$D = 310$ mm

Caurules vadā savieno (539. zīm.) sevišķs dzelzs gredzens ar smailiem galiem, ko iedzen cauruļu galos (b). Dzelzs gredzena vietā var



539. zīm. Koka cauruļu savienojumi.

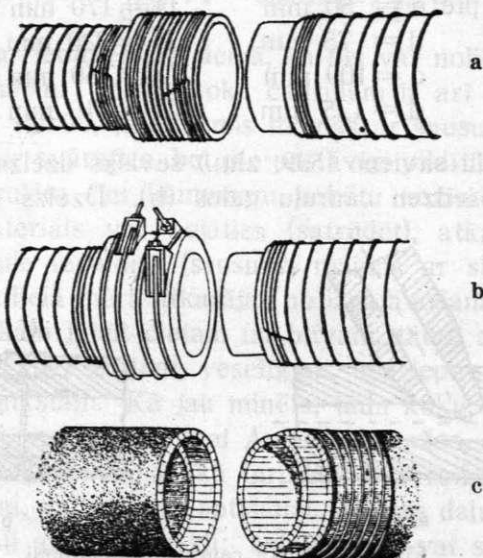
lietot ozola koka gredzenu, no ārpuses aptītu ar eļļā samērcētām pakulām. Savienojumu cauruļu gali jānostiprina ar uzdzītiem, sakarsētiem dzelzs riņķiem, lai urbnot koks nepārsprāgtu. Var savienot arī vienu galu notaisot kōna vai tapas veidīgu un iedzenot otrā attiecīgi izgriezta galā, kōnveidīgi nogrieztu galu aptin ar eļļā samērcētām pakulām. Galu nostiprināšanai uzdzīti dzelzs riņķi. Pie šī savienojuma iet zudumā caurules gala garums, bet tas sevišķi noderīgs vertikālām aku caurulēm, jo smailais gals labi iegulstas apakšējās caurules izgriezumā. Vadu iztīrīšanai

no smiltīm vai ūdens organismiem ietaisa iegarenus tīrīšanas caurumus (540. zīm.), ap 0,5 m garumā un ap 20 m citu no citiem.



540. zīm. Koka caurules tīrīšanas caurums.

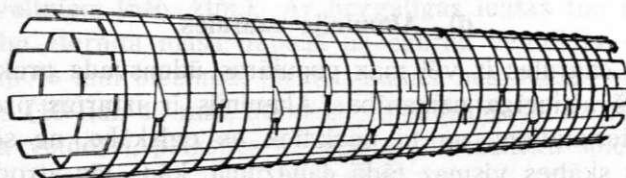
Lielas koka caurules taisa mucveidīgi no mucu dēļiem (Daube, *клепка*, stave) ar saskrūvējamām resnas drāts stīpām. Mazākas šāda veida caurules (līdz $d = 600$ mm) izgatavo ārpus būves grāvja, tā saukt fabrikveidīgi, kamēr lielākas (no 600 mm) izgatavo uz vietas, būvbedrē. Mucu dēļi ir 75—150 mm plati, un to biezums atkarājas no caurules diametra, iekšējā spiediena un attāluma starp dzelzs stīpām; un ir no 25—75 mm pie stīpu attāluma 75—300 mm. Fabrikveidīgi caurules izga-



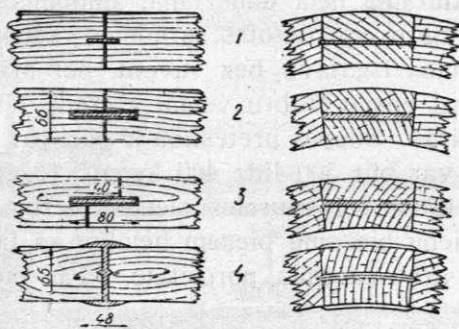
541. zīm. Koka cauruļu savienojums.

tavo 3—4 m garas. Vajadzīgā garuma dēļiņus sakārto ap veidcilindru, saturot ar stiepuļi 3,5 līdz 7 mm resnu, un savelkot cieti kopā. Vislabākā stiepuļe ir no nerūsējoša tērauda. Atsevišķas caurules savieno (541. zīm.) vai nu ar uzliktu manšeti (a), vai tapas veidīgi (b). Lai caurules būtu izturīgākas, Amerikā tās piesātina ar kreozotu, zem spiediena, iepriekš sagādājot kokam vakuumu. Arī korbolineums vai darvas eļļa noder šim mērķim.

Liela caurule, ko taisa būvgrāvī, saliek no mucu dēļiem (542. zīm.) tādā kārtā, ka viens dēlis iziet otram uz priekšu kādus 60—120 cm, pie

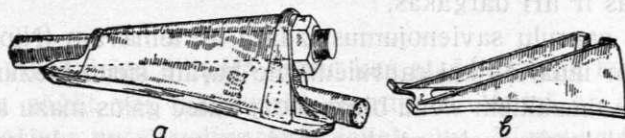


542. zīm. Lielas koka caurules.

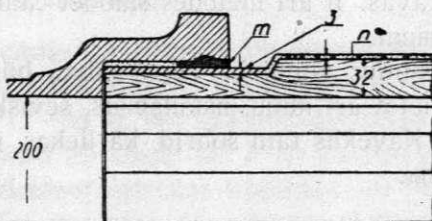


543. zīm. Iedzītņi.

kam katram dēlītim galā ir 15—20 mm dziļa un 2—3 mm plata rievā, kurā ieliek metalla vai cieta koka iedzītņi (543. zīm.: 1) tērauda, 2) un 3) koka, 4) čuguna). Dēļus savēlc kopā ar stiepuļes stīpām, ar sevišķa



544. zīm. Čuguna pieliktņi.



545. zīm. Koka caurules pievienošanā čuguna caurulei.

čuguna pieliktņa palīdzību (544. zīm.). Dēļu malas var būt vai gludas, vai ar rievām; pēdējā gadījumā labāk nodrošināts ūdens blīvums.

Koka cauruļu savienošana ar čuguna vadu sevišķas grūtības nerada (545. zīm.). Var koka caurules galu aplikt ar cinkotu dzelzs skārdu (3),

un tad, ieliekot galu čuguna caurules uzmavā, uzmavu noblīvē parastā kārtā, aizlejot ar svinu.

d) Alumīnija caurules.

Alumīnija caurules ir vēl maz populāras ūdensvada praksē, bet tām būtu jāpievērš attiecīga uzmanība. Alumīnijs ir izturīgs pret sausa un slapja gaisa iespaidiem, un to neaiztieks ne ogļskābe, ne sērūdeņradis, ne organiskas skābes vismaz tādā daudzumā, kādā tās atrodas dzeram-ūdens vados. Tikai tad, ja sālskābe, slāpēķīskābe, sērskābe vai sārmis atrodas vadāmā šķidrumā lielā daudzumā, alumīnijs var tikt šķīdināts. Alumīnija caurules starp citu lietotas sērūdens vadiem Ķemeru kūrortā.

Alumīnija caurules izgatavo bez šuvēm, bet arī bez pieveltnotām uzmavām, tātad tikai taisnu stobru veidā, garumā 1 līdz 5 m, diametrā 5 līdz 80 mm un vairāk. Stiepes pretestība ir pāri par 2.000 kg/cm², tātad pieļaujamā piepūle var būt 300 līdz 400 kg/cm² (čuguna caurulēm tā ir 200—250 kg/cm²), tātad arī caurules sienas biezums var būt samērā neliels. Praktiski sienu biezumu pieņem lielāku, kā tas pēc aprēķina iznāktu, jo jāievēro arī materiāla porosītāte. Tā, piem., pie spiediena 20 atm. ir:

ārējam diam.	5	10	15	20	25	50	80	mm
δ aprēķināts	0,14	0,28	0,43	0,57	0,71	1,42	2,27	mm
δ prakt. pieņemts	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75	1,25	2,0	mm

Ipatnējais svars ir 2.700 kg.m³, tātad caurules ir samērā ar dzelzi vieglas, bet tās ir arī dārgākas.

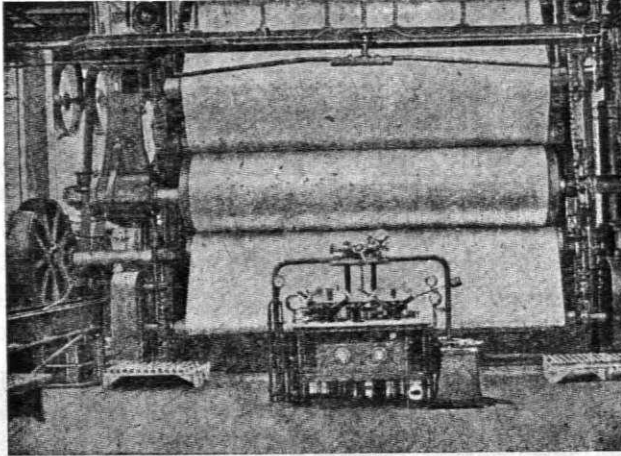
Alumīnija cauruļu savienojumus izdara ar iemavām (Nippel), bet ieskrūvēšanu var izdarīt tikai caurulēm, pie kuņām sienu biezums ir lielāks par 1 mm. Pie mazākiem sienu biezumiem atliec galus mazu atloku veidā, un uzmaucot aiz tiem dzelzs atlokus, pēdējos saskrūvē. Ja uzmaucamiem atlokiem lieto varu vai misiņu, tad tie ir jānoalvo vai jānokiēlē, lai nerastos galvaniskas strāvas. Ir arī metodes salodēt caurules pēc sevišķiem patentētiem paņēmieniem.

Jādomā, ka, attīstoties alumīnija rūpniecībai, būs iespējams alumīnija caurules vairāk lietot arī māju instalācijās, sevišķi tādās vietās, kur dzelzs caurules rūsē. Kaveklis tam šobrīd, kā liekas, ir alumīnija cauruļu izgatavošanas dārdzība.

e) Eternīta (šiferīta) caurules.

Eternīta (Asbestzement (Eternit) асбестоцементные) caurules sāka pagatavot 1922. g. itaļu fabrika «Eternit», tādēļ arī nosaukums. Eternīts ir masa, kas sastādās no sevišķa šķidra maisījuma, no ātri saistoša portlandcimenta un šķiedraina, tīra, labi atšķirta azbesta, attiecībās 6:1 ar

vajadzīgo ūdens daudzumu. No tādas masas izgatavo caurules līdzenu cilindru veidā, bez uznavām, ar tādas mašīnas palīdzību, kas sastāv no vairākiem veltņiem (546. zīm.). Ar bezgalīgas lentas (no blīvas vadmalas) palīdzību eternīta masa uztinās uz cauruli veidojoša veltņa plānām plāksnēm, ap $\frac{1}{5}$ mm biežumā, tik ilgi, kamēr nesastādās vajadzīgais sienas biežums (10 līdz 40 mm, atkarīgi no caurules diametra.) Visu laiku, kamēr siena veidojas, plāksnes saspiež ar hidraulisku spiedi. Tādā ceļā



546. zīm. Eternīta cauruļu mašīna.

dabū blīvu, vienmērīgu cilindra sienu, kas atgādina labu koku un ko var arī kā koku zāgēt vai tajā izurbt caurumus. Veltņi ar gatavo cauruli izņem no mašīnas un tā veltņa vietā ieliek citu. Viena un tā pati mašīna var noderēt dažāda diametra cauruļu izgatavošanai ($d = 50$ līdz 1.000 mm), garumā 3 līdz 4 m.

No veltņa noņemtās caurules ieliek caurumainās silēs, cauruļu galus aizbāžot ar koka aizbāžņiem un ar transportieru palīdzību novieto sevišķā telpā, kurā tās tur 12—36 st. pie istabas temperatūras. Pēc tam caurules ieliek baseinā ar ūdeni un atstāj tur 2—6 dienas, tad izņem un žāvē apmēram 1 mēnesi. Beidzot caurules izmēģina zem hidrauliskas preses, tad nogriež līdzeni galus, un galus 15—18 mm platumā nolīdzina, lai savienojumu varētu izdarīt blīvāku.

Sienu biežumu nosaka atkarībā no diametra un darba spiediena. Hidrauliskam aprēķinam uzstādīta formula no «S c i m a m i»:

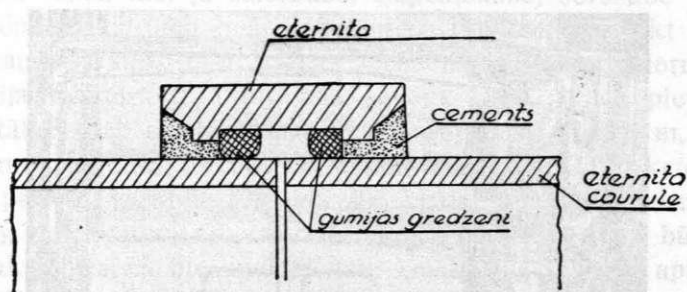
$$v = 57,66 \cdot d^{0,68} \cdot J^{0,56}$$

vai

$$J = 0,0011 \cdot \frac{Q^{1,786}}{d^{4,786}}$$

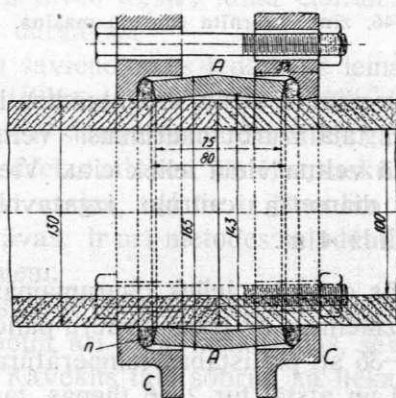
kur izteikti Q — m³/sek. un v un d — m.

Tā kā caurules izgatavo ar gludiem galiem, bez uzmaivām un atlokiem, tad savienojumiem jālieto uzmaucamas uznavas. Šim mērķim var lietot uznavu *S i m p l e k s* (547. zīm.), kas taisīta arī no eternīta masas.



547. zīm. Eternīta cauruļu savienojumi.

Noblīvēšanai noder gumijas gredzeni, kas blīvi iedzīti starpā. Ļoti laba ir arī Žibō (Gibault) uzrava (548. zīm.), kur tikpat centrālais gredzens (A), kā arī abi malas gredzeni (C), kas savēlkami bultām, ir čuguna. No-



548. zīm. Žibo uzrava.

blīvēšanai arī te noder gumijas gredzeni (n). Var lietot arī parastās uzmaucamās uznavas, noblīvēšanai lietojot darvotu grīsti un svina aizlējumu.

Veidgabalus (krusta gabalus, T — gabalus un c.) neizgatavo no eternīta, un tādēļ lieto parastos čuguna vai tērauda.

Azbestcimenta caurules ir trauslas un, krītot pat no neliela augstuma (300—400 mm), to sienas zaudē no savas izturības. Ar 200 mm cauruli un 16 mm sienu biezumu izdarītie mēģinājumi izturēja 28—30 atm. spiedienu līdz krišanai, bet pēc krišanas tikai 15—18 atm. Šādu parādību izskaidro ar to, ka pie sitiena cementa daļiņu saistība ar azbesta šķiedrām tiek vājināta.

Līdzšinējie piedzīvojumi ar eternīta caurulēm ir rādījuši, ka sienas ir pietiekami ūdens blīvas, iekšpusē gludākas par čuguna asfaltētām. Caurulēm ir maza siltumcaurlaide, tās nevada elektrību, necieš no ķīmiskām vielām (skābēm un sāļiem) un ir samērā vieglas. Domājams arī, ka eternīta cauruļu vadi varēs kalpot ilgus gadus, lai gan šai ziņā novērojumu nav, jo to lietošana ir sākusies tikai nesen.

f) Dzelzbetona caurules.

Dzelzbetona caurules labi noder pašteču vadiem, bet sastopami arī spiedējvadi no dzelzbetona caurulēm. Dzelzbetona caurules izgatavo jau sen pēc dažādām metodēm (Monier, Bordenave, Zisseler un c.). Jaunākā laikā pievērš uzmanību centrifugētām caurulēm, ko izgatavo dažādas firmas (Vianini — Lucernā, Hume — Berlīnē, Dywidag — Drēzdenē). Pēc Vianini metodes centrifugēšanas mašīnā (549. zīm.) ievieto sagata-

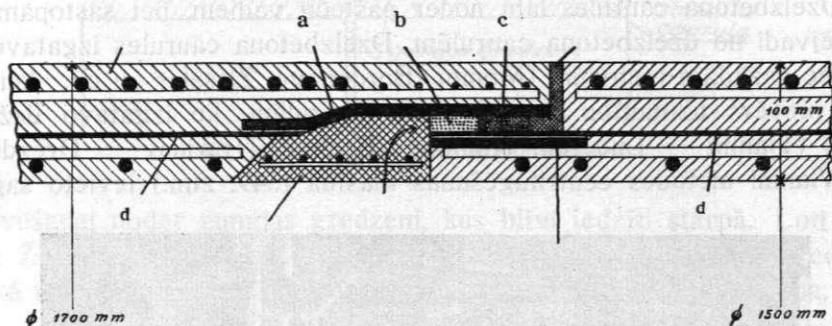


549. zīm. Vianini cauruļu mašīna.

votu dzelzs formu, ar ieliktu 1 vai 2 spirāļu stiegrojumu, no 2^{1/2} līdz 12 mm resnas dzelzs, atkarīgi no cauruļu lieluma un sienu biezuma. Tad formu piepilda ar plastisku cementa javu resp. betonu, ar paceļamu t. s. karoti, vai visu formu uz 1 reizi vai pie lielākām caurulēm 2 paņēmienos. Viens no abiem formas galu noslēdzējiem mašīnā ir cieti, otrs var tikt pabīdīts, atkarīgi no iepildīšanas gaitas. Par iepildīšanas un javas sadalīšanas laiku mašīna griežas ar ātrumu 5—8 m/sek. (ārējo virsu rē-

kinot). Materiālam noblīvējoties iepilda papildu betonu, un pēc tam palielina griešanās ātrumu uz 10—22 m/sec. Centrifugēšana ilgst 10—15 min., pie kam materiāls tiek piespiests pie ārējās sienas. Tādā ceļā tad notiek materiāla nogrupēšanās masā, ar ūdens izspiešanu, sagādājot caurulei lielu stiprību un iekšējo gludumu. Arī blīvums ar to pieņemas. Caurules iekšpusē arī izveidojas kādu 1 mm stipra cementa kārtā, kas satur maz kaļķa, tātad rodas arī lielāka pretestība kaļķi šķīdinātajam ūdenim un arī lielāks ūdens blīvums.

Pēc Bonn'a metodes ievieto caurules vidū slēgtu skārda cilindru un stiepuļu stiegrojumu liek abās pusēs. Tādā kārtā dabū cauruli, kas var izturēt lielu spiedienu. Līdzīgā kārtā izveidotas centrifugētas «Dywidag» sistēmas dzelzbetona caurules ar vidū ieliktu, liedētu plāna skārda cilindru. Sevišķs izveidojums ir uzmai (550 zīm.), cauruļu sa-



a — Svins. b — Kaņepāju grīste. c — Azbesta betons. d — Liedēts skārda mantelis.
550. zīm. Dzelzbetona cauruļu savienojums.

vienošanai. Noblīvējums notiek no caurules iekšpusēs (lielās caurulēs). vispārīgi jānorāda, ka dzelzbetona cauruļu savienojumu noblīvēšana ūdensvadam, kurā ūdens stāv zem spiediena, ir diezgan grūta problēma, sevišķi, ja caurules padotas temperatūras svārstībām, kā tas ir, piem., upes ūdens vadiem, vai kad caurules neguļ pietiekami dziļi zemē (pārvedumi zem tiltiem). Tas apstākļi arī ir par galveno iemeslu, kādēļ dzelzbetona caurules spiedējvadiem lieto reti.

Kas attiecas uz centrifugēto cauruļu statisko aprēķinu, tad metodes vēl nav pietiekami izstrādātas. Pieņem stiegrojuma pieļaujamo piepūli 800 kg/cm², betonam stiepes pretestību nepieļauj. Tomēr domā, ka tāds aprēķins neņem vērā centrifugēšanas iespaidu un cauruļu sienas iznāk biežākas, kā tas varbūt būtu vajadzīgs. Prof. Saliger's ieteic dzelzbetona caurules pieļaut pie spiedieniem līdz 3 atm., un sienu biežums tad varētu būt:

d =	150	300	500	800	1.000	1.500	2.000	mm
δ =	15	25	35	45	50	60	90	mm.

Beidzot vēl jāievēro, ka dzelzbetons, tāpat kā betons, var ciest, ja nelabvēlīgs ūdens un arī grunts sastāvs. Lai tādos apstākļos caurules izturību palielinātu, vajag to pārklāt ar kādu no pazīstamiem aizsargpārklājumiem: inertolu, darvas krāsu un t. l.

g) Svina caurules.

Ūdensvadu instalācijai māju iekšpusē senāk jo plašā mērā lietoja svina caurules. Tās var viegli saladēt, viegli izliekt un pieskaņot sienu un stūru veidam. Arī atsevišķu cauruļu savienojumi viegli izpildāmi, jo caurules galu var viegli paplašināt, iedzenot attiecīgu irbuli, un, iebāžot otras caurules galu, var saladēt savienojamu vietu. Tāpat var viegli pie-
taisīt nozarojumus. Bez tam svins, kā metāls, nezaudē savu vērtību. Māju instalācijās svina caurules lieto ar $d=15$ līdz 50 mm. Caurules jāizgatavo no mīksta, lokana svina, tās liecot, nedrīkst rasties plaisas. Svina cauruļu mēri un svāri jāpieskaņo darba spiedienam (26. tab.).

Svina caurulēm piemīt tas ļaunums, ka tās var viegli sabojāt, vai nu piesitot ar kādu smagu priekšmetu, vai sitot naglu sienā, arī žurkas var tās sakošļāt. Arī no liela spiediena (ūdens trieciena) var celties deformācija.

Agresīvi ūdeņi, kas satur ogļskābi, sevišķi, ja pie tam ūdens ir mīksts, var svinu šķīdināt, un tā kā svins ir indīgs, tad var saindēt ūdeni. Lai to nevarētu, agresīviem ūdeņiem lieto tikai tādas svina caurules, kas izsargātas no svina aiztikšanas, piem., ja izliktas iekšpusē ar 0,5 mm biezu alvas izoderējumu. Bet tāds materiāls apgrūtina instalāciju. Labāk ir, ja svina caurules nemaz ūdensvadu instalācijā nelieto. Tās arī lieto

26. tabula.

Svina cauruļu izmēri un svāri.

Iekšējs diam. mm	Darba spiediens					
	5 atm.		7 atm.		10 atm.	
	Svārs kg/m	Sienas biezums mm	Svārs kg/m	Sienas biezums mm	Svārs kg/m	Sienas biezums mm
10	1,54	3,25	1,69	3,5	2,0	4,0
13	2,24	3,75	2,43	4,0	2,83	4,5
20	3,94	4,5	4,47	5,0	5,0	5,5
25	5,36	5,0	6,0	5,5	6,65	6,0
30	6,97	5,5	7,73	6,0	8,5	6,5
40	10,80	6,5	11,75	7,0	12,70	7,5

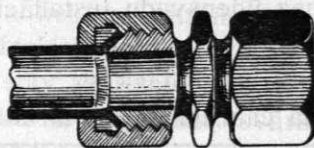
tikai klozetu skalojamo kastu pieslēgšanai pie ūdensvada vai mazgājamo trauku pieslēgšanai. Dažās pilsētās lieto svina caurules ielas vada pieslēgšanai pie mājas tīkla. Tas gan nebūtu ieteicams; svina šķīdināšana notiek lēnām un lēnām arī var notikt organisma saindēšana. Kā jau minēts, sevišķi mīkstiem ūdeņiem, kam ir agresīvas īpašības, nedrīkstētu nemaz un nekur lietot svina caurules.

h) Dažādu citu materiālu caurules.

Māju instalācijām bez kaļamās dzelzs un tērauda caurulēm dažos gadījumos lieto vēl dažādu citu materiālu caurules.

Vaŗa un misiņa caurules Vācijā izgatavo diam, 4,5 līdz 95 mm un sienu biezumā 0,5 līdz 3,0 mm, saskaņā ar normām (DJN 1754.). Ogļskābes iespaidā kaļķis, kas atrodas ūdenī, uz caurules sienas rada plānu plēvīti, kuŗa aizsarga pret tālāku ūdens agresīvo īpašību iespaidošanu. Tomēr ūdenī bez ogļskābes var atrasties arī citas skābes, kas vaŗu stiprāk aiztiek, un tā kā vaŗš ir inde, tad dzeramā ūdens piegādāšana ar vaŗa un misiņa caurulēm no higiēniskā viedokļa nav uzskatāma par pilnīgi drošu. Bet gan vaŗa caurules ļoti labi var lietot, kur vēlamš sevišķš spoŗums, piem., luksa vannu ietaisēm vai ūdens pievadīšanai tvaika katliem un t. t.

Vaŗa caurules ir iekšpusē sevišķi gludas, tātad ar labu caurvades spēju, un var iztikt ar mazāku diam. kā dzelzs caurulēm; tas zināmā mērā samazina vaŗa cauruļu dārdzību. Vaŗa caurules savieno vai nu ar saliedēšanu, vai ar saskrūvēšanu, uzliecot galus (551. zīm.). Vaja-



551. zīm. Vaŗa cauruļu savienojums.

dzīgās vietās var caurules diam. līdz 1½" liekt aukstā veidā. Lielāku cauruļu saliekšanai tās piepilda ar smilti, aizbāŗ galus cieti, un tad liec iepriekš sasildot.

Nerūsējoša tērauda caurules būtu ļoti labs materiāls, ja nebūtu tik dārgas. Varbūt tas būs nākotnes materiāls.

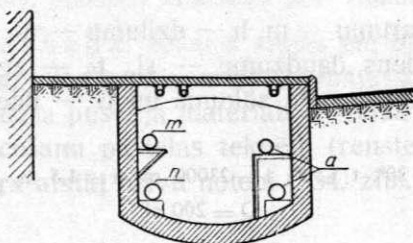
Alvas caurules arī būtu labs materiāls, bet tās ir dārgas, un tādēļ alvu var lietot tikai svina un vaŗa cauruļu izoderēšanai vai pārklāšanai.

Cinka caurules arī dārgas, un sevišķu priekšrocību pret citiem cauruļu materiāliem tām nav.

41. Vadu ielikšana zemē.

Uz ielas vadiem jāizvēlas no citiem vadiem brīva vieta: gāzes, elektrības, tālruna, arī ielu dzelzceļa. Platās ielās, ar lielu ielas kustību, un sevišķi, kas nobruģētas ar moderno, dārgo ielu bruģi, var būt izdevīgāk vadus likt katrā ielas pusē, trotuāra malā (kādu 1 m no bordes). Ar to iznāk īsāki māju pievienošanas vadi, un ievērojot ielas bruģa uzlaušanu tādiem pievienojumiem, var būt gadījumi, ka dubulti ielu vadi arī atmaksājas, bet tas jānoskaidro ar attiecīgu maksas aprēķinu. Gan jāievēro arī, ka ielās, kurās nolemts uzlikt dārgo, moderno ielas bruģi, iepriekš jau paredz un izbūvē cik iespējams visus pievienojumus, kā arī pārbauda visus jau pastāvošos vadus. Zem ietves (trotuāra) nav ieteicams likt ūdensvadus, jo vadu bojājuma gadījumā būtu apdraudēti ēku pamati. Tāpat arī ūdensvadi un gāzes vadi jāliek tālāk viens no otra, vislabāk dažādās ielas pusēs, lai ūdensvada bojāšanās gadījumā neciestu arī gāzes vads.

Ievērojot grūtības, kādas rodas ar ielas bruģu uzlaušanu vadu labošanas gadījumā, dažas lielpilsētas (Ņujorka, Londona un c.) izbūvē zem trotuāriem (vai arī zem ielas) sevišķas vadu galerijas (552. zīm.), kur



552. zīm. Vadu galerija Cīriches pilsētā.

ievieto visus ielu vadus: ūdens, gāzes, tālruna, elektriskās apgaismošanas, siltūdens vadus un t. l., dažās vietās arī kanalizācijas vadus. Parīzē dažādi vadi ievietoti lielajos kanalizācijas kanālos. Ir celti dažādi iebildumi pret tādu ietasi, piem., gāzes vada bojājuma un gāzes izplūšanas gadījumā var notikt eksplozija, kas var bojāt visus vadus. Galerijās uzkrājas mitrums, kas var vadu rūsēšanu veicināt. Kā redzams, vadu galeriju jautājums jāizšķir pēc nopietnas pārbaudes, saskaņā ar vietējiem apstākļiem.

Vadu dziļums zem zemes virsas atkarājas no 2 apstākļiem, no temperatūras svārstībām un no satricinājumiem, ko rada ielas kustības. Kas attiecas uz pēdējo apstākli, tad jau pie dziļuma vairāk par 1 m nebūtu jābaidās no satricinājumiem.

Temperatūras svārstības dēļ vadi gan nevarēs būt likti seklāk par 1 m. Sevišķi jāņem vērā zemes sasalšanas dziļums, un ūdensvadiem

vajadzētu atrasties vismaz 20—30 cm dziļāk par visdziļāko zemes sasalšanas dziļumu. Vācijā mēdz pieņemt 1—1,5 m dziļumu, mums vajadzētu pieņemt — Vidzemē 1,75—2 m, Kurzemē 1,5—1,75 m, Latgalē 2—2,5 m kā vismazāko vadu dziļumu. Dziļuma apstākļi atkarājas arī no ūdens temperatūras vados. Gruntsūdenim ir diezgan pastāvīga temperatūra (6—8°C), un tātad ūdens vados tik ātri nesasalst kā upes ūdens, kam temperatūra ziemā ir nedaudz pāri par 0°. Jāievēro arī grunts apstākļi. Sausa smilts ir slikts siltuma vadītājs, bet rudenī, kad smilts piemirkusi, tā sasasalst dziļāk pat kā māla zeme. Vadi liela tilpuma, pa kuriem ūdens pastāvīgi kustas, atdziest lēnāk kā mazi vadi, un sevišķi vadi, kuŗos ūdens kustas tikai periodiski, atrodas nelabvēlīgos apstākļos.

Siltā klimatā zeme sasilst un vadi jāliek dziļāk, lai ūdens nesasiltu. Pie mūsu samērā īsajām vasarām šis apstākļis gan nav nozīmīgs.

Ūdens temperatūras svārstības aprēķināšanai ūdensvados var no-derēt F o r c h e i m e r'a formula:

$$\log \text{nat} \frac{t_0 - t_1}{t_0 - t_2} = 0,0006583 \cdot \frac{l}{Q \cdot \log \text{nat} \frac{4h}{d}},$$

kur l apzīmē vada garumu — m, h — dziļumu — m, d — vada diam. — m, Q — caurtekošu ūdens daudzumu — sl., t_0 — zemes temperatūru °C, t_1 — ūdens temperatūru vada sākumā un t_2 — ūdens temperatūru vada galā.

P i e m ē r s: $t_0 = +20^\circ$, $t_1 = 7^\circ$, $l = 23000$ m, $h = 1,5$ m, $d = 0,350$ m un
 $Q = 200$ sl.

$$\log \text{nat} \frac{20 - 7}{20 - t_2} = 0,0006583 \cdot \frac{23000}{200 \cdot \log \text{nat} \cdot \frac{4 \times 1,5}{0,350}} = 0,027.$$

No tā seko $t_2 = 8,9^\circ$.

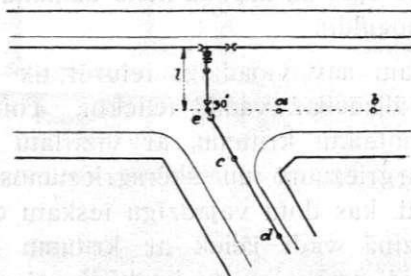
Tātad šai gadījumā ūdens varēja vados sasilt par kādiem $8,9 - 7 = 1,9^\circ\text{C}$. Tāda neliela ūdens sasilšana šai gadījumā nenāk ūdenim par ļaunu.

Augšā uzrādītie dziļumi uzskatāmi kā vismazākie. Protams, jāpie-skaņojas ielas profilam, un augstākās vietās vads jāieliek dziļāk, lai vi-sam vadam tomēr būtu kritums virzienā uz kādu zināmu tīkla zemāku vietu, kurā tad ietaisa nolaidi vada iztukšošanas gadījumam.

Vada virzienu nosprausšanu uz ielas izdara pieturo-ties projektā paredzētam virzienam, ar spraudēm (mērnieku metalla mie-tiņiem), ar ko apzīmē būvgrāvja vidus līniju (553. zīm.). Attālumos 20—30 m apzīmē grāvja platumu vienmērīgi uz abām pusēm no no-spraustās vidus līnijas. Grāvja platumu apzīmē arī ar mietiņiem, un, izvelkot šņori gar rokamā grāvja malām, apzīmē grāvja malas ar kritu

uz ielas bruģa. Tāpat arī visu sāvadu pievienojumi jānosprauž, kā arī visi event. līkumi.

Būvgrāvja platumam vajag būt tādām, lai varētu ērti aizliet un noblīvēt uznavas, vai saskrūvēt atlokus. Tātad vajadzīgais platums jāpieņem ap 0,6—0,7 m platāks par uznavas iekšējo diametru. Vismazākais platums jāpieņem 1 m (noder līdz $d = 300$ mm). Pie sekliem būv-



553. zīm. Būvgrāvja nospraušana.

grāvjiem pieņem dažreiz arī vismazāko platumu $= 0,8$ m, un pie dziļiem, ja vajadzīgas rievstienas, platumu jānosaka pēc vajadzības.

Būvgrāvja rakšana. Iekams stājas pie būvgrāvja izrakšanas, iepriekš jāuzlauž rūpīgi ielas bruģis un bruģa materiāli jānovieto vislabāk ārpus būvgrāvja, trotuāra pusē, ja materiāls ir vēlāk izlietojams. Lai nodrošinātu ūdens notecēšanu pa ielas teknēm (renstelēm), tās pārklāj ar dēļu segumu, zem kuŗa atstāj brīvu noteci (554. zīm.).



554. zīm. Būvgrāvja vietas iekārta.

Izraktā zeme jānovieto uz ielas gar būvgrāvi tā, lai netraucētu ielas satiksmi. Starp zemes uzbērumu un būvgrāvja malu jāatstāj no uzbērtās zemes brīvs celiņš (ne mazāk par 0,4—0,5, labāk 0,6 m plats), lai strādnieki varētu droši staigāt un lai zeme nekristu būvgrāvī, kas traucētu cauruļu noblīvēšanas darbus. Arī zemes slodze uz grāvja malu tad ir mazāka.

Grāvja izrakšanu izdara ar parasto lāpstu, zemi izsviežot no grāvja, pie kam otrs strādnieks augšā to aizsviež uz vajadzīgo attālumu. Rak-

šana ar mašīnām atmaksājas tikai sevišķos gadījumos, kad darba spēks dārgs un mašīnu spēks izmaksā lēti.

Klintī būvgrāvi izlauž ar laužņa un ķīļu palīdzību. Ja tas dara grūtības, tad klints jāspridzina. Spridzināmā materiāla ielikšanai iztaisa caurumus. Spridzināšanas darbi jāizdara šīnī nozarē piedzīvojušiem strādniekiem. Būvgrāvi izlauž nedaudz dziļāku par vajadzīgo dziļumu vada ielikšanai (10—20 cm), un uzpilda lieko dziļumu ar smilti, lai cauruli varētu vienmērīgāk noguldīt.

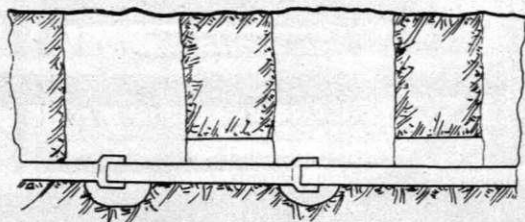
Būvgrāvja dibenam nav vajadzīgs ieturēt tik stingri noteiktu kritumu, kā tas ir kanalizācijas vadus ieliekot. Tomēr ļoti vēlams arī ūdensvadus likt ar noteiktu kritumu, ar vizīrlatu palīdzību. Tas vajadzīgs, lai ielas gargriezumā un šķērsgriezumos varētu ūdensvadu iezīmēt pilnīgi noteikti, kas dotu vajadzīgu ieskatu citu zem ielas darbu izdarīšanai. Visādā ziņā vadi jāliek ar kritumu uz zināmu zemāku vietu, kur ietaisa izlaidi ērtākai vadu iztukšošanai vajadzības gadījumā, izlaižot ūdeni vai uz tuvāko upi, strautu, vai kanalizācijas kolektoru. Ja tādas iespējas nebūtu, tad ūdens no vada būtu jāizpumpē, kas prasītu izdevumus un laiku.

Pēc būvgrāvja aizbēršanas paliek pāri zeme. Vispirms jau paliek pāri tas tīlpums, ko ieņem vads. Otrkārt, izraktā zeme ir irdenāka kā zeme dabiskā veidā, un tā tad visa nesaiet vairs atpakaļ būves grāvī. Var būt arī nederīga zeme būvgrāvju aizbēršanai, piem., klints šķembas. Tāda nederīga zeme jāaizved projām no būvvietais tūlī pēc izņemšanas, lai velti neaizņemtu jau tā ierobežoto ielas laukumu. Var pat būt gadījumi šaurās ielās, ka jāaizved visa izraktā zeme uz kādu sānielu, un pēc vadu nolikšanas atkal jāatved atpakaļ būvgrāvja pildīšanai.

Gruntsūdens apkarošana. Grūtības ar gruntsūdeni ūdensvadu būvē gan nebūs tik lielas kā kanalizācijas darbos, jo būvgrāvis samērā ir sekls un gruntsūdens pietece parasti ne stipra. Var būt tomēr atsevišķi gadījumi, kad rodas vajadzība cīnīties ar gruntsūdeni. Ja ūdens pietek nedaudz, to sakrāj kādā padziļinājumā būvgrāvja dibenā un izlej ar spaini. Ja pietece ir lielāka, tad izpumpē ar parasto būves membrānpumpi. Ja vads jāliek peldu smiltī, var būt lietderīgi gruntsūdens līmeni pazemināt zem vada līmeņa, ar urbtu aku palīdzību, kuņas ietaisa rindā 3—10 m attālumā vienu no otras, atkarīgi no grunts rakstura un ūdens pieteceis stipruma. Akas pieslēdz pie kopīga sūcējvada, un pēc ūdensvada ielikšanas tās atkal izvelk un pārnes uz jaunu vietu.

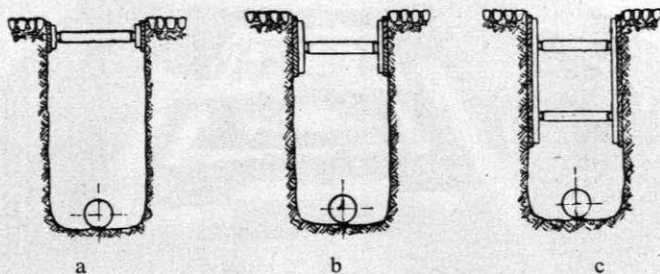
Būvgrāvja nostiprināšana. Cietā gruntī var būvgrāvi izrakt bez sevišķas nostiprināšanas. Lai tomēr būvgrāvis būtu drošāks, neizrok zemi visā garumā, bet atstāj uz neliela garuma neaiztiktu zemi

(555. zīm.), caur kuŗu tikai apakšā izrok caurumu caurules izbāšanai. Dažos gadījumos atkal pietiek, ja būvgrāvja virsējo malu nostiprina ar 1 vai 2 horizontālām dēļu rindām, tās atstutējot ar šķēršiem (koka vai



555. zīm. Būvgrāvis ar pārtraukumiem.

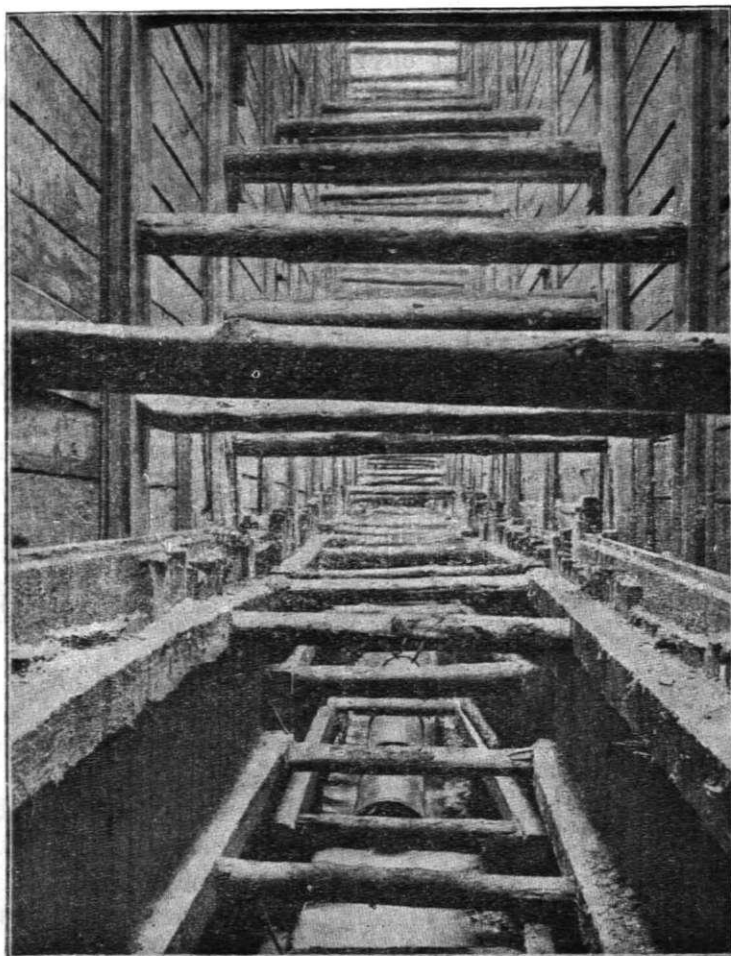
dzelzs) (556. zīm.). Pie birstošas vai citādi nestipras grunts nostiprinājumi jāietaisa līdz būvgrāvja dibenam. Ja būvgrāvis nāk lielākā dziļumā un pie tam gruntsūdenī, tad vajadzīgs līdz gruntsūdens līmenim grāvi izrakt ar parastiem nostiprinājumiem, visa siena jānoliek ar dē-



556. zīm. Būvgrāvja nostiprināšana.

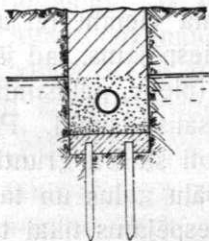
ļiem un zemāk jāietaisa riev sienas, lai grāvis labāk būtu nodrošināts un varētu labāk ūdeni izpumpēt (557. zīm.).

Kad būvgrāvis izrakts līdz vajadzīgam dziļumam, dibenu labi nolīdzina, lai caurule varētu uzgulties visā savā garumā vienmērīgi uz zemes. Ja grunts ir tāda, ko vienmērīgi norakt nav iespējams, tad jāizrok dziļāk (15—20 cm) un jāuzber smilts. Sliktā gruntī (piem., peldsmilti) arī ieteicams izrakt grunti dziļāku un uzbert rupju, sausu smilti. Parasti citādi pamatojumi nav vajadzīgi, izņemot varbūt ļoti šķidru grunti, kad jāietaisa pamats uz pāļiem (558. zīm.), iebetonējot pāļu galus un tad uzberot smilti, caurules uzguldīšanai. Tas tomēr ir iespējams tikai tad, ja pāļi paliek gruntsūdenī pie tā viszemākā līmeņa.

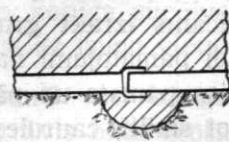


557. zīm. Udensvadu likšana lielākā dziļumā.

Pēc būvgrāvja sagatavošanas stājas pie cauruļu likšanas, pie kam sadursmes vietās uznavu vai atloku aizblīvēšanai jāizrok bedrītes zem savienojuma vietas (559. zīm.). Caurules liek arvien ar uz-

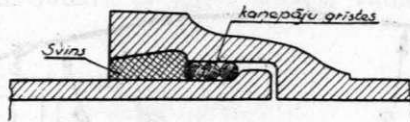


558. zīm. Būvgrāvis slīktā gruntī.



559. zīm. Būvgrāvja dibens.

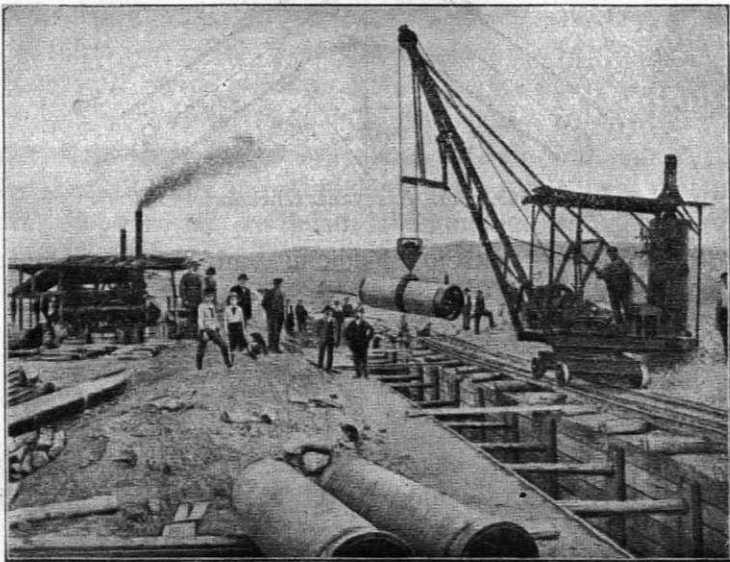
ma vu priekšgalā, lai astes gals labāk piespiestos pie uznavas dibena (560. zīm.). Mazākas caurules nolaiž būvgrāvī ar virves palīdzību. Lielākām un smagākām caurulēm uzstāda pār būvgrāvi steķus vai trijkāji ar piestiprinātu trīsi, un ar ķēdes palīdzību nolaiž cauruli būvgrāvī.



560. zīm. Uzmavas noblīvēšana.

Lieto arī braucamu krānu (561. zīm.) pie lielākiem darbiem. Nolaistā caurule jānostāda pareizā virzienā. Pēc caurules pareizas novietošanas izdara noblīvēšanu.

V a d u i z l i e k u m i. Līkumiem ūdensvados pēc iespējas jāizbēg. Ja tādi izrādās neizbēgami, jālieto attiecīgie paņēmieni, ja vajadzīgs



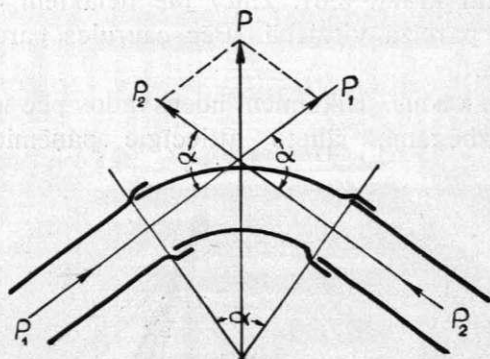
561. zīm. Lielas caurules nolaišana būvgrāvī.

jālieto veidgabali (līkumi). Ja izliekums iespējams ar lielu radiju, var iztikt bez atsevišķām veiddaļām, liekot ar nelielu slīpumu astes galu iepriekšējā uzmavā (562. zīm.). Tāds paņēmieni iespējams, ja var iztikt ar nelielu novirzījumu no taisnas līnijas, maziem vadiem 2—3°, bet lielākiem tikai 1°, lai vēl varētu rūpīgi noblīvēt cauruļu savienojumu. Ja tāds paņēmieni nav iespējams un vada izliekums vajadzīgs lielāks, tad

jālieto atsevišķi veidgabali (likumi vai likņi) (563. zīm.). Tādos asos likumos iedarbojas zināms spēks (P), kas cenšas likumu izspiest no tā savienojumiem. Šī spēka lielumu var aprēķināt. Apzīmēsim ar d — vada iekšējo diam. — cm., ar α — likuma centrleņķi, un P — izspiedēj-



562. zīm. Vāka izliekums ar lielu radiju.



563. zīm. Ass vada izliekums.

spēku — kg, ar p — iekšējo spiedienu vadā likuma vietā — atm. (kg/cm^2), tad ir:

$$P = \frac{d^2 \pi}{4} \cdot 2 p \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{d^2 \pi}{2} \cdot p \cdot \sin \frac{\alpha}{2} .$$

(spiediens var būt no abām pusēm).

Ja vadā liels spiediens, kas sevišķi var būt liels pie ūdens grūdieniem, un arī liela diametra vados, spēks P — var būt ievērojama lieluma.

Piemērs: $p = 10$ atm., $d = 200$ cm, $\alpha = 90^\circ$, tad ir:

$$P = \frac{200^2 \cdot 3,14}{2} \times 10 \times 0,707 = \text{ap } 400000 \text{ kg.}$$

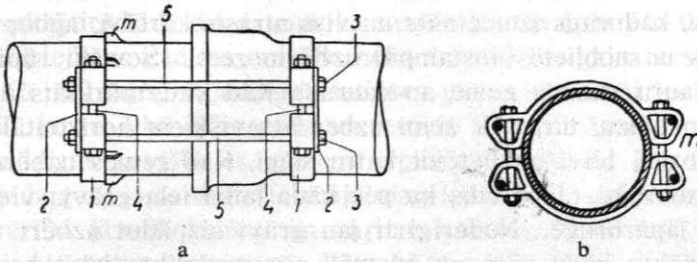
Šāda spēka pret darbībai jāuzmūrē pret likumu mūra masīvs, vai jāiebūvē sevišķi savilktni (564. zīm.), kas sastāv no kopā saskrūvētiem pusgredzeniem un 4—8 savilktniem, atkarīgi no caurules lieluma.

Tādi paši līdzekļi kā likumiem horizontālā virzienā, vajadzīgi arī likumiem vertikālā virzienā.

Izmēģinājums spiedienam. Pēc uznavu noblīvēšanas

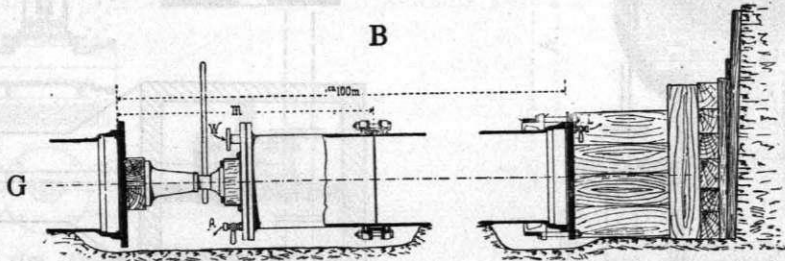
caurules apber ar zemi, nedaudz un ne vairāk par 1 m, atstājot uznavas neapbērtas.

Ja no grāvja izsviestā zeme ir māls, tad tomēr vēlams grāvja apakšā caurules apbērt ar smilti. Pēc tam tad izdara vada izmēģinājumu spiedienam. Tas jādara ar katru noliktu vada gabalu (500—700 m),



564. zīm. Savilktni likuma uznavās.

jo tikai tādā ceļā var iegūt pilnīgu pārliecību, ka cauruļu noblīvējumi nelaidīs cauri ūdeni, un arī pašas caurules nav bojājušās (piem., no triecieniem pārvadājot). Izmēģinājuma spiediena lielumu nosaka darba noteikumos. Spiediena lielumu vācu literatūra ieteic ne mazāk kā 2 reizes lielāku par sagaidāmo darba spiedienu. Krievu noteikumi paredz par 5. atm. lielāku spiedienu par sagaidāmo darba spiedienu, bet ne mazāku par 10 atm. Jāievēro tas, ka lielam izmēģinājuma spiedienam var būt arī



G — Izmēģināts vada gabals. B — Izmēģinājamais vada gabals. A — Ūdens izlaide. W — Ūdens ielaide. L — Gaisa aizgrieznis.

565. zīm. Noslēgums, izmēģinot ar spiedienu.

ļauņas sekas, jo tas var iespaidot savienojumu blīvumu. Izmēģinājumam nolemto vada garumu noslēdz vai nu ar aizlaidņiem, ja tādi jau nolikti, vai ar aizliktņiem vada galā, kas cieti, ūdensblīvi piespiežami (565. zīm.) ar stipriem balstīkļiem, lai spiediens nevarētu tos atspiest. Pēc tam, kad vada gali tādā veidā noslēgti, vadu pilda ar ūdeni, uzraugot, lai viss gaiss būtu izspiests (hidranti jātur vaļā pa vada pildīšanas laiku). Ja

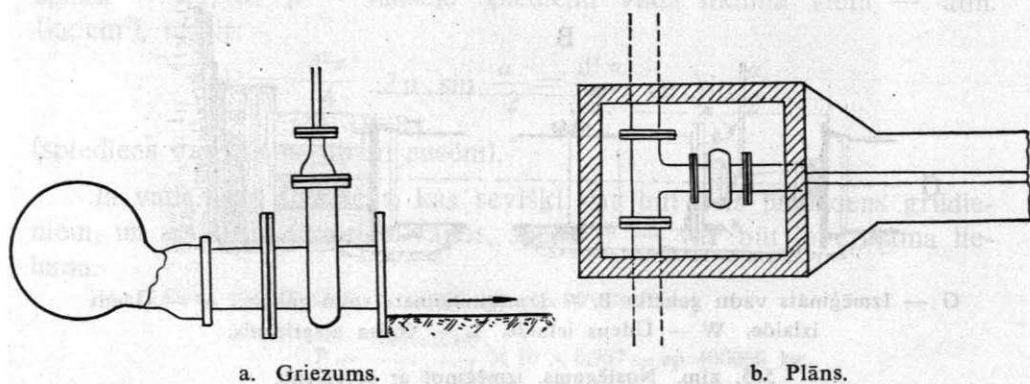
kaut kur vadā uzkrātos gaiss, tas iespaidotu uzstādītā spiediena ātru krišanu un tādā veidā sarežģītu novērojumu. Pēc tam, kad vads ar ūdeni piepildīts, tajā ar hidrauliskas preses palīdzību pacel spiedienu līdz vēlamam lielumam un pēc tam, kad prese apstādināta, spiediens nedrīkst nokrist pa 1 atm., un tad tam jāturas vienā stāvoklī vismaz 15 min. laikā (dažos noteikumos paredz īsāku laiku, 3 līdz 5 min.).

Pēc tam, kad vads izmēģināts un viss atrasts kārtībā, apber ar zemi arī uznavas un noblietē (nostampā) uzbērto zemi. Sevišķi rūpīgi jānostampā ar šauru stampu zeme ap cauruli. Kad vads pārklāts ar zemes kārtu, 30 cm biezu, turpmāk zemi uzber atsevišķiem horizontāliem slāņiem 25—30 cm, blīvi noblietējot katru slāni. Kad zemes uzbērums nobeigts, ielu nobruģē. Jāparedz, ka pēc kāda laika iela grāvja vietā sēdīsies un būs jāpārbruģē. Noderīgi ir jau grāvi aizpildot uzbērt zemi tā, lai bruģis iznāktu kādu pāri cm augstāk pār neaiztikto ielas bruģi, protams, malas pielīdzinot pēdējam. Neskatoties uz to, tomēr jā sagaida bruģa sēšanās un pārbruģēšanas vajadzība kādas pāri reizes.

42. Vadu sevišķas ietaises.

a) Izlaidņi.

Izlaidņi (566. zīm.) uz ūdensvadiem jāietaisa visās zemākās vietās, kur kritumi sanāk kopā. Tie vajadzīgi vada iztukšošanai remonta gadī-



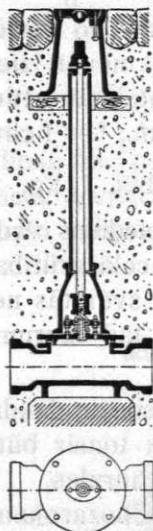
566. zīm. Izlaide.

jumā, kad, noslēdzot zināmu vada gabalu ar aizlaidņiem, no tā jāizlaiž ūdens. Arī vadu skalošanas gadījumā izlaides noderīgas. Izlaidņi sastāv no nozarojuma, uz kuŗa iebūvēts aizlaidnis. Visu veidgabalu ar aizlaidni iebūvē iekāpjāmā akā. No ūdensvada izlaisto ūdeni novada ar

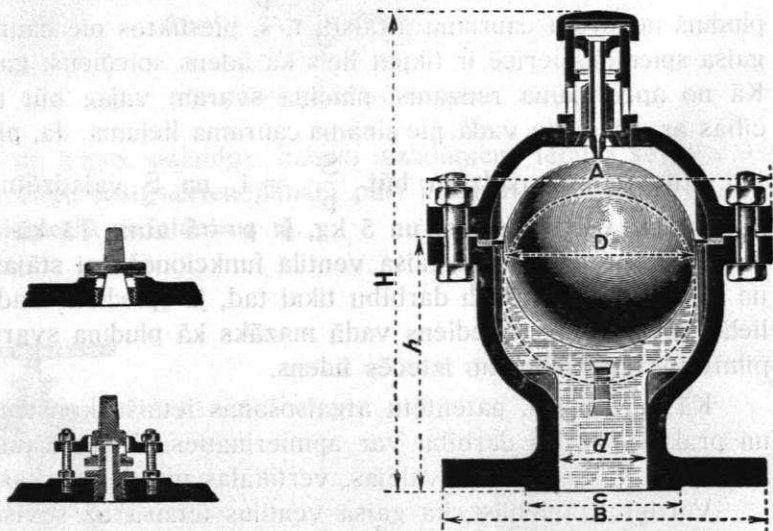
cauruļu vadu uz tuvāko grāvi, strautiņu, upi vai pilsētas kanalizācijas kolektoru. Ārpus pilsētas pa lielai daļai būs iespējams tādu ūdens novadīšanu iekārtot tieši ar vaļēju notekgrāvi.

b) Gaisa ventili.

Vadu augstākās vietās sakrājas gaiss un gāzes, kas atrodas ūdenī un var sakrāties tādā daudzumā, ka saspīestas tās apturētu ūdens kustību, ja vadā spiediens gadītos mazāks nekā uzkrājušos gaisa resp. gāzu spiediens. Kā redzams, vajadzīgas ietaises gaisa izlaišanai — gaisa ventili (vantūži), kurus iebūvē uz vada un ievieto iekāpjamās akās. Tādas ietaises vajadzīgas sevišķi uz garjiem ārpuspilsētas vadiem. Pilsētas tīklā tās nav vajadzīgas, jo te dažādie māju aizgriežņi nodrošina gaisa izlaišanu. Sevišķa vērība jāveltī lieliem un garjiem vadiem, jo te var celties ūdens triecieni, attīstoties vakuumam kaut kādā vietā ūdens tecēšanā spēji ro-



567. zīm. Gaisa skrūve un tās iebūve.



568. zīm. Automatisks gaisa entils.

doties nenormālībām (piem., ātri aiztaisot vai attaisot aizlaidņus). Jāievēro noteikumi, ka lai izbēgtu hidrauliskiem triecieniem, ūdensvadu, sevišķi liela garuma un liela diametra, iztukšošanai vai papildīšanai jāpievērš sevišķa uzmanība. It īpaši jālieto līdzekļi, lai augstākās vietās neatīstītos vakuums.

Visvienkāršākā atgaisošanas ietaise sastāv no t. s. gaisa skrūves (567. zīm.), kas iedarbināma ar roku. Ar slēdzēju skrūvi pagriežot, gaiss ar raksturīgu svilpienu iziet izurbtā skrūves šķēršdobumā un līdz

ar to ārā. Kad gaiss izgājis, kas redzams no tā, ka ūdens sāk nākt ārā, skrūvi atkal aiztaisa.

Labākās ir automatiskās atgaisošanas ietaises. Tādu konstrukciju ir daudz, un katra armatūras fabrika izgatavo savu konstrukciju. Labākās ir tās, kam cik iespējams ir maz kustīgu daļu, un tādas ir konstrukcijas ar lodes pludiņu resp. ventilu. Princips te ir sekojošs. Ūdens piespiež pludiņu pret gaisa izejas caurumu (568. zīm.), un tā tad noslēdz izeju. Ja tagad ap pludiņu sakrājas gaiss, kas ūdens līmeni nospiež zemāk, tad, pārsniedzot zināmu norēgulētu līdzsvara stāvokli, pludiņš noslid uz leju un līdz ar to atveras caurums gaisa izešanai, un pēc tam, kad gaiss izgājis, pludiņš atkal pacelas un aizspiež caurumu cieti. Tādiem automatiskiem gaisa ventiliem ar pludiņu atzīmējamās sekojošās attiecības. Ja apzīmējam ar S — pludiņa svaru — kg, f — cauruma platību — cm^2 , p — spiedienu vadā — atm., tad pludiņš varēs krist uz leju tikai tad, ja $(P = p \cdot f) < S$, vai $f < \frac{S}{p}$. Ja f būtu lielāks par $\frac{S}{p}$, tad pludiņš nevarētu caurumu attaisīt, t. s. piesūktos pie cauruma, jo kamēr gaisa spiediens ierīcē ir tikpat liels kā ūdens spiediens, gaiss nevar iziet. Kā no apcerējuma redzams, pludiņa svaram vajag būt noteiktās attiecībās ar spiedienu vadā, pie zināma cauruma lieluma. Ja, piem., $f = 1 \text{ cm}^2$, tad attiecībām vajadzētu būt $\frac{S}{p} = 1$, un S vajadzētu būt 1 kg, ja $p = 1 \text{ atm.}$ (pārspiediens) un 5 kg, ja $p = 5 \text{ atm.}$ Tā kā spiediens vadā ir mainīgs, redzams, ka gaisa ventila funkcionēšanai stājas ceļā grūtības un var sagaidīt kārtīgu darbību tikai tad, ja spiediens vadā svārstās nelielās robežās. Ja spiediens vadā mazāks kā pludiņa svars, tad caurums pilnīgi neaiztaisīsies un iztecēs ūdens.

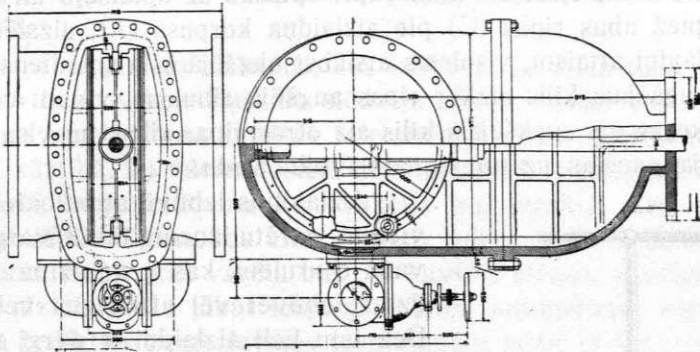
Kā jau minēts, patentētu atgaisošanas ietaišu konstrukciju ir daudz, un praktiski ar to darbību var apmierināties. Visuzticamāk tomēr būtu augstākās vietās ietaisīt vaļējas, vertikālas pjezometriskas caurules,

Vēl būtu jāpiebilst, ka gaisa ventilius ietaisa uz sevišķa nozarojuma no vada, uz kuŗa arī iebūvē aizlaidni, lai ventilu varētu noņemt un izlabot bez darbības pārtraukšanas.

c) Aizlaidņi.

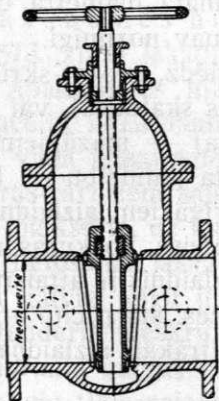
Aizlaidņi vajadzīgi, lai vada bojāšanās gadījumā nebūtu jāizlaiž ūdens no visa vada, kas radītu liekus ūdens zaudējumus un palielinātu traucējumu ūdensvada darbībā. Aizlaidņi tā tad jāiebūvē augšpus un leļpus izlaidēm, un gariem vadiem tādi jāiebūvē ik pa 300—500 m. Katram vada gabalam starp 2 aizlaidņiem jāparedz attiecīga izlaide vai iespēja vada iztukšot.

Aizlaidņu konstrukciju ir daudz, bet liela atšķirība konstrukciju principos nav. Galvenā prasība ir, lai aizlaidnis noslēgtu cauruli tik pilnīgi, kā ūdens nevarētu sūkties tam gaŗām. Tālākā prasība ir, lai aiztaisīšana un attaisīšana varētu notikt pamazām un varētu izvairīties no hidrauliskiem grūdieniem. To panāk ar attiecīgu skrūvju vītņu izvēli. Lielu aizbīdņu bīdīšanai vajadzīgi sevišķi iekonstruēti mehānismi, ar zobratu transmisiju (569. zīm.). Bez tam, lai atvieglotu bīdīšanu, izlīdzinot spie-

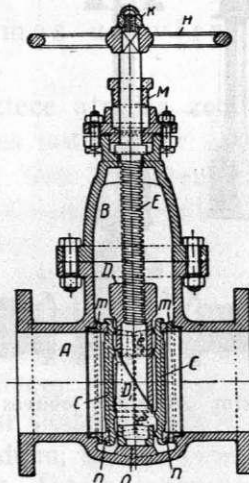


569. zīm. Liela aizbīdņa ietaise.

dienu augšpus un leļpus aizlaidņa, lieliem aizlaidņiem ietaisa sevišķu neliela diametra vadu palīgsavienojumam pāri lielajam aizlaidnim, ar tāda paša neliela diametra aizlaidni uz tā.



570. zīm. Aizlaidņa griezumš.



571. zīm. Ludlo aizlaidnis.

No aizlaidņu konstrukcijām te apstāsīmies pie divām: Bopp'a un Reuter'a, un Ludlo. Pirmaj (570. zīm.) aizbīdāmā, apaļā plātne ir ķīļveidīga (ar slīpumu 1:10), kamēr Ludlo aizlaidnim (571. zīm.) aizbīdāmā daļa

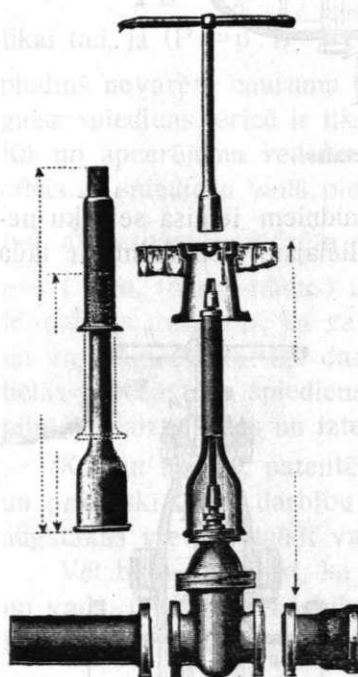
sastāv no 2 ķīliem. Aizlaidņa apvalks ir čuguna, kamēr skrūves kāts un uzgrieznis, kā arī visi blīvslēgi jātaisa no vara vai misiņa, vai no sevišķiem metalla sakausējumiem. Tā, piem., noblīvējumu gredzēnus taista no vara (80%) un cinka (20%) sakausējuma.

Ludlo aizlaidnis (571. zīm.) sastāv no čuguna apvalka (A), kuŗā ievietotas 2 ripas (C), starp kuŗām atrodas 2 ķīli (augšējais D un apakšējais D₁), augšējā ietaisīta vīte, skrūves (E) iedarbībai. Ja aizlaidnis aiztaisīts cieti, virsējais ķīlis stipri spiežas uz apakšējo un līdz ar to stipri piespiež abas ripas (C) pie aizlaidņa korpusa (A), aizslēdzot blīvi vadu. Aizlaidni attaisot, vispirms atslābst augšējā ķīļa spiediens uz apakšējo, tad augšējais ķīlis aizķer ripas augšējo ribi, un, viņam ceļoties uz augšu, aizķeras arī apakšējais ķīlis aiz otras ripas ribas un visa aizlaidņa konstrukcija paceļas uz augšu, atbrīvojot vadu.

Aizlaidņus iebūvē ar atlokiem, lai tos vieglāk varētu izņemt, tātad starp pārējām vada caurulēm, kas ir ar uzmaivām, vajadzīgs iebūvēt vēl attiecīgus veidgabalus. Bez tam lieli aizlaidņi ir dārgi un smagi, un tādēļ liela diametra vados iebūvē mazāka diametra aizlaidņus, ar pārejas veidgabalu palīdzību. Uz novērojumu pamata var pieņemt mazāko diametru ap 0,85 no lielākā. Ja, piem., vada diam. ir 600 mm, tad aizlaidni var ietaisīt ar $d = 500$ mm. Spiediena zaudējumi caurējai caur samazinātā diametra cauruli ir tik mazi, ka tie nav nozīmīgi.

Aizlaidni noslēdz, griežot skrūves kātu pa labi (no virsas skatoties), vai ar ritenīti (vai slēdzēja) — mazākiem aizlaidņiem, vai zobrata palīdzību — lielākiem aizlaidņiem. Svarīgākiem aizlaidņiem pierikota rādītāja ietaise, no kuŗas redzams, cik lielā mērā aizlaidnis ir attaisīts. Ir arī mehāniskas ierīces, starp citu ar elektrības palīdzību, ātrākai aizlaidņa aiztaisīšanai.

Lielākus aizlaidņus iebūvē sevišķās iekāpjāmās akās vai kamerās, lai tos varētu uzraudzīt un izcelt remonta gadījumā. Mazākiem aizlaidņiem iekāpjāmās akas netaisa, bet skrūves kātu ievieto vertikālā aizsargcaurulē, kas zem ielas virsas nobeidzas sevišķi iebūvētā apaļā čuguna kastē ar vāku (572. zīm.). Aizlaidņa vieta uz ielas jāatzīmē ar redza-



572. zīm. Aizlaidņa iebūves garnitūra.

mām zīmēm un attāluma uzrakstiem, kas piestiprināti pie tuvējās mājas sienas.

d) Hidranti.

Hidranti noder ūdens saņemšanai dažādiem mērķiem: ugunsgrēka dzēšanas vajadzībām, ielu laistīšanai, kanalizācijas un ūdensvadu skalošanai un t. t. Lai sekmīgi kalpotu minētiem mērķiem, hidrantiem jābūt ērti pieejamiem un ērti lietojamiem, un jānodod vajadzīgais ūdens daudzums ātri.

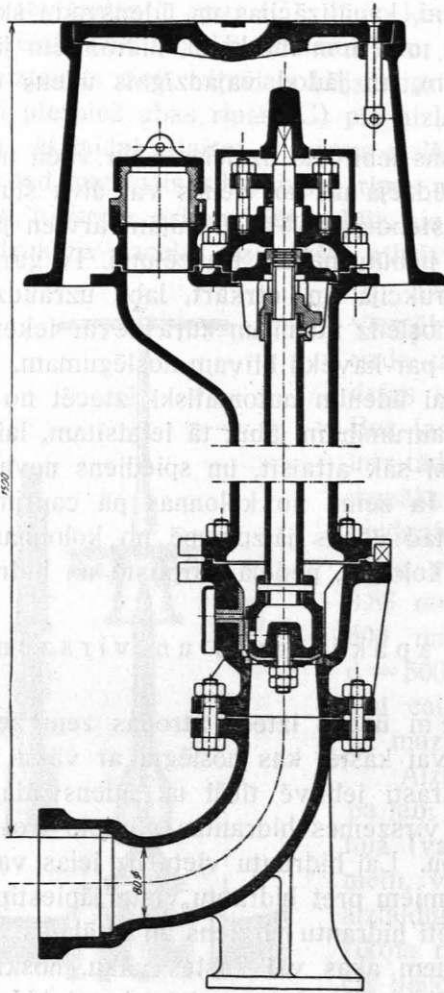
Hidranti sastāv no aizlaidņa, kas iebūvēts uz ielas tīkla vada nozarojuma, no izteces kolonnas, no slēdzēja un no vienas vai divu šļūteņu pārnesamas pieslēgšanas ietaises (stendera). Visām daļām arvien jābūt pilnīgākā kārtībā, lai ūdens došanā nebūtu nekādi traucējumi. To garantē pirmā kārtā laba, uzticama konstrukcija un, otrkārt, laba uzraudzība. Aizlaidņim jābūt tādām, kas cieši noslēdz ūdeni un kuŗā nevar ieķerties kādas cietas vielas, kas varētu būt par kavēkli blīvam noslēgumam. Pēc aizlaidņa aiztaisīšanas jābūt iespējai ūdenim automatiski iztecēt no kolonnas un iesūkties zemē. Izteces caurumiņam jābūt tā ietaisītam, lai tas būtu aiztaisīts cieti, tiklīdz aizlaidni sāk attaisīt, un spiediens nevarētu izskalot zemi ap hidranta vietu. Ja zeme no kolonnas pa caurumiņu iztekošo ūdeni neuzsūktu (mālā), tad ūdens jāizpumpē no kolonnas ar rokas pumpi, jo, sasalstot ūdenim kolonnā, pēdējā pārplīstu un hidrants kļūtu nelietojams.

Izšķir 2 hidrantu sistēmas: apakšzemes un virszemes hidrانتus.

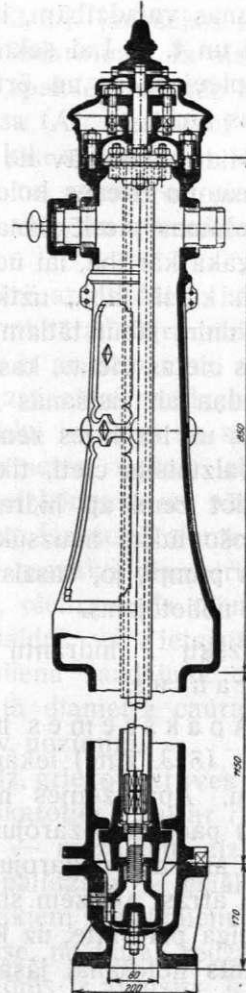
Apakšzemes hidrantiem ūdens iztece atrodas zem zemes virsas (573. zīm.) iekāpjamā akā vai kastē, kas noslēgta ar vāku ielas līmenī. Apakšzemes hidrانتus parasti iebūvē tieši uz ūdensvada, uz augšu paceltā nozarojumā, kamēr virszemes hidrانتus novieto trotuāra malā, ar vada nozarojuma palīdzību. Lai hidrانتu vietu uz ielas varētu viegli atrast arī zem sniega, uz namiem pret hidrانتu vietu jāpiestiprina attiecīga plāksnīte, uz kuŗas atzīmēti hidrانتu virziens un attālums. Kad hidrانتs lietošanai jāgatavo, noņem akas vai kastes vāku, noskrūvē kolonnas galvas segu un uzskrūvē sevišķu izteces ietaisi vai hidrانتa galvu (stenderi), pieskrūvē pie tās šļūteni, tad ar slēdzamā palīdzību, kas iet no hidrانتa galvas caur kolonnu līdz aizlaidņim, attaisa aizlaidni, un ūdens ar ielu tīkla spiedienu tad ietecēs šļūtenē. Ūdens noslēgšanai aiztaisot aizlaidni, kolonnā paliek ūdens, kas notek jau aizrādītā ceļā.

Virszemes hidrانتam (574. zīm.) kolonna paceļas pāri pār zemes virsu, dažādi izveidota, ap 0,8 m augstu, un nobeidzas virsū ar hidrانتa galvu, caur kuŗu iet slēdzēja kāts. Hidrانتa galva ir ar 2 pie-

slēgumiem šļūtenēm. Hidrants viegli piesniedzams, jo tas novietots uz trotuāra malas, un vajadzīgs tikai no izteces caurumiem noskrūvēt vākus, pieskrūvēt šļūtenes, noskrūvēt galvas vāku un atslēgt aizlaidni un hidrants var sākt strādāt.



573. zīm. Apakšzemes hidrants.

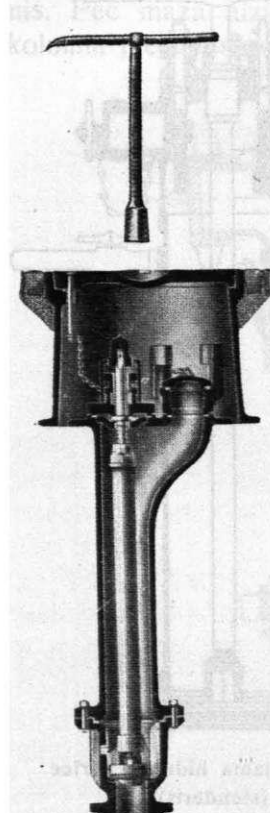


574. zīm. Virszemes hidrants.

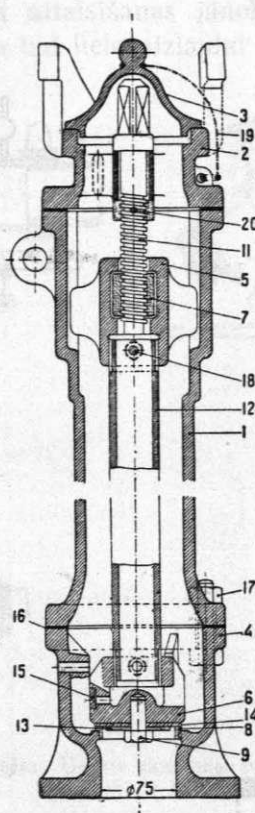
Sistēmas izvēle atkarājas no vietējiem apstākļiem. Mazākās pilsētās un ielās ar mazu ielas kustību virszemes hidranti var būt pilnīgi vietā. Ja liela ielas kustība, to traucētu hidranta lietošana un hidrantu varētu sabojāt (automobili vai ļaunprātīgi). Pie tam virszemes hidranti ir daudz dārgāki kā apakšzemes. Apakšzemes hidranti ir nodro-

šināti pret ielas kustību, bet to uzmeklēšanai ziemā zem sniega jākavē zināms laiks, tāpat arī vāku atkausēšanai, ja tie piesaluši. Tā ir īstenībā vienīgā jaunā pusē, bet, ievērojot tomēr to lielāku drošību, lielās pilsētās sastopama gandrīz visur vienīgi šī sistēma.

Hidrantu konstrukciju ir daudz, un katra lielāka armatūras fabrika izgatavo tos pēc savas konstrukcijas (Bopp & Reuther — Vācijā (575. zīm.) Teudloff & Dietrich — Vīnē, Pont-a-Mousson — Francijā un t. t.). Ir ieteiktas arī normāltipa konstrukcijas [DJN — 3221/3222 vai krievu ūdensvadu kongresā pieņemtais tips (576. zīm.)]. Dažās pilsētās



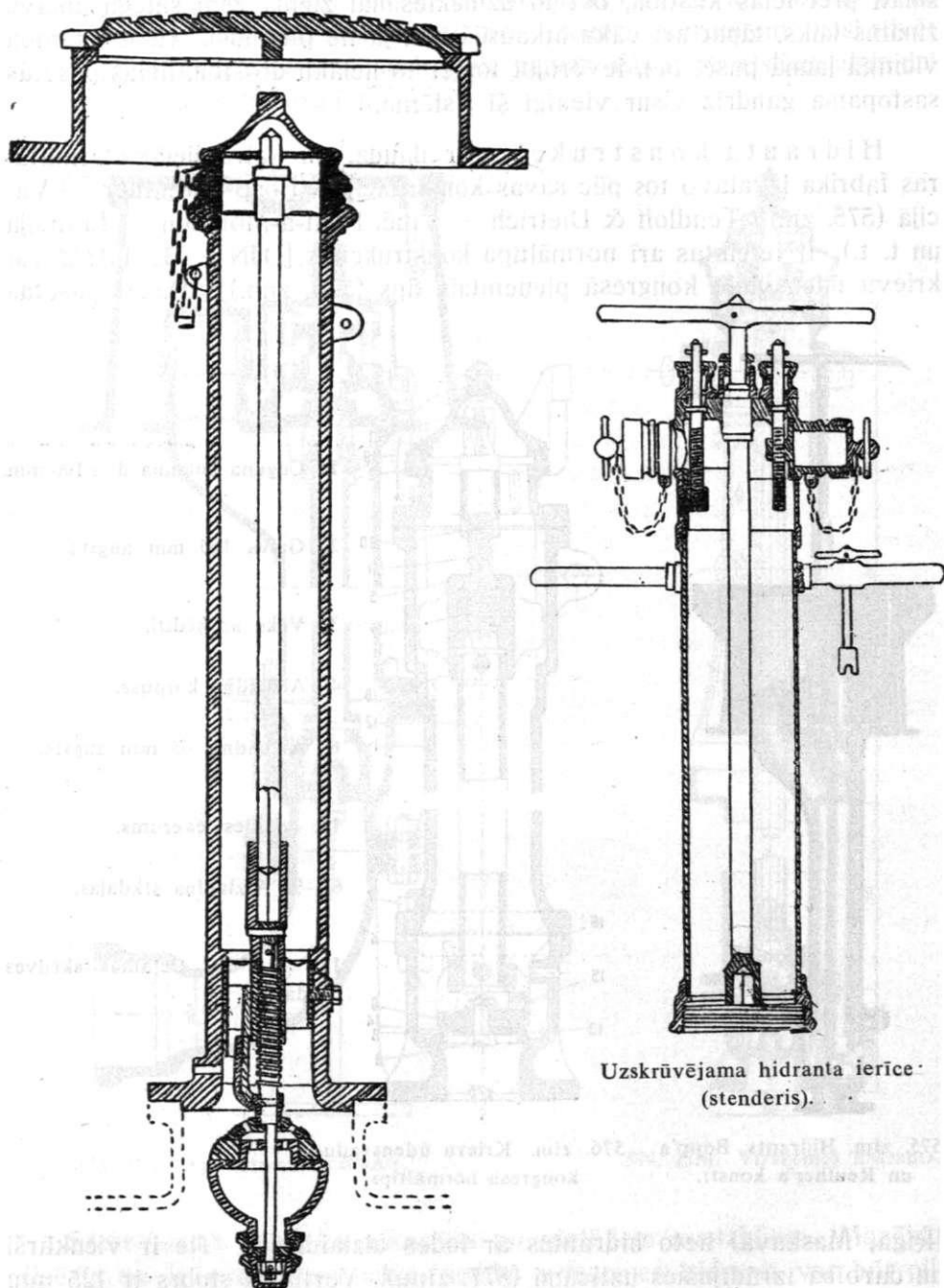
575. zīm. Hidrants, Bopp'a un Reuther'a konstr.



576. zīm. Krievu ūdensvadu kongresa normāltips.

1. Čuguna kolonna $d = 100$ mm.
2. Galva 165 mm augsta.
3. Vāks ar ķēdīti.
4. Aizlaidņa korpus.
6. Aizlaidnis 65 mm augsts.
15. Izlaides caurums.
- 6.—9. Aizlaidņa sīkdaļas.
- 12., 18., 20. Ceļamās skrūves daļas.

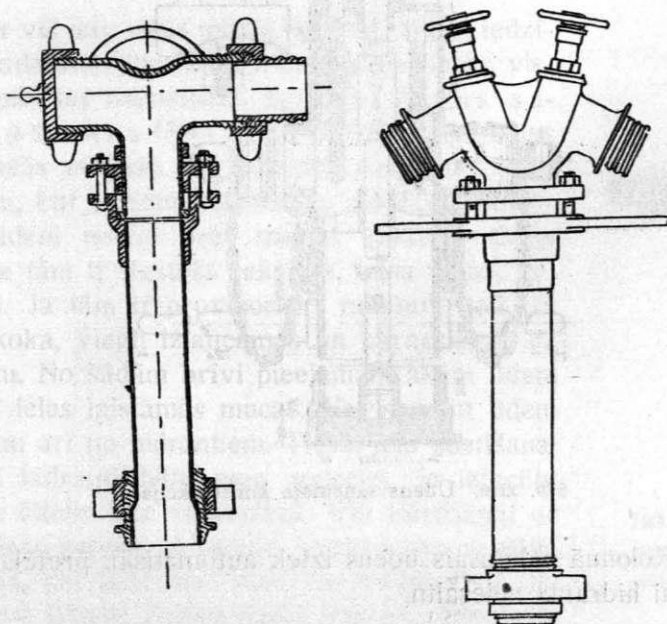
(Rīgā, Maskavā) lieto hidrانتus ar lodes aizlaidņiem. Tie ir vienkārši un darbībā izrādījušies uzticami (577. zīm.). Vertikāls stobrs ir 125 mm diametrā, un garums pieskaņots vada dziļumam. Ūdensnoslēgšanai noder tukšu vidu lodes aizlaidnis, diam. 159 mm, ap kuru atrodas vara un gumijas ieliktnis, aizlaidņa blīvnoslēgumam.



577. zīm. Hidrants ar lodes aizlaidni.

Aizlaidņa kustību izdara ar vertikālu kātu, kuŗa virsgals taisīts kvadrātisks, atslēdzēja uzmaukšanai. Apakšgalā kātam iegriezta vīte, tā iet caur gredzenveidīgu ieliktni, kas ar ārējām sienām piestiprināts ar skrūvēm pie kolonnas, bet vidējā daļa noder skrūves uzgriežnim. Ieliktnis ir vai vara, vai bronzas. Lai atvieglotu aizlaidņa attaisīšanu, tā apakšā atrodas uz tā paša skrūves kāta mazs aizlaidnītis, kuŗam attaisoties, ūdens caur lodi ietek kolonnā un tā izlīdzina spiedienu.

Sākot attaisīt galveno aizlaidni, vispirms attaisās mazais aizlaidnis, un tikai tad vīte ieķeras uzgriežņa vītē un attaisās lielais lodes aizlaidnis. Pēc mazā aizlaidnīša attaisīšanas jānogaida mazu laiciņu, kamēr kolonna piepildās, pēc tam tad lielo aizlaidni var viegli attaisīt.

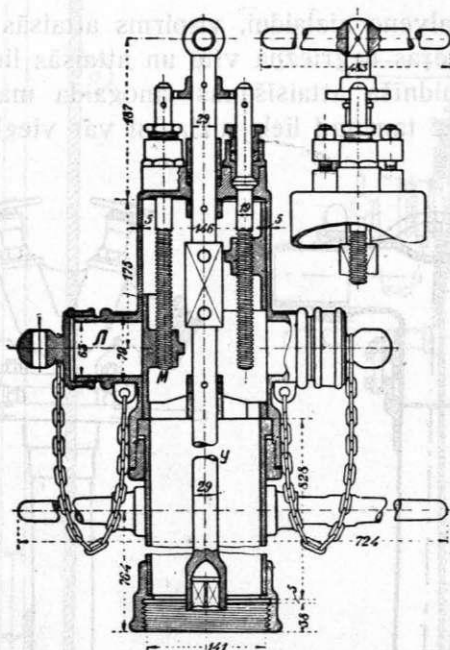


578. zīm. Ūdens saņēmēji (stenderi).

Ūdens, kas paliek kolonnā pēc aizlaidņa aiztaisīšanas, iztek automatiski caur mazu sānu caurumiņu, kas aizlaidni nolaižot attaisās ar maza, pie skrūves kāta piestiprināta virzuļa palīdzību.

Ūdens saņemšanai no apakšzemes hidranta noder sevišķas pārnesamas ietaises vai stenderi (578. zīm.), ko uzskrūvē uz hidranta galvas, un pie kuŗām pieskrūvē šļūtenes, vienu vai divas. Tāds stenderis konstruktīvā ziņā (579. zīm.) sastāv no cilindriskas kolonnas, caur kuŗu iet, ar blīvslēga noblīvējumu virsējā daļā, atslēdzēja kāts. Pie kolonnas at-

rodas viens vai divi (reti vairāk) nozarojumi, pie kuriem pievieno šļūtenes. Noskrūvējot hidranta vāku, uzskrūvē stenderi vai piestiprina ar bajonetpieslēgumu, ja tāds paredzēts. Pēc tam uzskrūvē uz stendera nozarojumiem šļūtenes, attaisa ar atslēgas palīdzību hidranta aizlaidni, un hidrants sāk strādāt. Ūdens ņemšanu nobeidzot, aiztaisa hidranta aizlaidni, noņem šļūteni un tad pašu stenderi un uzskrūvē hidranta galvas



579. zīm. Ūdens saņēmēja konstrukcija.

noslēgumu. Kolonnā palikušais ūdens iztek automatiski, pretējā gadījumā jāizpumpē, lai hidrants neiesaltu.

Kā jau minēts, hidrantu konstrukciju ir daudz, bet pēc būtības tās maz atšķiras viena no otras, tikai atsevišķu daļu izveidojumā. Var uzstādīt dažas galvenās prasības. Aizlaidnim jābūt cik iespējams vienkāršākam, izturīgam un jānoslēdz blīvi ūdens, kad aiztaisīts. Aizlaidnim jāatrodas tik dziļi, lai tas neciestu no sala. Attaisīšanai un aiztaisīšanai jānotiek pietiekami lēni, lai neceltos hidrauliski triecieni. Visām svarīgākām hidranta daļām jābūt tādām, lai varētu viegli pietikt klāt apskatei un remontam. Vēlams hidrantus ievietot iekāpjamās akās, pie kam apakšzemes hidrantu stendera pieslēgumam jābūt virsgalā, un šļūteņu pieslēgumam tāpat pāri pār zemes virsu. Skrūves kāts, ar kuru attaisa aizlaidni, jāiebūvē tā, lai tam nebūtu jāiztur lieces, bet tikai vēr-

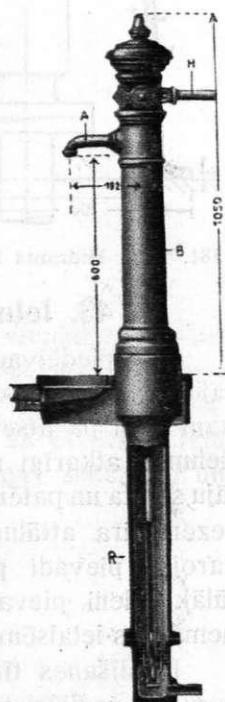
pes piepūles. Hidrauliskā ziņā hidrantam jābūt tā konstruētam, lai ūdens kustībai būtu cik iespējams mazāka pretestība.

Hidrantiem jāizdod pietiekami daudz ūdens, tātad pie 5 sl. ūdens devas jābūt iespējai pievienot šļūteni 70 mm, bet lielākās pilsētās, kad no katras šļūtenes sagaida 7—10 sl., pievienošanas zaram jābūt 80—100 mm. Tikai mazākās apdzīvotās vietās (ciemos) varētu iztikt ar 3 sl. un šļūteni 50 mm diametrā.

Hidrantu attālumam ielu tīklā jābūt 50 līdz 100 m un ne vairāk par 120 m.

e) Brīvi pieejamas akas.

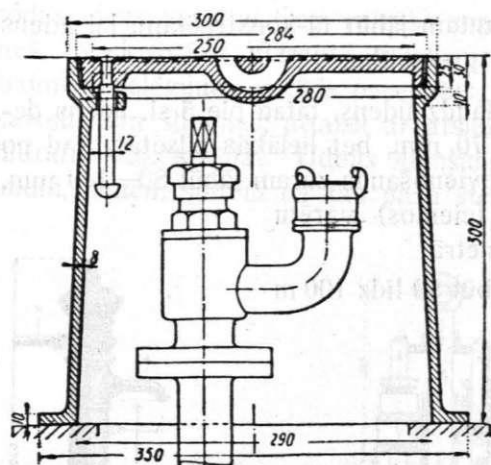
Kamēr vēl nav visās mājās ievadīts ūdens, iedzīvotāju vajadzībām jāierīko ērti pieejamās vietās, vislabāk uz pilsētas laukumiem, sevišķas ūdens saņemšanas akas (580. zīm.). Daudz vietās tādas ietaisa mazās mājiņās, lai aizlaidīgi ziemā neiesaltu un lai būtu, kur ievietoties pilsētas naudas saņēmējam, ja ūdeni nodod pret maksu. Dažreiz tādas mājiņas, ja tām ir ilgstošs raksturs, taista siltas, apkurināmas. Ja tām ir provizorisks raksturs, tad tās taista no koka, viegli izjaucamas un pārnesamas uz jaunu vietu. No šādām brīvi pieejamām akām ūdeni saņem arī ielas laistāmās mucas. Var saņemt ūdeni šim mērķim arī no hidrantiem. Tiešai ielu laistīšanai ar šļūteni hidranti būtu maz noderīgi, jo iztecētu ļoti daudz ūdens bez vajadzības. Ielu laistīšanai ar šļūteni ūdeni saņem no mājas vadiem, no sevišķa nozarojuma, kas iziet caur sienu pie trotuāra, un pie tā pieskrūvē šļūteni. Dažās vietās ietaisīti arī sevišķi neliela tipa apakšzemes hidranti (581. zīm.), no kuriem ņem ūdeni ielu, dārzu vai laukumu laistīšanai.



580. zīm. Brīvi pieejama ūdens saņemšanas aka.

Brīvi pieejamo ūdens saņemšanas aku konstrukciju ir ļoti daudz, un katra armatūru firma tās izgatavo ar savu modifikāciju. Konstrukcija tā ierīkota, ka paceļot vai nospiežot sevišķu rokturi, attaisās ūdens aizvars un, atlaižot rokturi pēc ūdens saņemšanas, aizvars automatiski aiztaisās ar atsperes palīdzību. Ja ielu vadā liels spiediens, tas jāreducē ar sevišķu ietaisi (reducēšanas ventilu), jo citādi aizlaidīga ātra attaisīšana vai aiztaisīšana varētu būt par cēloni lielam hidrauliskam triecienam.

Ir arī tādas akas, no kurām ūdeni var dabūt zināmā daudzumā pret



581. zīm. Hidrants ielu un dārzu laistīšanai.

43. Ielu vadu tīkls.

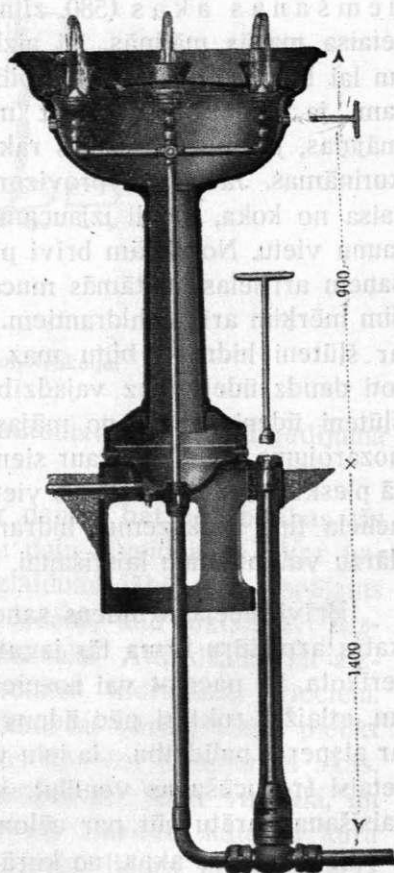
No spiedējvada ūdeni izvada patērētājiem ar vada tīklu pa pilsētas ielām, pie kam vadi pa atsevišķām ielām ir dažāda lieluma, atkarīgi no apkalpojamo patērētāju skaita un patēriņa lieluma, arī no spiedrezervuāra attāluma. No ielu tīkla nozarojas pievadi pie gruntsgabaliem, un tālāk ūdeni pievada tieši patērētāju saņemšanas ietaisēm ar māju vadiem.

Izdalīšanas tīklu var izveidot kā izzaru vai radiālsistēmu, vai arī kā cirkulācijas vai riņķveidīgu sistēmu.

Par izzaru vai radiālsistēmu (583. zīm.) nosauc tādu, pie kuŗas ūdens no spiedrezervuāra pienāk pie tīkla ar vienu vai vairāk kā vienu galveno vadu, atkarīgi no pilsētas lieluma, un tad sadalās pa ielu tīklu, pa atsevišķām rajonu maģistrālēm, kuŗas atkal no savas puses izzarojas pa atsevišķām ielām. Sistēma līdzinās koka izzarojumam, un tādēļ arī nosaukums. Vadu diametri, turpinot pa izzarojumiem, pastāvīgi samazinās. Sistēmas galvenā pazīme ir tā, ka patērētājam ūdens pietek no vienas puses un vados ūdens kustas tikai vienā virzienā.

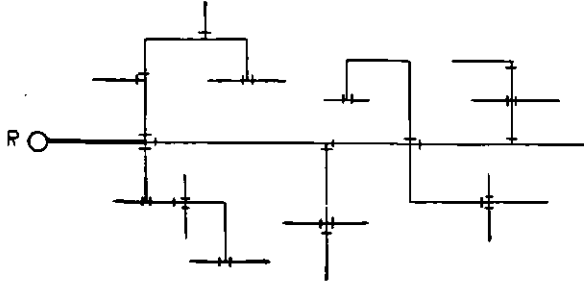
zināmu naudas gabala iemēšanu, tātad nav vajadzīgs cilvēks maksas saņemšanai.

Vietās, kur uzturas pa laikam daudz cilvēku, arī uz bulvāriem un dārzos, dažreiz uzstāda sevišķas strūklakas (582. zīm.), kur ūdeni tieši var saņemt mutē. Akas ietaise, no kuŗām ūdeni saņem ar trauku, kas ar ķēdīti piestiprināts pie akas, nav ieteicama no higiēniskā viedokļa, jo trauks dzeršanai, ko lieto viens cilvēks pēc otra, var būt par slimību izplatītāju.



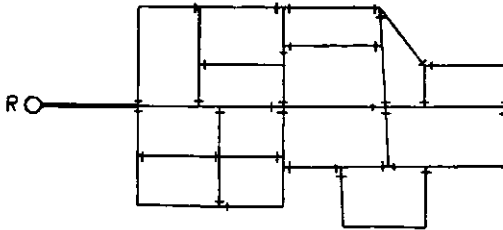
582. zīm. Strūklaka dzeršanai.

Pie riņķveidīgās (cirkulācijas) sistēmas (584. zīm.) vadi arī izzarojas līdzīgi tam, kā tas ir pie izzaru sistēmas, bet vadu galus savieno ar papildu vadu. Tādā veidā katram patērētājam ūdens var pietecēt no 2 pusēm, un kāda ielas vada bojāšanās gadījumā jāizslēdz tikai vada gabals starp 2 aizlaidņiem un visa cita pilsētas daļa dabū ūdeni netraucēti, kamēr pie izzaru sistēmas viņa pilsētas daļa leļpus



583. zīm. Izzaru vai radiālsistēma.

bojātās vietas paliek bez ūdens. Arī spiediens tīklā ir vienādāks, jo pie izzaru sistēmas, ņemot ūdeni kādā vietā lielākā daudzumā, piem., ugunsgrēka gadījumā, leļpus šīs vietas spiediens visā tīklā būs samazināts. Kā redzams, riņķveidīgai sistēmai ir tādi izcili labumi, ka projektēt ielu tīklu īstenībā nemaz citādi nevarētu kā pēc riņķveidīgas sistēmas, un



584. zīm. Cirkulācijas vai riņķveidīga sistēma.

tikai daži vadi, kas iziet tālu priekšpilsētu malās, aiz taupības iemesliem varētu būt likti vienā virzienā. Arī pilsētas paplašināšanās gadījumā grūtības ar papildu tīkla projektēšanu ir daudz mazākas kā pie izzaru sistēmas.

Izzaru sistēmai ir viens nenoliedzams labums, tas, ka vadus var aprēķināt tieši ūdens patēriņa lielumam, tātad sistēma var būt lētāka. To ievērojot, arī pie riņķveidīgās sistēmas aprēķina gaita ir līdzīga tai kā pie izzaru sistēmas, tikai savienojot vadus. Tas var zināmos gadījumos dot arī ietaupījumu, ja ievēro, ka ūdens tādā sistēmā pietek no divām pusēm, tātad sevišķi liela patēriņa vietās var ielu vadu zināmā mērā samazināt.

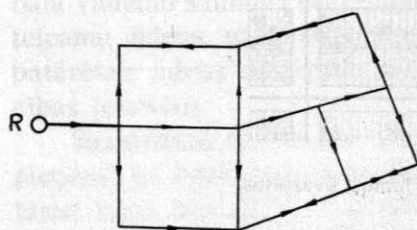


585. zīm. Magistrāles Liepājas ūdensvada projektā.

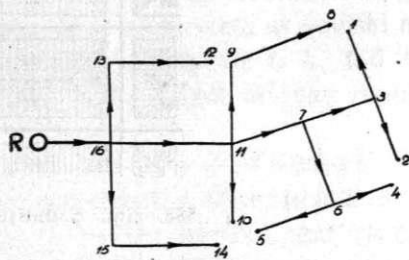
Pie ielu tīkla projektēšanas pilsētu vispirms sadala iecirkņos pēc patēriņa rakstura. Katrā iecirknī iezīmē maģistrāles (585. zīm.) pa galvenām, visbiežāk apdzīvotām ielām, un aprēķina tās kā iecirkņa vajadzībām, tā arī caurejošam ūdens daudzumam uz turpmākiem iecirkņiem. Atsevišķus ielu vadus tad ar maģistrālēm apzīmētā iecirknī ieprojektēt grūtības neradīsies. Katrā ziņā no projektētāja piedāvājumiem un vērtības atkarīgas vislētākās sistēmas ieprojektēšana. Vajadzības gadījumā nav jātraucas sastādīt projekta variantus un no tiem izvēlēties visizdevīgāko tīklu. Sevišķi vajadzīgs tas var izrādīties pie ļoti plaši izplētusās pilsētas, kad arī spiedrezervuāra novietne var būt izvēlama visizdevīgākā vietā.

Ielu tīklu aprēķināšana.

Vadu lielumam jābūt tādām, lai kaut kurā pilsētas vietā varētu saņemt vēlamo ūdens daudzumu ar vēlamo izteces sparū. Jautājums ir ļoti sarežģīts, jo ņemot kaut kurā vietā ūdeni, caurteces apstākļi vadā mainās. Praktiskam aprēķinam pieņem, ka noņemamais ūdens daudzums sadalās vienmērīgi pa visu zināmu vada garumu, un pieņem aprēķinam par pamatu ūdens tecēšanu vienā virzienā (587. zīm.), lai gan tīkls izbūvēts pēc riņķveidīgas sistēmas (586. zīm.). Pie tam



586. zīm. Tecēšanas virziens riņķveidīgā sistēmā.



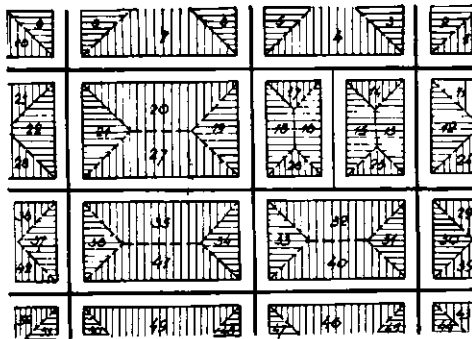
587. zīm. Tecēšanas virziens pieņemts pie aprēķināšanas.

jāparedz, lai katrā nodalītā aprēķina iecirknī ūdens uz vistālāko vietu varētu aiztecēt pa vistuvāko ceļu.

Ūdens daudzums atkarīgas no patēriņa, un šai ziņā dažādas pilsētas daļas jāaplūko atsevišķi. Mūsu jauno pilsētu vai pastāvošo paplašinājumu izbūves plānus projektējot, mēdz izšķirt sekojošus rajonus: saimniecisko, dzīvokļu, rūpniecības, dārzu, vasarnīcu, dārzkopības un lauksaimniecības rajonus. Katrā rajonā pilsētas būves noteikumos noteikts apbūves biežums un namu augstums, tātad iespējams arī izkalkulēt iedzīvotāju biežumu un ūdens patēriņu dažādām vajadzībām, kā tas jau agrāk minēts, (16. l. p.).

Rūpniecības rajonā ūdens patēriņš jāsaskaņo ar pastāvošo vai paredzamo rūpniecības attīstību, bet, ja tādu grūti izzināt, aprēķinam var pieņemt tādu daudzumu, kāds ir dzīvokļu rajonam. Tādi daudzumi pieņemami ielu vada aprēķinam, bet tā kā grūti pieņemt, ka viss rajons būtu ar tādu iedzīvotāju biežumu vienmērīgi apdzīvots, tad vēl katrā rajonā jāaprēķina kopīgais paredzamais iedzīvotāju skaits un rajona maģistrāles caurlaide jāsaskaņo ar to. Galvenais vads no rezervuāra nevar būt lielāks par to, kāds vajadzīgs iedzīvotāju skaitam visā pilsētā pēc n gadiem. Tātad sākot aprēķināšanu ar visattālāko pilsētas daļu, nevar kopīgu daudzumu noteikt ar vienkāršu daļu, pat rajonu izrēķināto daudzumu saskaitīšanu, bet jāievēro arī patiesi iespējamo iedzīvotāju daudzums katrā rajonā.

Pie ielas laukuma piegulošo lielumu dabū no plāna, ievelkot stūros līnijas, kas stūra leņķi sadala uz pusi. Kur līnijas griežas, ir piegulošo laukuma robeža (588. zīm.). Laukumu, ja nav rēgulārs, aprēķina ar plani-



588. zīm. Sadalījums apgādājamajos kvartālos.

metra palīdzību. Ja ir trapezveidīgs, tad var tieši aprēķināt, ņemot līnijas mērogā.

Aprēķinātos laukumus pareizina ar iedzīvotāju daudzumu uz laukuma vienības.

Apzīmēsim ar:

E — iedzīvotāju daudzumu uz 1 ha zināmā pilsētas daļā,

A — pie zināmas ielas piegulošo būvlaukumu no 1 vai 2 pusēm — ha,

q — vidēju ūdens patēriņu uz 1 iedz. dienā (vislielāko stundas patēriņu rēķinot ar 15% no vidējā dienas patēriņa) — sl.

Tad zināmā ielas gabalā vajadzīgais ūdens daudzums sl — ir:

$$Q = \frac{0,15 \cdot q \cdot A \cdot E}{60 \cdot 60}$$

No šī daudzuma mēdz pieņemt 0,55-to daļu, jo visā ielā uzreiz neņem ūdeni.

Otrs paņēmieni ir sekojošs. Neaprēķina piegulošos laukumus, bet tikai ņem ielas gabala garumu. Priekšnoteikums tādām paņēmienam ir pieņēmums, ka zināmā iecirknī ūdens patēriņš sadalās vienmērīgi uz vada garuma. Praktiski tāds paņēmieni pieļaujams arī tad, ja apbūve iecirknī ir vienmērīga un nevienāda ūdens ņemšana atsevišķās vietās izlīdzinās. Tātad jāatrod ūdens patēriņš uz 1 m ielas garuma. Apzīmēsim ar:

m — ūdens daudzumu — sl. uz 1 m vada garuma,

F — iecirkņa koplaukumu — ha,

E — iedzīvotāju daudzumu uz 1 ha,

q — vidēju dienas patēriņu 1 iedz. — sl. (stundas patēriņš 15%),

L — visu ielas vadu kopgarumu rajonā resp. iecirknī — m.

Tad:

$$m = \frac{0,15 \cdot q \cdot F \cdot E}{L \cdot 60 \cdot 60}$$

Zināmam ielas gabalam l piekrītošais ūdens daudzums tad ir:

$$Q = l \cdot m.$$

Tādā kārtā aprēķina, vai ar vienu, vai otru metodi, zināmā ielas gabalā vadāmo saimniecisko ūdens daudzumu. Ja ir kāda vieta ar sevišķi nozīmīgu ūdens patēriņu, piem., slimnīca, skola, pirts un t. l., tad tur patērētais ūdens daudzums jāņem atsevišķi vērā. Tāpat arī par rūpniecības ietaisēm.

Jāaprēķina arī ūdens vajadzība ugunsgrēka dzēšanai. Var pieņemt, ka kaut kurā vietā jābūt iespējai nodarbināt 2 šļūtenes à 5—6 sl., tātad kopā 10—12 sl. Lielākās pilsētās ar lieliem namiem pat pieņem līdz 20 sl. (Maskavā 2 šļūtenes à 10 sl.). Mazās pilsētīnās ar retu apbūvi varētu pat noiet līdz 3 sl. Jautājums vēl ir lielās pilsētās, cik daudz šļūtenes var atrasties vienā laikā darbā, vai cik ugunsgrēku var pilsētā būt vienā laikā. Pēc agrākiem apcerējumiem (506. l. p.) var pieņemt mazām un vidējām pilsētām 600—1.200 l/min. (2—4 šļūtenes à 5 sl.) uz 1 ugunsgrēka.

Kas attiecas uz ugunsgrēku skaitu, tad pilsētās ar mūra mājām un ar mazu skaitu un maza lieluma degoša materiāla noliktavām, var pieņemt 1 ugunsgrēku, bet, ja vietu ar degošiem materiāliem ir daudz, jāpieņem 2 un vairāk ugunsgrēku. Lietderīgāk tomēr ir vietās ar daudz degošiem materiāliem iekārtot savas pašas ugunsgrēka dzēšanas ietaises.

Vēl jāpiemin, ka ugunsgrēka gadījums jāparedz stundā ar vislielāko saimniecisko ūdens patēriņu. Sevišķa nozīme tam ir, ja mazāki vadi,

lai, izlaižot daudz ūdens no hidranta, lielā mērā nesamazinātos spiediens māju vados.

Hidrantus ievieto ielu krustojumos un gašos vadu gabalos, kā jau minēts, vēl ik pa 50—100 m. Pie tādas novietnes iespējams ar gaŗākām šļūtenēm, piem., 150 m, ņemt ūdeni vismaz no 4 hidrantiem vienā laikā, kas arī jāparedz vadus aprēķinot.

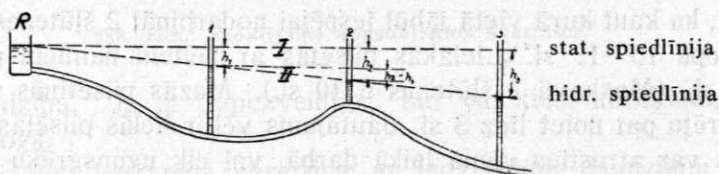
Vadu lielums. Pēc ūdens daudzuma aprēķināšanas var aprēķināt vada diametru ar formulu:

$$d = \sqrt[4]{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{v}}$$

Ātruma lielumu pieņem 0,6—1,0 vidēji 0,8 m iepriekšējiem aprēķiniem, lai varētu tad spiediena zaudējuma lielumu aprēķināt un diametrus tīklā galīgi noteikt, ja izrādītos par vajadzīgu spiedienlīniju grozīt. Aprēķinus izdara vislabāk tabulveidīgi (27. tab.). Aprēķināšanai var lietot rokas grāmatās atrodošās tabulas (piem. 565.—571. l. p.).

Vismazākais vada diametrs d varētu būt tāds, kas ūdeni pievada 1 hidrantam ar $Q = 5$ līdz 6 sl., un tas būtu $d = 100$ mm. Īsās šķērsielās, kurās nav hidrantu un tie ir tikai ielu krustojumos, varētu likt vadus pat ar $d = 50$ mm, ja tikai nav pie vada pieslēdzama kāda ietaise, kas patērē vairāk ūdens, nekā spētu pievadīt ar $d = 50$ mm (piem., kāda pirts vai veļas mazgātava, vai fabrika un t.t.).

Aprēķinātā d lielums jāpieskaņo tuvākam cauruļu tirgū pieņemtam diametram. Parastie diametri ir, cik tas mūsu pilsētām varētu būt nozīmīgi: 50, 60, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 350, 400, 450, 500 mm. Pasaules tirgū līdz šim daudzkreiz vēl mēdz cauruļu diametrus apzīmēt angļu collās (2, 2 $\frac{1}{4}$, 2 $\frac{1}{2}$, 3, 4, 5, 6 collas un t. t.). Ja,



589. zīm. Spiedlīnija un pjezometriskas caurules.

piem., pēc aprēķina iznāktu $d = 130$ mm, tad varētu ņemt 125 mm, (5 collas) bet labāk ir, kad noapaļojumu izdara uz augšu, tātad pieņem 150 mm (6 collas).

Ar norādītā ceļā iegūtajiem vadu diametriem tālāk jāaprēķina spiediena apstākļi dažādās tīkla daļās un, saskaņojot visā tīklā spiedienu, tad var galīgi noteikt vadu lielumus. Kā jau zināms (557. l. p.), ar spiedlīniju saprot to augstumu, līdz kādam ūdens paceltos vertikālās vai pjezometriskās caurulēs, kad ūdens atrodas kustībā (589. zīm.).

27. tabula.

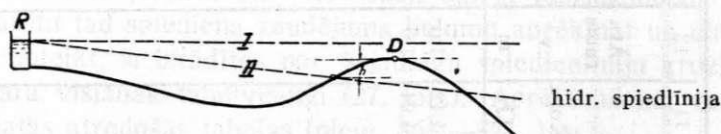
Paraugš ūdens daudzuma un vada diametru aprēķināšanai.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tekošs Nr.	Ielas nodalījums		Ielas nosaukums	Piegulošs apbūves laukums A (ha)	Iedzīvotāju skaits A. E.	Ūdens patēriņš sl.					Ātrums v m	d mm	h	Piezīmes un paskaidrojumi
	no punkta	līdz punktam				māju vajadzības Q ₁ = 0,00417 · A · E	citām vajadzībām			Kopā Q				
							rūpniecībai Q ₂	uzsargāšanai Q ₃	caurtekotājiem Q ₄					
1	1	1	Andreja . .	0,4	100	0,42	1,00	10,00	—	11,42	1,0	125		$E = 250/\text{ha}$ $q = 100 \text{ l}$ $Q = \frac{0,15 \times 100}{60 \cdot 60} \cdot A \cdot E$ $= 0,00417 \cdot A \cdot E$
2	2	2	Pēterā . .	0,5	125	0,52	—	—	11,42	11,94	1,0	125		

Ielu tīkla aprēķini

679

Ja ūdens pa vadu tek nemainīgā daudzumā un iztek vada galā, un vads ir visā ceļā viena un tā paša diametra, tad spiedlīnija būs taisna. Turpretim, ja mainās diametri, kā tas ielu gājienā patiesībā ir, un arī ūdens daudzums samazinās, tad spiedlīnija būs lauza līnija. Spiedlīnija katram vadam projektā jāaprēķina un jāiezīmē gar griezumā. Vads nedrīkst pacelties pāri spiedlīnijai, bet tam jāpaliek projektā dažus metrus zem spiedlīnijas, lai būtu rezerve gadījumam, kad caurules pieaug ar inkrustācijām, līdz ar ko pieaug kustības pretestības un spiediena zaudējumi kļūst lielāki. Teorētiski ņemot iespējama vada pacelšanās vietām pāri pār spiedlīniju, ja tā nav lielāka par atmosfairisko spiedienu (590. zīm.), un



590. zīm. Sifons pāri spiedlīnijai.

ja augstākā vietā (D) ietaisa gaisa izsūcēju. Tomēr tādus sifonus varētu taisīt tikai maziem vadiem; lielākiem tāda sistēma nav ieteicama un varētu traucēt kārtīgu vada darbību.

Kustības pretestību aprēķināšanai cauruļu vadiem, kā no agrākā jau zināms, lieto formulu:

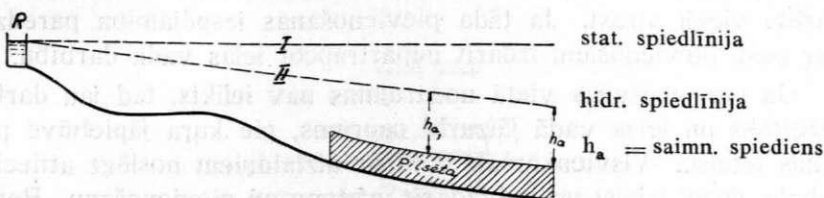
$$h = \left(\frac{6,5}{c^2} \right) \cdot \frac{Q^2}{d^5} \cdot l = k \cdot \frac{Q^2}{d^5} \cdot l.$$

Ar šo formulu aprēķinātie spiediena zaudējumi jāiezīmē projekta ielu gar griezumā. Nav arvien vajadzīgs aprēķināt h visiem ielu vadiem, bet daudzkārt pietiek izvest tādu aprēķinu tikai visnezdevīgākai līnijai, galvenai maģistrālei, sākot no visgrūtākās vada vietas: visaugstākās un vistālākās. Tomēr pie lielāka vadu tīkla ar to vien nepietīktu, jo jāpļēskano pie šīs galvenās līnijas arī rajonu maģistrāles un arī citi galvenie vadi. Pievienojuma vietās spiediena augstumiem jāskatās, un ja tas nav, tad jāmaina diametri, tos pamazinot vai palielinot, kā tas izrādās par vajadzīgu, atkarīgi no tā, vai spiediena zaudējums par mazu vai par lielu pievienojamā vadā.

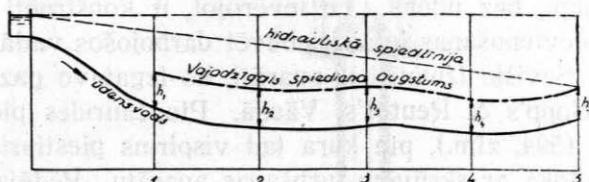
Aprēķinu izdara, ņemot vērā vajadzīgo saimniecisko spiedienu, kura apstākļi jau agrākā vietā noskaidroti (517. l. p.). Arī tas jāatzīmē gar griezumā (591. zīm.). Spiedlīnija sākas ar ūdens līmeni krājrezervuārā un nobeidzas ar visattālākās un visaugstākās vietas vajadzīgo saimniecisko spiediena augstumu (592. zīm.). Ja iezīmētā spiedlīnija kādā vietā izrādās zemākā stāvoklī par vajadzīgo saimniecisko spiedienu, tad tā tai

vietā ir jāizlabo (593. zīm.), paceļot spiedlīniju vienā pusē ar ātruma v palielināšanu un d pazemināšanu, un otrā pusē otrādi: ar d palielināšanu, līdz ar ko v un h samazināsies.

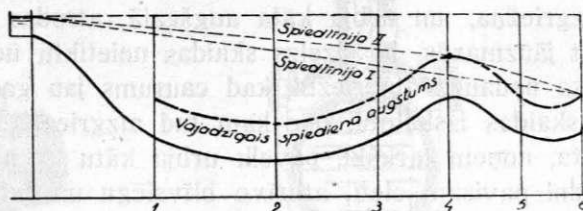
Saimnieciski visizdevīgākā ielu tīkla noteikšanai ieteicams sastādīt projektu variantus ar tīkla aprēķināšanu. Pa lielākai daļai pietiek apskatīt variantus ar iezīmētām maģistrālēm, jo atsevišķu ielu vadi ar vismazākajiem ielu vadiem nav padoti lielām pārmaiņām.



591. zīm. Spiedlīnijas augstums pār pilsētu.



592. zīm. Spiedlīnija pilsētā.



593. zīm. Vajadzīgais spiedlīnijas izlabojums.

Visizdevīgākais ielu tīkls būs tas, kas prasīs vismazākos izdevumus, kā vienreizējos, tā tekošos. Ja ir mazi spiediena zaudējumi, spiedrezervuārs būs zemāk novietojams, un arī pumpēšanas augstums būs mazāks, turpretim vadu diametri var būt lielāki, un otrādi: mazi diametri prasa lielākus spiediena zaudējumus, augstāku torni un augstāku pumpēšanu. Lielāki spiedieni vadā piepūlē arī vairāk cauruļu materiālu.

Mazās pilsētās, kur darba spiediens nav lielāks par 30 m (3 atm.), tīklu jāizveido tā, lai spiediena zaudējumi nepārsniegtu 3—5 m.

Ielu vada tīkla atsevišķie objekti ir hidranti, aizlaidņi un brīvi pieejamās akas, par kuŗu iekārtu un konstrukciju jau agrāk minēts (662.—671. l. p.).

44. Māju pievienojumi.

Mājas vadu pieslēgšanai pie ielas vada paredz jau pēdējo liekot, sevišķu nozarojumu katram gruntsgabalam. Pievienojumi parasti pagriezti vertikāli uz augšu (var arī guļus likt) un noslēgti ar aizlaidni. Ja māju pievienošana nenotiek vienā laikā ar vada likšanu, tad nozarojuma vietā iela jāatrok, ja nozarojums nav iebūvēts iekāpjāmā akā. Tādā gadījumā vietai jābūt apzīmētai uz mājas sienas, vai citādi kā, lai to varētu viegli atrast. Ja tāda pievienošanas iespējamība paredzēta, tad var pašu pievienošanu izdarīt nepārtraucot ielas vada darbību.

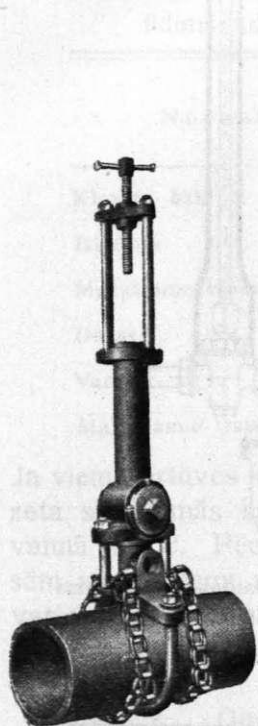
Ja pievienošanas vietā nozarojums nav ielikts, tad jau darbs ir sarežģītāks un ielas vadā jāizurbj caurums, pie kuŗa jāpiebūvē pievienošanas ietaise. Visvienkāršāk būtu ar aizlaidņiem noslēgt attiecīgo ielas gabalu, ūdeni izlaist un tad izdarīt urbšanu un pievienošanu. Bet ar tādu metodi rada daudz neērtību, jo piegulošo māju iedzīvotāji paliek uz laiku, gan ne ilgu, bez ūdens. To ievērojot, ir konstruēti riki, ar kuŗu palīdzību var pievienošanas ietaisi iebūvēt darbojošos vadā bez darbības pārtraukšanas. Sevišķi izplatīti ir aparāti, ko izgatavo pazīstamā armatūras fabrika Bopp's & Reuter's, Vācijā. Pie caurules pieskrūvē seglveidīgu gabalu (594. zīm.), pie kuŗa tad vispirms piestiprina ar ķēdēm, vai pie seglu atloka ar skrūvēm, urbšanas aparātu. Pēdējais (595. zīm.) sastāv no sevišķas kolonnas, caur kuŗu iet urbjtanga, kas kolonnas virsū iet caur blīvslēgu. Apakšējā daļā ir aizgrieznis. Aparātā ievieto urbi pie attaisīta aizgriežņa, un urbja kāta augšgalā atrodas urbjtarkšķis. Urbšanu izdarot jāuzmanās, lai dzelzs skaidas neietiktu ūdensvadā. Ar to nolūku attaisa nedaudz aizgriežni, kad caurums jau gandrīz izurbts, lai spiedūdens skaidas izskalotu, pēc kam tad aizgriežni aiztaisa. Kad urbšana nobeigta, noņem tarkšķi, pavelk urbja kātu uz augšu, aiztaisa aparātā aizgriežni pavisam cieti, atbrīvo blīvslēgu un izvelk urbi ārā. Pēc tam tad ievada iekšā galīgo aizlaidni (596. zīm.), kas novietojas ar ieskrūvēšanu apakšējā aizlaidņa sēdeklī ar attiecīgu blīvslēgu. Aizlaidņa kāts virsgalā izveidots četrstūrainis, slēdzēja uzmaukšanai. Visu ievieto kastē ar vāku (597. zīm.), un vietu uz ielas, kā jau minēts, apzīmē uz mājas sienas, lai to varētu atrast zem sniega vai dubļiem.

Dažreiz pievienojumam attaisāmo aizlaidni nenovieto vertikāli pāri pār urbto caurumu, bet to novieto uz nozarojuma, pie kuŗa domāts pieslēgt māju pievienojumu (598. zīm.). Tāds novietojums garantē lielāku blīvumu.

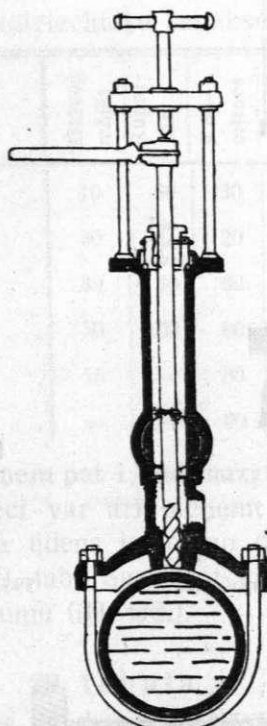
Māju pievienošanas vads sākas ar aizlaidni pie mājas nozarojuma no ielas vada un nobeidzas mājas iekšpusē ar ūdensmērītāju, no kuŗa sākas mājas vadi (599. zīm.). Aizlaidnis pie ielas vada vajadzīgs, lai varētu māju atvienot no ielas vada, un to parasti ievieto tūlī pie ielas

vada, bet, ja būtu kāds kavēklis, to var novietot arī trotuāra malā. Mājas atvienošana vajadzīga retos gadījumos, un tādēļ arī sevišķas ērtības viņa apkalpošanai nav vajadzīgas. Iekāpjamas akas pievienojuma vietās lieto retos gadījumos, lai gan dod iespēju pārlicināties par nozarojuma blīvumu, bet tās sadārdzina sistēmu.

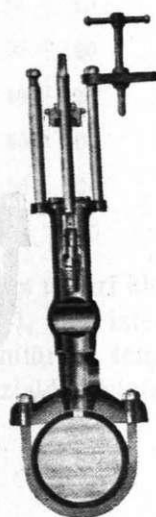
Tūlīņ pēc ievada mājā, cauri mājas ārsienai, parasti mājas pagraba telpā ietaisa vēl otru mājas noslēguma aizlaidni, kam seko ūdens mēri-



594. zīm. Urbšanas ietaises piestiprinājums.



595. zīm. Ieurbšanās caurulē.



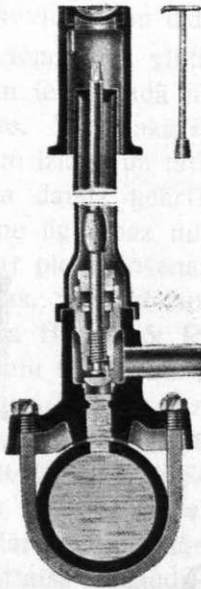
596. zīm. Aizlaidņa ielikšana izurbtā vietā.

tājs un tad vēl aizlaidnis, kas atrodas mājas pārvaldes ziņā, un ar kuru var mājas pārvalde noslēgt ūdeni, ja mājā būtu vajadzīgs ūdeni izlaist bojājuma vai cita iemesla dēļ.

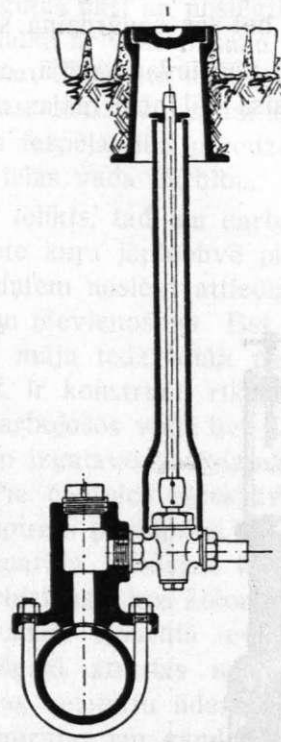
Ja mājā nav pagraba, ūdens mērītāju ievieto šachtā zem grīdas, labāki tomēr ir ūdens mērītāju novietot kādā siltā telpā, ja tāda ir mājas pagrabā; ja pagraba nav, tad novieto kādā no mājas virtuvēm, vai siltās trepju telpās.

Ja pašā mājā nav noderīgas vietas ūdensmērītāju un aizlaidņu no-

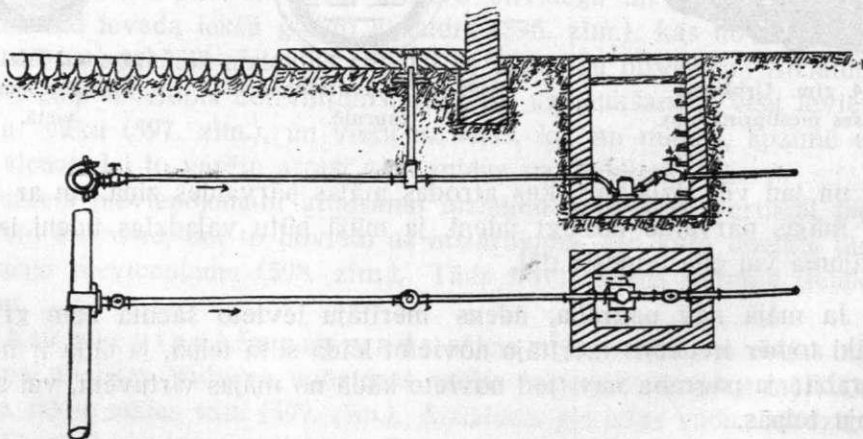
vietošanai, tad tie jāiekārto sevišķi izbūvētā šachtā mājas priekšā (zem priekšdārziņa vai trotuāra), bet tas palielina izdevumus, un tādēļ darāms tikai izņēmuma gadījumos.



597. zīm. Gatava pievienošanas vieta.



598. zīm. Aizlaidņa novietojums sāniski.



599. zīm. Māju pievienošanas schēma.

Pievienojuma vada lielums jānosaka, ievērojot spiedienu ielu tīklā dotā vietā, kā arī augstākās mājās ūdens izteces atzīmi, pievienojuma garumu, izlaidņu daudzumu resp. vienā laikā ņemamā ūdens daudzumu, pie kam jāņem vērā, ka ūdeni neņems no visiem izlaidņiem vienā un tai pašā laikā, bet var pieņemt apmēram pusi, vai kā tas noteikts sevišķos nosacījumos (28. tab.). Izlaidņu skaitu var noteikt sekojoši.

28. tabula.

Vienlaikā strādājošās sanitārās ietaises procentos pēc IV Krievijas ūdensvadu un sanitārtechniķu sanāksmes rakstiem.

Nosaukumi	Dzīvojamās mājās	Rūpnīcās	Kopmītnēs	Skolās	Klubos	Slimnīcās	Fabrikas virtuvēs
Klozetu bāki	10	30	30	20	30	10	20
Izlietnes	30	Pēc vajadzības	20	50	10	30	20
Mazgājamo bļodu aizgriezņi	30	60	60	30	30	10	20
Dušas	30	100	80	100	100	50	100
Vannas	15	—	30	—	—	80	30
Mazgājamie trauki	—	—	20	20	20	80	30

Ja vienu virtuves izlietni pieņem pat 1, tad mazgājamās bļodas un arī klozeta skalojamās kastes ieteci var arī pieņemt katru par 1, bet izteci vannā par 2. Pēc Azerjera ūdens izteci no dažādām sanitārām ietaisēm var pieņemt arī pēc 29. tab. Saskaitot visas mājas izlaides vietas var noteikt vajadzīgo d lielumu (30. tad.).

29. tabula.

Ūdens izteces daudzumi sanitārās ietaisēs.

Ūdens izlaides vietas	Izteces daudzums	Ekvivalents K.
Ūdens izlaides vietas aizgriezņi (piem. izlietne).	0,2	1,0
Mazgājamais trauks	0,2	1,0
Vanna	0,3	1,5
Duša	0,14	0,7
Klozeta bāks	0,1	0,5
Mazgājamā bļoda	0,07	0,33
Pisuārs	0,035	0,17
Ūdens saņemšana pagalmā	0,4	2,0
Strūkla dzeršanai	0,035	0,17

K — pieņemts ērtai salīdzināšanai, nosakot ar 1 — aizgriezni uz ūdens izlaides ar $d = 0,13$ un daudzumu 0,2 sl.

29. tabulā (685. lpp.) uzrādītās vadu normas var lietot tikai ēkām, ne sevišķi plašām, un ievērojot šādus spiediena noteikumus (Pēc Azerjeras):

$$H_p > nh_1 + h_2 + h_3,$$

kur apzīmē:

n — stāvu skaitu;

h_1 — spiediena zaudējumu katrā stāvā (orientācijai 0,8—1,0 m, pie īsiem nozarojumiem no stāvvada — 0,5 m);

h_2 — spiediena zaudējumu ūdens mērītājā (orient. 2—2,5 m);

h_3 — vajadzīgo spiedienu pie iztekas no aizgriežņa (2 m, klozeta bākām 1 m);

H_p — rīcībā esošais spiediens, ko nosaka ar līdzinājumu

$$H_p = H_0 - H,$$

kur H_0 — brīvs spiediens ielas vadā

H — visaugstākā ūdens izteces vieta pāri par zemes virsu (izdalīšanas maģistrāles novietnē).

30. tabula.

Māju pievienošanas vadu d.

Ūdens izlaišanas vietu skaits	Vadu diam. d — mm pēc dažādiem gaļumiem un spiediena lielumiem		
	Gaļums 40 m spied. 3—4 at.	Gaļums 20 m spied. 6—10 at.	Pēc Azerjeras
3	—	—	13
10	25	20	19
20	30	25	25
40	40	30	32
60	50	40	38
80	60	50	50

Pie parastā spiediena ielu tīklā (3—5 atm.) no praktiskiem piedzīvojumiem pievienojums d vajadzīgs mazai mājai ne mazāks par $d = 25$ mm, lielākai turpretim līdz $d = 50$ mm, un vairākstāvu un vairāk korpusu mājai lielā mērā var būt vajadzīgs 80 mm un vēl vairāk, kā to rādīs katrreizējs aprēķins. Ja spiediens ir mazs, kā, piem., atsevišķi stāvošā vasarnīcā ar nelielu pumpēšanas augstumu (ja ir patstāvīga ūdens apgāde), tad labāk ar d lielumu neskopoties un pieņemt $d = 40$ mm.

Pie gaļiem pievadiem un gaļiem mājas vadiem un lielās mājās jāaprēķina spiediena zaudējumi, kā tas jau agrāk norādīts (520. l. p.). Rēķina atvieglošanai var lietot tabulas (31. tab.).

31. tabula.

Spiediena zaudējums māju vados uz katrēm 100 m garuma.

(Q — caurteces lielums m³/st., h — spiediena zaudējums m)

Ātrums v m/sek.	Q — m ³ /st. h — m	Vadu diametri d — mm							
		20	25	30	40	50	60	70	80
0,10	Q	0,11	0,18	0,25	0,45	0,71	1,0	1,4	1,8
	h	0,15	0,12	0,091	0,062	0,047	0,036	0,030	0,026
0,15	Q	0,17	0,27	0,38	0,68	1,1	1,5	2,1	2,7
	h	0,30	0,23	0,18	0,12	0,094	0,075	0,062	0,052
0,20	Q	0,23	0,35	0,51	0,91	1,4	2,0	2,8	3,6
	h	0,49	0,37	0,30	0,20	0,16	0,12	0,30	0,087
0,25	Q	0,28	0,44	0,64	1,1	1,8	2,5	3,5	4,5
	h	0,72	0,53	0,44	0,30	0,23	0,18	0,15	0,13
0,30	Q	0,34	0,53	0,76	1,4	2,1	3,1	4,2	5,4
	h	0,99	0,75	0,60	0,42	0,32	0,26	0,21	0,18
0,40	Q	0,45	0,71	1,0	1,8	2,8	4,1	5,5	7,2
	h	1,6	1,02	0,99	0,69	0,53	0,43	0,36	0,31
0,50	Q	0,57	0,88	1,3	2,3	3,4	5,1	6,9	9,1
	h	2,4	1,9	1,5	1,0	0,80	0,65	0,54	0,46
0,60	Q	0,68	1,1	1,5	2,7	4,2	6,1	8,3	10,9
	h	3,3	2,6	2,1	1,5	1,12	0,99	0,75	0,65
0,70	Q	0,79	1,2	1,8	3,2	5,0	7,1	9,7	12,7
	h	4,4	3,4	2,7	1,9	1,5	1,2	1,0	0,86
0,80	Q	0,94	1,4	2,0	3,6	5,7	8,1	11,1	14,5
	h	5,6	4,3	3,4	2,5	1,9	1,5	1,3	1,1
0,85	Q	0,96	1,5	2,2	3,9	6,0	8,7	11,8	15,4
	h	6,3	4,8	3,9	2,7	2,1	1,7	1,5	1,2
0,90	Q	1,0	1,6	2,3	4,1	6,4	9,2	12,5	16,3
	h	6,9	5,3	4,3	3,0	2,4	1,9	1,6	1,4
0,95	Q	1,1	1,7	2,4	4,3	6,7	9,7	13,2	17,2
	h	7,7	5,9	4,8	3,4	2,6	2,1	1,8	1,5
1,00	Q	1,1	1,8	2,6	4,5	7,1	10,2	13,9	18,1
	h	8,3	6,4	5,1	3,7	2,9	2,3	2,0	1,7
1,05	Q	1,2	1,9	2,7	4,8	7,4	10,7	14,6	19,0
	h	9,2	7,1	5,7	4,1	3,1	2,5	2,2	1,8
1,15	Q	1,2	1,9	2,8	5,4	7,8	11,2	15,2	19,9
	h	9,9	7,6	6,2	4,4	3,4	2,8	2,3	2,0
1,25	Q	1,3	2,0	2,9	5,2	8,1	11,7	15,9	20,8
	h	10,8	8,3	6,7	4,8	3,8	3,0	2,6	2,2
1,20	Q	1,4	2,1	3,1	5,4	8,5	12,2	16,6	21,7
	h	11,7	9,0	7,2	5,2	4,0	3,3	2,8	2,4
1,25	Q	1,4	2,2	3,2	5,7	8,8	12,8	17,3	22,6
	h	12,5	9,7	7,8	5,6	4,3	3,5	3,0	2,6
1,50	Q	1,7	2,7	3,8	6,8	10,6	15,3	20,8	27,1
	h	17,4	13,5	10,1	7,8	6,1	5,0	4,2	3,6
1,75	Q	2,0	3,1	4,5	7,9	12,4	17,8	24,3	31,7
	h	23,1	18,0	14,6	10,5	8,1	6,6	5,7	4,8
2,00	Q	2,3	3,5	5,0	9,1	14,1	20,4	27,7	36,2
	h	29,6	23,0	18,6	13,4	10,5	8,6	7,2	6,2
2,50	Q	2,8	4,4	6,4	11,3	17,7	25,5	34,6	45,2
	h	45,0	34,7	28,3	20,5	16,0	13,1	11,1	9,6

Krievijā ieteic uz izmēģinājumu pamata uzstādīto empīrisko formulu ūdens patēriņa aprēķināšanai dzīvojamās ēkās (OST normas 8393 VIII 2):

$$q = 0,35 \sqrt[3]{K} - \frac{0,15}{K^2}$$

kur apzīmē:

q — patēriņa lielumu — sl;

K — ūdens izlaišanas vietu ekvivalentu kopskaits (K — noteicams pēc tab. 28);

S. A. Kursins ieteic ūdens patēriņa aprēķināšanai dzīvojamās mājās formulu:

$$K_0 = \frac{30}{\sqrt{Q}}$$

kur Q — ūdens patēriņš — m^3 — diennaktī, noteicams pēc lietotāju skaita un patēriņa normas.

K_0 — nevienmērības koef. (ieslēdzot arī nevienmērību atsevišķās stundās.

Tādā ceļā aprēķinam pieņemamais patēriņš ir:

$$q = \frac{Q \cdot 1000}{86400} \cdot 1 \cdot K_0 \text{ — sl.}$$

un pieņemot K_0 — kādu vidēju lielumu, var dabūt

$$q = 0,347 \sqrt{Q}.$$

Abas uzrādītās formulas tomēr nedod pareizus rezultātus. OST-formulā nav ņemts vērā lietotāju skaits, ir tikai sanitāro trauku skaits, kamēr Kursina formulā gan ir patēriņa daudzums, tāvad lietotāju skaits, bet nav sanitāro ietaišu skaita. Vajadzētu atrast formulu, kur ievietoti abi apstākļi. Dzīvojamām ēkām tomēr OST formula noder

Vēl jāpiebilst, ka slimnīcās un sabiedriskās iestādēs vienlaikus lietoto sanitāro ierīču skaitu var noteikt ar formulu (pēc Azerjera) $n = \sqrt{N}$ — kur N — vienāda veida trauku daudzums.

Māju pievienojuma vadu materiāli ir čuguna, dzelzs, tērauda vai svina caurules. Čuguna caurules ūdensvadiem, kā jau agrāk minēts, ir ļoti noderīgs materiāls, un sākot ar $d = 50$ mm (un pat 40 mm) to lietošana ieteicama. Čuguns ir trausls materiāls, un tādēļ jāpiegriež vērība tām vietām, kur varētu celties lieces piepūles, piem., caurējot caur mājas sienu.

Dzelzs un tērauda caurules sevišķi mazākiem pievienojumiem ($\frac{3}{4}$ līdz 2") ieteicams materiāls, jo dzelzs spiedes pretestība ir liela un tās lētākas, kā, piem., svina caurules. Arī savienojumi un noblīvējumi ērti un viegli izdarāmi. Lai izsargātu pret bojājumiem no agresīvām vielām, kas varētu atrasties ūdenī un zemē, caurules labi jāasfaltē no iekš- un ārpusēs un no ārpusēs jāaptin ar džūtas aizsarglentu. Lauņums dzelzs un tērauda caurulēm ir arī vēl tas, ka pa tām tiek ļoti viegli vadīti dažādi trokšņi, kas jānovērš ar attiecīgiem aizsarglīdzekļiem.

Pēc krievu normām (OST normas 6688, 5098 un 2370) gludas tērauda cinkotas caurules, atkarīgi no nozīmes un labuma, māju instalācijām izgatavo 2 tipu: a) normālās, kas izmēģinātas spiedienam 16 at, un b) pastiprinātas, kas izmēģinātas spiedienam 25 atm. Atsevišķas caurules savieno vītņēs. Izmēri kā vienam, tā otram normālam tipam redzami 32. tab. Caurules gaņums 4 līdz 7 m. Norāda, ka cinkotās tērauda caurules nevar likt zemē, tā kā tās īpaši agresīvā gruntī ātri sarūsē. Zemē liekamas tērauda caurules jāasfaltē, bet labāki likt čuguna asfaltētas normālas uznavu caurules.

32. tabula.

Tērauda cinkotu cauruļu izmēri pēc krievu normām.

Nomināls diam mm	Nomināls diam. collās	Ārējs diam. mm	Normālās			Pastiprinātās			Vītne		
			Iekšējs diam. mm	Sienas biezums mm	Teorētisks svars kg/m	Iekšējs diam. mm	Sienas biezums mm	Teorētisks svars kg/m	Grieziena collā	Gaņums mm	Diametrs mm
13	1/2	21,25	15,75	2,75	1,25	14,75	3,25	1,44	14	6—9	20,656
19	3/4	26,75	21,25	2,75	1,63	19,75	3,50	2,01	14	10—13	26,442
25	1	33,50	27,00	3,25	2,42	25,50	4,00	2,91	11	10—14	33,250
32	1 1/4	42,25	35,75	3,25	3,13	34,25	4,00	3,97	11	13—17	41,912
38	1 1/2	48,00	41,00	3,50	3,84	39,50	4,25	4,58	11	13—17	47,805
50	2	60,00	53,00	3,50	4,88	51,00	4,50	6,16	11	16—20	59,616
63	2 1/2	75,50	68,00	3,75	6,64	66,50	4,50	7,88	11	18—23	75,187
76	3	85,50	77,50	4,00	8,34	76,00	4,75	9,81	11	21—26	84,887
100	4	114,00	106,00	4,00	10,85	104,00	5,00	13,44	11	25—32	113,034

Svina caurules daudz vietās lietotas, tomēr jāņem vērā, ka svins ir ļoti jutīgs pret ārējiem bojājumiem, bet galvenais tomēr ir tas, ka svinu šķīdina daži ūdeņi, sevišķi mīksti ūdeņi, kušos var būt, piem., daudz agresīvās ogļskābes. Ieteic tādiem gadījumiem svina caurules izoderēt ar 0,5 mm biezu alvas oderi, vai lietot sēra svinu iekšpusē. Svins ir indīgs un tā šķīdums ūdenī ir ļauns, un tādēļ, neskatoties uz ērtību vada likšanā, tomēr nevar ieteikt nekādā gadījumā lietot svina caurules māju pievadiem.

Māju vadi (instalācija), ko liek mājas iekšpusē, jāpieskaņo tām pašām prasībām, kas jau izteiktas. Parasti māju vadus liek no cinkotām dzelzs vai tērauda caurulēm. Lielums atkarīgas no apgādājamo izlaides vietu skaita resp. ūdens daudzuma, kā jau norādīts.

Ūdeni mājā sadala pa vienu vai vairāk maģistrālēm, kas liktas siltā pagrabā vai 1. stāvā, un no tām paceļas attiecīga diametra stāvcaurules, kas pievada ūdeni visām vietām, kur to saņem.

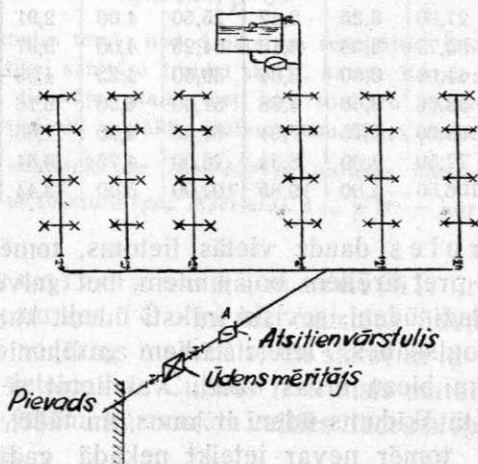
Lielākā mājā, ar daudz un lieliem dzīvokļiem, vēlams māju vadus tā iekārtot, lai varētu katrā dzīvoklī uzstādīt ūdensmērītāju, ja tas izrādītos

par vēlamu, un tāpat katrā ziņā būtu iespēja dzīvokļa ūdens vadu atvienot no mājas vada. Ūdens jāpievada pie visām mājā uzstādītām higiēniskām ietaisēm¹⁾. Dažās zemēs izstrādāti noteikumi mājas vadu likšanai (piem., DJ N 1988.).

Māju vadus, tāpat kā ievadu mājā, vedot cauri mūrim, pēdējā jāatstāj ap vadu brīva sprauga (1—2 cm), lai vads no zemes vai mājas sēšanās nevarētu tikt pārlauzts.

Māju vadi jāliek tā, lai būtu nodrošināti pret salu, tātad tos nevar likt pie aukstām ārsienām, vai aukstos koridoros. Tāpat tiem jābūt nodrošinātiem pret bojājumiem.

Visām ūdens izlaidēm patēriņa vajadzībām jābūt ar lēni slēdzošiem aizlaidņiem, lai vados neceltos ūdens triecieni. Visai ūdens armatūrai jābūt viegli pieejamai pārbaudei un izlabojumiem. Aizlaidņiem jābūt no laba materiāla (misiņa vai bronzas) un tādas konstrukcijas, lai tie būtu blīvi noslēdzami un neceltos lieki ūdens zaudējumi. Pievadiem, pie atsevišķām izlaidēm, jābūt lielākiem kā pašai izlaidei. No vienas izlaides var iztecēt: virtuves izlietnei 6—10 l/min., vannai 60 l/min.



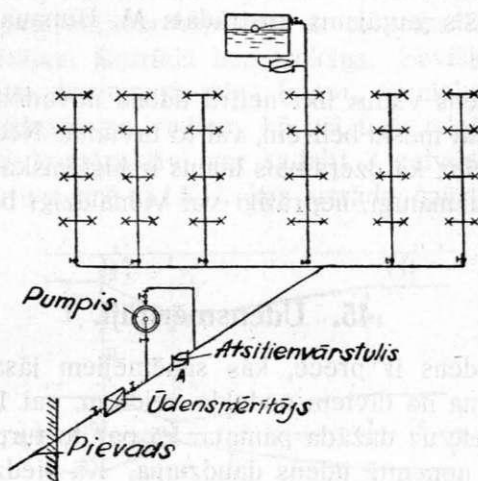
600. zīm. Mājas vadu schēma ar rezerves bāku.

Augstās un augstā vietā atrodošās mājās var būt gadījumi, ka dažas stundas dienā, pa lielāko patēriņa laiku, pie nepietiekama spiediena ielas tīklā, ūdens neiztek augstākajos stāvos. Lai novērstu tādas traucējumus iedzīvotāju apgādē ar ūdeni, jāietaisa vai nu pārpumpēšanas ietaise spiediena palielināšanai vai, ieteicamāk ietaisīt rezerves bāku mājas augstākās daļas bēniņos (600. zīm.), protams to izolējot pret iesalšanu, tāpat arī vadus pie šāda rezervuāra. Tāda rezerves tvertne piepildās nakts

1) M. Bīmanis — Sanitārās labierīcības atsevišķās saimniecībās.

laikā, kad spiediens lielāks un no tās iztek ūdens atpakaļ mājas tīklā, kad spiediens ielas vadā izrādās nepietiekams. Uz ievada mājā tad iebūvētas vārstules (A), kas ir vaļā kad ielas tīkla spiediens ir liels un ūdens var tecēt uz rezerves bāku, bet automātiski aiztaisās, kad spiediens ir nepietiekams, ar to nolūku, lai ūdens no rezerves bāka neaiztecētu atpakaļ ielu tīklā. Rezerves bākam jābūt slēgtam, lai tajā neietiktu netīrumi. Lielums jānosaka pareizi saskaņā ar vajadzību. Var arī rezerves bāku netaisīt, bet ietaisīt automātiski iedarbojošos pumpjus.

Ja ielas tīklā spiediens arī naktī vai citā laikā nav pietiekams, lai ūdeni paceltu uz rezerves bāku, tad jau mājas apgāde ar ūdeni ir sarežģītāka. Jautājumu var atrisināt, ietaisot pie ielas ievada mājā atsevišķu pumpja ietaisi (601. zīm.), ar kuŗu ūdeni paceļ atsevišķā mājas rezervuārā.



601. zīm. Mājas ūdens apgādes schēma ar pumpi un mājas rezervuāru.

Tādā gadījumā, ievērojot automātisko darbību, mājas rezervuāru var netaisīt, bet var blakus ar pumpi nostādīt pneumatisku ietaisi (510. l. p.), kas šai gadījumā uzskatāma par racionālu.

Dažreiz lielās mājās vēl ietaisa speciālus ugunsdzēsšanas pumpjus, spiediena palielināšanai ugunsgrēka laikā.

Kas attiecas uz mājas rezervuāra lielumu, tad tas jāpieskaņo patiesai vajadzībai. Grūtības ir pareizi paredzēt ūdens patēriņu mājās un svārstības ielu tīklā, t. i. patēriņu visā pilsētā. Uz praktisku novērojumu pamata pieņem rezerves bāka tilpumu, gadījumā ja tikai dienā tīkla spiediens nav pietiekams, ap 15—30% no dienas patēriņa visā mājā. Mazākās mājās pieņem diennakts patēriņu rezervuāra tilpūnam. Ja ūdeni bākā pumpē ar rokas pumpi, tad tilpums atkarīgs no pumpēšanas atkārtotības (piem.

2–3 reiz dienā). Ja pumpis strādā automatiski, tad rezervuāra tilpums $W = \frac{P}{2 \cdot n}$, kur P — pumpja ūdens jauda — m³/st, un n — pumpja ieslēgumu skaits stundā.

Māju ietaisēm jābūt tā iekārtotām, lai nekādi netīri ūdeņi vai netīrumi nevarētu tikt iesūkti tīrūdens vados. Ar to nolūku visas ūdens izteces ietaisa pāri pār noteces rezervuāra augstāko malu (izlietnes, vannas un t. t.). Ja tas nav iespējams, tad ūdens vadā jāiebūvē automatiski izteces pārtraucēji, vai atsītejvārstuļi. Noliegts tieši pieslēgt pie ūdens vada katlus, pisūārus, klozeta podus, zivju bas. un t. l. Tādos gadījumos jāietaisa starprezervuāri. Klozetiem vajadzīgas atsevišķas skalošanas kastes. Visas minētās ietaises var tieši pieslēgt pie vada tikai ar speciālas konstrukcijas skalojamiem krāniem, kas nepieļauj gaisa iesūkšanu (tuvāk šis jautājums apstrādāts M. Bīmaņa — Sanitārās laboratorijas).

Noliegts tīrūdens vadus likt netīrā ūdens novados vai dūmeņos, vai vest cauri atejas vai mēslu bedrēm, vai to tuvumā. Nedrīkst nevienu acmirkli izlaist no acīm, ka dzeramais ūdens ir higiēniskā ziņā dārga manta, un to nedrīkst neuzmanīgi, neprātīgi vai vienaldzīgi bojāt.

45. Ūdensmērītāji.

Piegādātais ūdens ir prece, kas saņēmējiem jāsamaksā. Nomaksa var notikt pēc viena no diviem nodokļa veidiem, vai 1) pēc zināma paušaltarifa, kuŗu noteic uz dažāda pamata, kā par to turpmāk būs norādīts, vai 2) pēc patiesi ņemtā ūdens daudzuma. Kā piedzīvojumi rāda, pirmais nodokļa veids noved pie izšķērdīgas ūdens lietošanas, pietiekami neievērojot mājas instalācijas (aizlaidņu un aizgriežņu) kārtībā turēšanu un arī neskopojoties ar ūdens lietošanu. Otrs veids ierosina pamudinājumu taupīgāk apieties ar ūdeni un turēt kārtībā ietaisi, un šāds veids arī tiek lietots lielākā pilsētu skaitā. Paušaltarifs var vēl būt vietā tikai pagaidām, pēc jauna ūdensvada atklāšanas, lai pieradinātu patērētājus lietot ūdeni tik lielā mērā, cik tas vēlams higiēnisko prasību pietiekamai apmierināšanai.

Patieso patērēto ūdens daudzumu nosaka ar ūdensmērītāja palīdzību, kuŗu ievieto pievienošanas vadam nobeidzoties un mājas instalācijai sākoties. Ūdensmērītāju konstrukciju ir daudz un katrai armatūras firmai ir katalogā uzrādītas vairākas konstrukcijas. Šai vietā iespējams tikai norādīt uz dažām principiālām prasībām un konstrukciju grupām.

Galvenās prasības, kuru atrisinājums liekams par pamatu ūdensmērītāju konstrukcijām, varētu raksturot sekojoši:

1. Vajadzīga pietiekami pareiza ūdens daudzuma uzrādīšana (nepareizība pieļaujama $\pm 2\%$) arī mainīgam ūdens daudzumam, no mazākās līdz vislielākai caurtecei.

2. Mērītājam jāpatur savs jūtīgums, precizitāte un vienmērība pēc iespējas ilgāku laiku.

3. Mērītājam jāuzrāda cik iespējams mazāka hidrauliska pretestība ūdens caurteci, lai novērstu lielus spiediena zaudējumus ūdensvadā.

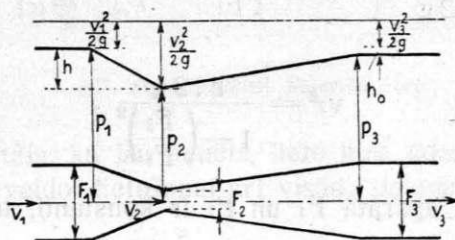
4. Konstrukcijai jābūt cik iespējams vienkāršai, visām daļām viegli pieejamām un viegli izlabojamām.

5. Mērītāja skaitļu rādītājam jābūt viegli pieejamam nolasišanai.

6. Ūdensmērītājam jābūt cik iespējams lētam kā iegādāšanā, tā arī uzturēšanā. Jāievēro, ka, uzstādot katrā mājā ūdensmērītāju, to skaits ir ļoti liels un no patērētājiem kopskaitā ar to prasa lielas summas.

7. Ūdensmērītājam jāstrādā bez trokšņa. Sevišķa nozīme tam ir, ja mērītājs uzstādīts dzīvojamā telpā (piem., sētnieka dzīvokli). Jānovērš trokšņa izplatīšanās pa vadiem, kā arī tieši telpā.

Ūdensmērītājus konstruktīvi var sadalīt 2 galvenās grupās: a) ātruma vai spārnu mērītāji, kas uzrāda caurtekošo ūdens dau-



602. zīm. Venturi mērītāja schēma.

dzumu ar zināmas konstrukcijas spārnu apgriezīgu skaitu, pie kam spārnu griešanas ierosina caurtekošais ūdens, un b) tilpuma mērītāji, kuŗos ūdens piepilda zināma tilpuma kameras, un pie kuriem uz skaitītāja ciparnīcas atzīmē kameru pildījuma skaitu.

a) **Pie ātruma mērītāju** grupas pieskaitāmi Venturi mērītāji, spānrata un Voltmaņa ūdensmērītāji.

Venturi mērītāji noder sevišķi lielu daudzumu ūdens mērīšanai, piem., pumpētāvās, un to lietošana ir diezgan izplatīta. To lielā priekšrocība ir tā, ka tiem nav nekādu kustīgu daļu. Venturi mērītāji dibinās uz ātruma augstumu starpību vadā pie dažāda diametra un pie tā paša zināmā ūdens daudzuma caurteces (602. zīm.). Apzīmējot ar v_1 — ātrumu pie ieteces Venturi caurulē, v_2 — ātrumu šaurajā daļā un

v_3 — pēc izteces no Venturi aparāta, F_1 , F_2 un F_3 — šķērsriezuma platību dažādās aparāta daļās, ar p_1 , p_2 un p_3 — spiediena lielumu un ar h — spiediena starpību pie ieejas un šaurākajā vietā un h_0 — spiediena zaudējumu aparātā, tad pastāv attiecības (pēc Brinkhaus'a):

$$p_1 + \frac{v_1^2}{2g} = p_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

vai:

$$p_1 - p_2 = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}.$$

Starpība $p_1 - p_2 = h$ (pēc apzīmējuma 602. zīm.), tāpat

$$h = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}.$$

Uzstādot attiecību:

$$n = \frac{v_1}{v_2} = \frac{Q}{F_1} : \frac{Q}{F_2} = \frac{Q \cdot F_2}{Q \cdot F_1} = \frac{F_2}{F_1}$$

$$\text{vai } v_1 = \frac{F_2 \cdot v_2}{F_1}.$$

Tātad:

$$h = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = \frac{1}{2g} \cdot \left[v_2^2 - \left(\frac{F_2}{F_1} \cdot v_2 \right)^2 \right] = \frac{1}{2g} \left[1 - \left(\frac{F_1}{F_2} \right)^2 \right] \cdot v_2^2$$

vai arī:

$$v_2^2 = \frac{h \cdot 2g}{1 - \left(\frac{F_1}{F_2} \right)^2}.$$

Tā kā zināmā aparātā F_1 un F_2 ir konstanti, tad var apzīmēt izteiksmi:

$$\sqrt{\frac{2g}{1 - \left(\frac{F_1}{F_2} \right)^2}} \text{ ar } e$$

un tad ir:

$$v_2 = e \sqrt{h}$$

vai arī:

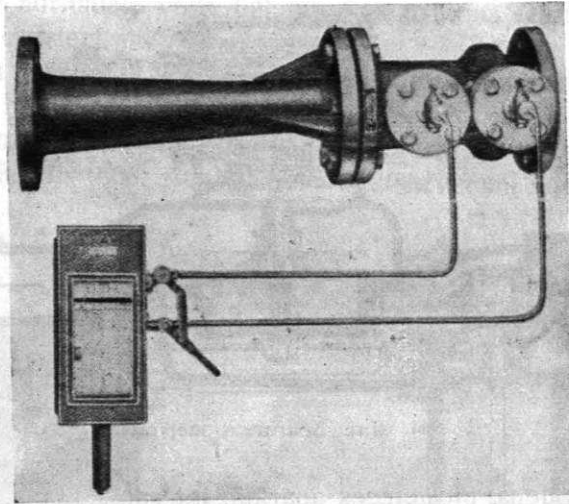
$$Q = e F_2 \cdot \sqrt{h}.$$

Nemot vērā zināmu lietderības koef. m , caur aparātu tekošais ūdens daudzums ir:

$$Q = m \cdot e \cdot F_2 \cdot \sqrt{h}.$$

Spiediena zudums h_0 mēritājā ir ļoti mazs, pie labas konstrukcijas ap 10% no h .

Spiediena lielumu noņem pie ieteces aparātā (F_1) un sašaurinātā vietā (F_2), un ar šaurām caurulēm, pildītām ar dzīvsudrabu, pārnes uz diferenciālmanometru, uz kuŗa nolasa tieši caurtekošā ūdens daudzumu. Aparātu vēl savieno ar pašuzrakstītāju (603. zīm.). Aparāta mērišanas robeža atkarājas no sašaurinājuma lieluma, t. i. no attiecībām starp sašaurinātā (F_2) un ieteces caurules (F_1) šķērsriezuma, pie kam parasti tādas attiecības atrodamas robežās no 1:2 līdz 1:10.



603. zīm. Venturi ūdensmēritājs.

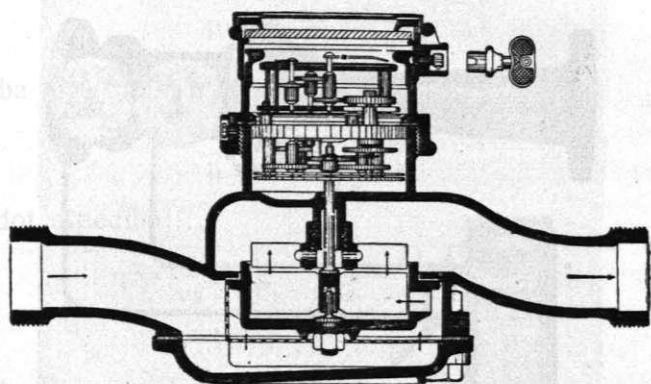
Venturi mēritāju, kā jau minēts, lieto liela ūdens daudzuma mērišanai, bet to var izveidot lietošanai arī visāda lieluma vados. Pareizība ir līdz 2%.

Spārnrata mēritāja sastāvdaļa ir spārnrats, kuŗu dzen viena vai vairākas vienādi stipras ūdens strāvas (vienstrāvu vai vairākstrāvu aparāts). Vienstrāvu mēritājā ūdens strāva iztek zem zināma leņķa uz aparāta spārnru un ierosina tā kustību, kamēr vairākstrāvu aparātiem ūdeni ievada ar vairāk kanāļiem, kas vienmērīgi sadalīti spārnru priekškambarī. Vienstrāvu aparāta konstrukcija vienkāršāka, jo atkrit sadalīšanas kamera, un arī vairāk lietota (604. zīm.).

Spārnstrāvu aparātus taisa kā slapjgājējus un kā sausgājējus. Pirmajiem viss rādītāja mehānisms atrodas ūdenī, no kā var rasties neērtības nolasīšanā, ja pārklājošais stikla vāks palicis no dažām ūdens ķīmiskām īpašībām netīrs vai neskaidrs un tad grūti caurredzams. Turpretim pie sausgājējiem rādītāja mehānisms atrodas ārpus ūdens, no ūdens atšķirts ar stipru metalla plātņi, caur kuŗu iet vārpsta ar blīvslēgu.

Pēdējā rodas berzes pretestība, kas samazina aparāta jutīgumu, lai gan pēdējos gados tirgū atrodas arī ļoti jutīgi sauggājēji, un novirzīšanās no pareizā ūdens daudzuma var būt ne vairāk par $\pm 2\%$. Nolasīšanai ērtāki ir sauggājēji. Mazus ūdens daudzumus aparāti nerāda pilnīgi pareizi un ļoti mazus pat nemaz.

Spārnu rats sastāv parasti no 4 spārnēm no celluloida. Spārni piestiprināti pie vārpstas, kuras augšējā daļā ierīce, kas iekustina skaitītājā



604. zīm. Spārnrata mērītājs.

mechanismu. Ūdens, pie ieteces aparātā, iet caur sietiņu, lai atturētu no ietiekšanas aparātā nejauši ūdeni atrodošās cietās vielas.

Lieluma ziņā ūdensmērītājus iedala pēc caurlaides spējas pie 10 m (ūd. staba) spiediena zaudējuma aparātā. Tā, piem., par 15 mm ūdensmērītāju apzīmē tādu, kas pie 10 m spiediena zaudējuma laiž cauri 3 m³ ūdens stundā. Ūdensmērītāji no 3 m³ līdz 20 m³/st. caurlaides Vācijā normēti (DJN 3260.).

Iebūvei mājā noder mērītāji no 10 līdz 40 mm, atkarīgi no mājas lieluma.

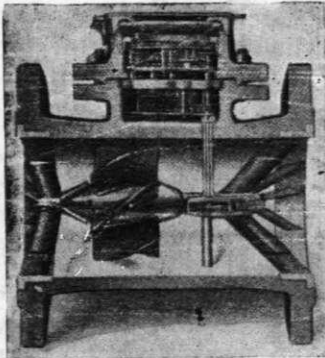
Voltmaņa ūdensmērītājs (605. zīm.), kas noder galvenā kārtā lielu daudzumu mērīšanai, sastāv no Voltmaņa spārnu rata, iebūvēta īsā caurules gabalā. Ūdenim caurtekot, rats griežas, un katram apgriezienam atbilst noteikts ūdens daudzums. Apgriezienus pārnes uz skaitītāja mehānismu, kas ietaisīts parasti ārpus ūdens (sauggājējs).

Voltmaņa mērītājs, ja pareizi iebūvēts, strādā diezgan precīzi, labāk kā iepriekšējie, ar $\pm 2\%$ pareizību, vēl pie 10 m (1 atm.) spiediena. Jārūpējas, lai pievadu caurule strādātu arvien ar pilnu šķērsriezumu, tātad sevišķi, ja vadi pašteču vadi, skaitītājs jānovieto zemākā vietā (caurules noliekumā) un ieteces caurulei jābūt ar taisnu gabalu, līdzīgu 10 kārtīgam caurules diametram, bet ne mazāk par 1 m.

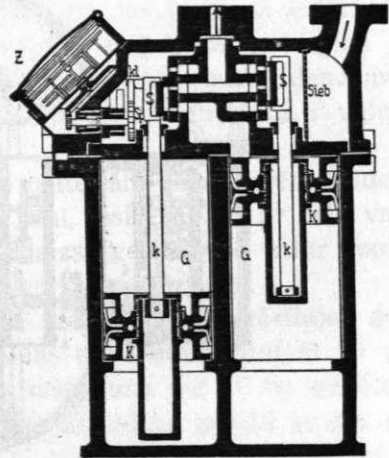
Voltmaņa mērītājus izgatavo 50 līdz 1.000 mm platiem vadiem, un tie noder pievadūdens mērīšanai spēka turbīnās, vai kā iecirkņa mērītāji, vai lielāku gruntsgabalu, vai fabriku, ūdens apgādei. Ja ūdens daudzumi stipri svārstās, tad ieteicams maziem daudzumiem ierīkot maza lieluma papildu mērītājus, kas automātiski ieslēdzas un izslēdzas saskaņā ar caurtekošo ūdens daudzumu. Tā kā spiediena zaudējumi mērītājā ir ļoti mazi, tad parasti arī pašu mērītāju ietaisa mazāka diametra caurulē, nekā ir normālais vada lielums, kas palētina ietaisi un uzrāda arī labāk mazu caurteci.

b) **Tilpuma mērītāji.** No šīs mērītāju grupas minēsim 2 sistēmas: virzuļu un ripas mērītājus.

Virzuļu mērītāji ir dažādas konstrukcijas. Pazīstamais Fražē (Frager) sist. mērītājs (606. zīm.) sastāv no 2 galvenām nodaļām: augš-



605. zīm. Voltmaņa ūdens mērītājs.



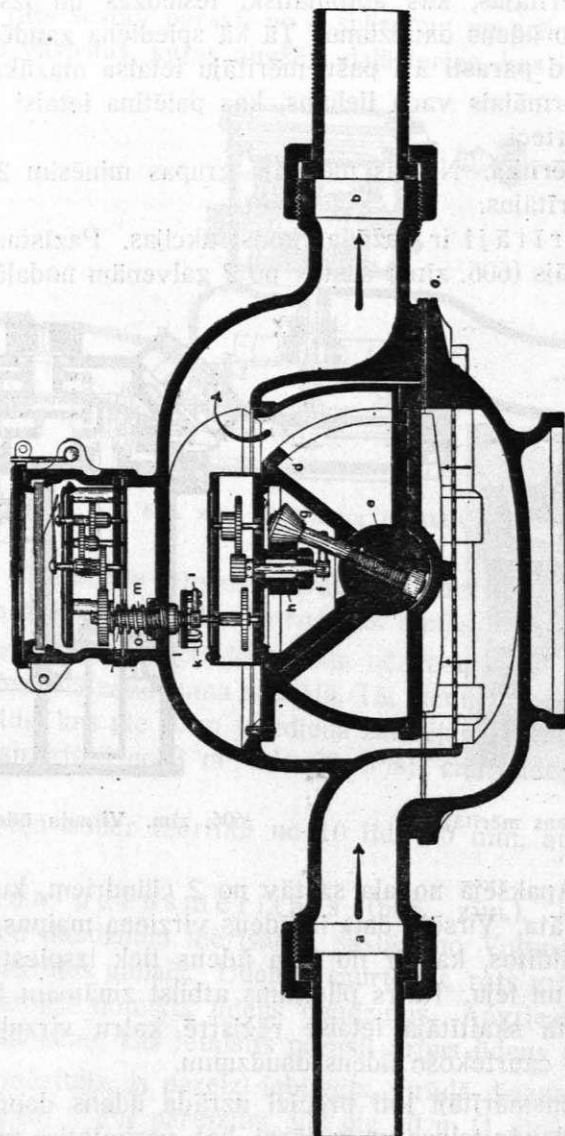
606. zīm. Virzuļu ūdens mērītājs.

jās un apakšējās. Apakšējā nodaļa sastāv no 2 cilindriem, kuros kustas virzuļi pie virzuļu kāta. Virsējā daļa ir ūdens virziena maiņas ietaise, tā, lai viens cilindrs pildītos, kamēr no otra ūdens tiek izspiests, virzulim kustoties uz augšu un leju. Katrs pildījums atbilst zināmam ūdens daudzumam, un aparāta skaitītāja ietaise rēģistrē katru virzuļa kustības maiņu un līdz ar to caurtekošo ūdens daudzumu.

Fražē sist. ūdensmērītāji ļoti precīzi uzrāda ūdens daudzumu, bet tie ir smagi, prasa daudz telpas un ir dārgi, bet, neskatoties uz sarežģīto konstrukciju, diezgan izturīgi. Virzuļa kustība ir trokšņaina. Lietoti lielā mērā Parīzē un izmēģinājuma dēļ Maskavā. Pēdējā vietā novērots, ka dažreiz mērītāja darbība apstājas, vai kāda defekta mehānismā, vai sakrājušās gaisa dēļ un arī bez redzama cēloņa, un tad ūdens piegāde

mājā apstājas, kamēr mērītājs nav izlabots. Visādā ziņā sasniegts tas, ka bez mērīšanas ūdens mājā neietiks.

Ripas ūdensmērītāji (607. zīm.) sastāv no plakanas vai kūniskas ripas, kas kustas lodes gultnē, lodes izgriezuma veidīgā kamerā.



607. zīm. Ripas ūdens mērītājs.

Kamera sastāv no 2 nodalījumiem. Caurtekošais ūdens spiež uz ripu un liek viņai valstīties ap kūnusu, kas ierosina no vienas puses ripas valstīgo kustību, no otras puses iedarbojas uz skaitītāja mehānismu, pie kam

katru pilnu apgriezību un attiecīgu ūdens daudzumu pārņem skaitītāja mehānisms.

Šāda veida mērītāji nāk arvien vairāk lietošanā, un tiem jūtīgums un pareizīgums nav mazāki kā virzuļu skaitītājiem, un noder arī mazāku ūdens daudzumu mērīšanai. Bet arī tie, tāpat kā iepriekšējie, lietojami tīram ūdenim (mērītājā ūdens ietek caur sietu) un tādām, kas neattīsta dzelzs vai kaļķa izkristumus.

Ripas mērītāji ir apmēram 2 reiz tik dārgi kā spārnu mērītāji.

Mērītāja novērtējums. Lai mērītājs būtu kādas sistēmas būdams, tam jāatbilst augšā minētām prasībām (693. l. p.). Ūdens daudzuma uzrādījuma pareizība ir liela tilpuma mērītājiem, jo tie uzrāda kā mazu, tā lielu ūdens daudzumu. Tomēr tie ir dārgi, un tos visos gadījumos nelieto. Visvairāk izplatīti ir ātruma mērītāji resp. spārnu mērītāji, kas sāk skaitīt tikai no zināma minimāla ūdens daudzuma, kamēr par to mazāks daudzums iziet cauri skaitītājam bez mehānisma iedarbināšanas. Iekustinātais mehānisms pēc izlaidņa aiztaisīšanas turpina ar inerciju vēl griezties kādu laiku, tā atzīmēdams lielāku ūdens daudzumu nekā patiesi saņemts. Tomēr sava lētuma dēļ ātruma mērītāji ir vairāk izplatīti kā tilpuma mērītāji.

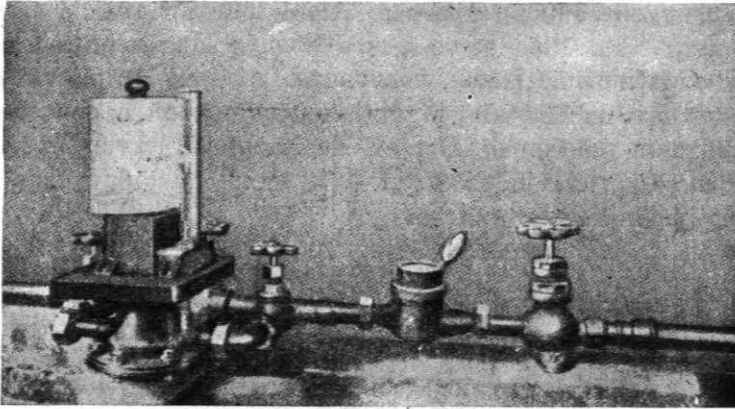
Ūdensmērītāja daļām jālieto tikai tādi materiāli, kas piemēroti ūdens īpašībām. Pirmā vietā misiņš, vara kausējumi, fosforbronzas ar lielu vara saturu un t. t. Mērītāja ūdens ietek caur aizsargsietu, kas attur rupjus piemaisījumus. Sieti tā jāietaisa, ka tos var viegli izņemt.

Kas attiecas uz lieluma izvēli, tad parasti ūdens mērītājus ņem lielākus kā būtu vajadzīgs ņemamā ūdens daudzumam, un tā lai pastāvīgā slodze būtu tikai $\frac{1}{3}$ no tās, kas iespējama pie 10 m spiediena zaudējuma. Mērītāja lieluma izvēle atkarīga no ūdens izlaižu skaita. Pie 1 līdz 2 izlaidēm pieņem 10 mm skaitītāju, 10—20 izlaidēm 25 mm skaitītāju un 40 līdz 60 izlaidēm 40 mm skaitītāju.

Ūdensmērītāju pārbaude. Ar laiku ūdensmērītāji sāk rādīt nepareizi, vai no nodilšanas, vai no ķīmisku ūdens sastāvdaļu iedarbības. Apmēram ik 3 gadi mērītājs jāpārbauda, jo citādi ūdensvada iestādei var celties finansiāli zaudējumi, ja mērītājs rādīs mazāku ūdens daudzumu, nekā patiesībā ir patērēts.

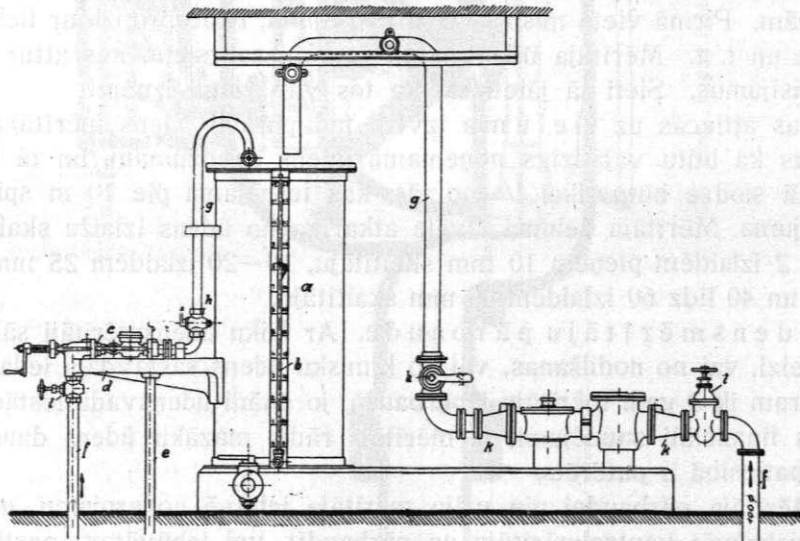
Mērītāja pārbaudei pie māju mērītāja iebūvē nozarojumu, uz kura var uzskrūvēt kontrolmērītāju un pārbaudīt, vai iebūvētais, pastāvīgais mērītājs rāda to pašu kā pārbaudītais kontrolmērītājs (608. zīm.). To var izdarīt, nepārtraucot ūdensvada piegādi. Kontrolmērītāja vietā lieto dažreiz tā saukto «bojājumu meklētāju», firmas Siemens & Halske konstruētu. Tas ir ūdensmērītājs ar pašuzrakstītāju, ar kuru var noskaidrot neblīvas vietas māju vados.

Parasti pilsētas ūdensvadu iestādē ierīko sevišķu ūdensmērītāju pār-



608. zīm. Kontrolpārbaudes ietaise uz vietas.

baudes staciju (609. zīm.), kurā pārbauda no vietas noņemtos mērītājus. Ietaise sastāv no dzelzs tvertnes (a) ar ūdens līmeņa rādītāju (b), no kura var nolasīt katrreizējo ūdens tilpumu tvertnē. Cauri uzstādītiem pārbaudāmiem ūdensmērītājiem iztekošo ūdens daudzumu tad nosaka un salīdzina ar mērītāja uzrādījumiem.



609. zīm. Ūdens mērītāja pārbaudes stacija.

Ar pārbaudi jākonstatē, pirmā kārtā, vai skaitītājs rāda pareizu ūdens daudzumu pie 10 m spiedzaudējuma, un arī pie dažādiem caurlaistiem ūdens daudzumiem. Otrā kārtā jāpārbauda arī, vai mērītājs ir pietiekami blīvs savā konstrukcijā, pie 5 atm. lielāka spiediena par darba spiedienu tīklā.

46. Ūdensvadu izmaksa.

Ūdensvadu izmaksa kā būvē, tā arī ekspluatācijā ir tik tuvu saistīta ar vietējiem apstākļiem, ka katrā atsevišķā gadījumā tikai sastādot attiecīgos projektus un maksas aprēķinus, var dabūt piemērotu atbildi. Lai tomēr iepriekšējai kalkulācijai būtu kaut kāds pamats, jāpiegriežas panākumiem, kādi iegūti vietās, kur būvēti un pastāv ūdensvadi.

1. Ūdensvadu būves izmaksa.

Ūdensvadu izbūves izmaksa atkarājas no ļoti dažādiem apstākļiem: ūdens avota rakstura (vai ūdens jātirā, vai saņemams tieši no avota), avota attāluma no pilsētas, iedzīvotāju sablīvējuma pilsētā, klimatiskiem apstākļiem, vietējo materiālu un darba spēka cenām un daudz citiem vietējiem apstākļiem.

Turpmākam apcerējumam par ūdensvadu būves izmaksu ņemti par pamatu daži dati no literatūras (galvenā kārtā Brix, Heyd un Gerlach — Die Wasserversorgung), kā arī pēc dažu mūsu pilsētas sastādīto ūdensvadu projektiem vai izdarīto darbu aprēķiniem (Rīgas jaunais Zaķu m. ūdensvads).

Ļoti paviršu ieskatu būves izmaksā var dabūt no skaitļiem, kas atrisināti no dažādās vietās izdarītām būvēm. Var pie tam iziet no iedzīvotāju skaita un no vidējās izmaksas uz 1 iedzīvotāju. Pēdējo pieņem vācu pils. vidēji 40—80 RM, kamēr pie mums pēc dažiem projektiem varēja rēķināt ar 50 (Liepājas pils.) līdz 200 ls (mazākām pilsētām). Maksa uz 1 iedz. atkarājas no būvtechniskiem apstākļiem, sevišķi grunts apstākļiem, materiālu cenām, ūdens saņemšanas ietaisēm un ūdens sagatavošanas ietaisēm, tā arī no apbūves apstākļiem: biežai apbūvei vajadzīgs īsāks ielu tīkls, un plašai apbūvei ielu tīkls ir garš.

• Apzīmēsim ar:

- M — visas būves izmaksu,
- E — iedzīvotāju skaitu,
- m — vidēju izmaksu uz 1 iedz.

tad:

$$M = m \cdot E.$$

Labāk ir, ja vienības cenu attiecina uz 1 m ielas vada garuma, kas iztaisa 20 līdz 40 RM, (pēc Latvijas pilsētu projektiem 20 līdz 50 ls). Tad ir:

$$M = L \cdot m_2,$$

kur L — ielas tīkla garums un m_2 — izmaksa uz 1 m vada.

Arī te vienības maksa atkarājas no apbūves blīvuma.

Pareizāk maksas aprēķinu iegūst, ja kalkulāciju sastāda pēc idejiska projekta, ņemot vērā atsevišķus izdevuma posteņus. Pēdējos var sadalīt sekojošos:

- a) Grunts īpašuma iegūšana būves vajadzībām;
- b) Ūdens ieņemšanas ietaišu izmaksa (avota izbūve, gruntsūdens akas, upes ieņemšanas ietaise un t. t.);
- c) Ūdens tīrīšanas un uzlabošanas ietaises (filtrēšana, atdzelžošana, atmikstināšana un t. t.);
- d) Pumpētava (ar krājaku, resp. tīrūdens rezervuāru pēc filtrēšanas un t. t.);
- e) Krāj- resp. spiedrezervuāri;
- f) Ielas tīkls (ar hidrantiem, aizlaidņiem un t. t.);
- g) Māju pieslēgumi.

Pie šiem posteņiem varētu ņemt vērā sekojošus paskaidrojumus:

a) Grunts jāiegūst īpašumā ūdens saņemšanas un tīrīšanas ietaisēm, kā arī krātuvēm un pumpētavām. Varētu kalkulēt 0,5 līdz 1 m² uz 1 iedzīvotāja, pie kam 1 m² izmaksa, atkarīgi no attāluma no pilsētas, varēja būt 0,5 līdz 1 ls. Ja jāsigādā mākslīgs gruntsūdens vai jāņem ūdens no uzstādinājuma (aizsprosta), tad vajadzīgs lielāks īpašums;

b) Ūdens saņemšanas ietaišu izmaksa atkarājas no ūdens avota rakstura.

Aku izmaksa atkarājas no aku dziļuma, akas devības un to skaita un attāluma (sifona vads). Gremdaku vai krājaku var aprēķināt pēc m³ apbūvēta tilpuma (40 līdz 60 RM/m³). Rīgā, Zaķu m. maksāja 1 m³ ap 60 ls. Urbtas akas izbūve atkarājas kā no grunts īpašībām, tā arī no dziļuma un diametra. Lieto šādu formulu vieglā smiltī 1 akai:

$$M = \frac{t \cdot D}{10} \cdot \left(1 + \frac{t}{100} \right) (\text{RM}),$$

kur t — akas dziļums — m, D — urbuma diametrs — mm.

Izmaksā M ierēķinātas caurules, filtri un t. t. Sifonvads Rīgas Zaķu m. stacijā $d = 250$ līdz 550 mm, maksāja 1 km ap 90.000 ls.

$$\text{Piem., } t = 30 \text{ m, } D = 800 \text{ mm, } M = \frac{30 \cdot 800}{10} \left(1 + \frac{30}{100} \right) = 3.120 \text{ RM.}$$

Rīgas jaunā Zaķu m. ietaisē maksāja akas 3.000 līdz 4.000 ls + 1.400 ls par aizlaidņu šachtu.

c) Ūdens tīrīšana un uzlabošana. Betona vai dzelzsbetona pārklāti baseini var maksāt 25 līdz 50 ls uz 1 m³ tilpuma. Atdzelžošanas ietaisi (valēju) varētu rēķināt ar 500—600 ls/1 m² laukuma, bet filtrus, pārklātus, ar 100—150 ls/m².

d) **Pumpētava**s, ierēķinot ēkas, mašīnas un visu installāciju, var kalkulēt ar 5 līdz 10 RM uz iedz. [Rīgā Zaķu m. (15.000 m³ pumpējamā ūdens, kas pietiktu vismaz 100.000 iedz.) mašīnu māja un ēkas izmaksāja ap 400.000 ls, tātad uz 1 iedz. 4 ls. Spiedējvads d = 800 mm izmaksāja 1 km — 130.500 ls.] Pareizākus skaitļus dabū, aprēķinot ēkas, pumpjus un dzinējus atsevišķi.

e) **Krātuvēs**. Zemē būvētām krātuvēm, no mūra, betona vai dzelzsbetona, izmaksu kalkulē ar 20—50 RM/m³.

Ūdens torņu izmaksas atkarīga vienkārt no rezervuāra lieluma un materiāla, otrkārt no torņa augstuma. Dr. Lehrs (Ges. Ing. 1932.), ņemot vērā Vācijas apstākļus, uzstādījis tuvinošu formulu, izmaksai RM:

$$M = 7 \cdot J \cdot h,$$

kur J — rezervuāra tilpums, h — ūdens torņa augstums.

Piem., J = 1500 m³ un h = 25 m, M = 262.500 RM. (Liepājas torņa projektā J = 1.500 m³ un h = 25 m, izmaksas aprēķināta ar 285.000 ls.)

Tāpat aptuvenus skaitļus dabū, aprēķinot torņa izmaksu pēc iedzīvotāju skaita. Segellken's (Gas u. Wasserfach 1929.) sastādījis formulu:

$$M = E \cdot \left(4 + \frac{20000}{E} \right) \text{ (RM.)}$$

ar E — apzīmē iedzīvotāju skaitu. Formulā ieslēgts mašīnista dzīvoklis un tālsignālizācija. Formulas lietošana domāta pilsētām 1.000 līdz 15.000 iedzīvotājiem. Pareizus skaitļus, protams, var iegūt tikai, sastādot būves projektu un novērtējot tā izmaksu pēc vietējām materiāla un darba spēka cenām.

f) **Ielu tīkls**. Kamēr nav ielu vada diametri zināmi, var kā viēdu izmaksu pieņemt 1 m vada gaŗumu ar 20 ls (pēc Liepājas projekta, Vācijā pieņem 15 RM/1 m), ierēķinot visus darbus un materiālus, kā caurulēm, tā arī aizlaidņiem, hidrantiem un t. t. Atsevišķiem vadiem, kuŗu diametrs resp. novadāmais ūdens daudzums un tecēšanas ātrums vai kritums zināmi, 1 m izmaksu (RM) pēc Eigenbrodt'a var pieņemt:

$$m = 170 \cdot d^{1,335} = 200 \cdot \left(\frac{Q}{v} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{27,96 \times \sqrt[3]{Q}}{j^{0,275}}$$

g) **Māju pievienojumi**. Ja nav sevišķi gaŗi pievienojumi, 1 mājai pieņemti pēc vācu literātūras 70 līdz 80 RM, ieskaitot ūdensmērītāju.

Augšminētās vērtības pieņemtas pie materiāla un darba spēka cenām, kā arī pēc valūtas kursa, kāds pastāvēja 1936. g. sākumā.

2. Ūdensvadu ekspluatācijas izdevumi.

Visas ietaises jātur tīras un jāuztur kārtībā. Novērotie defekti bez kavēšanās jāizlabo. Aizsargjosla jātur arvien zem uzraudzības. Ūdens labums laboratorijās pastāvīgi jāpārbauda. Vadi jāskalo un jātīra.

Ietaises ekspluatācijai un remontiem vajadzīgi zināmi gada izdevumi, kurus var sakopot sekojošās grupās:

1. Izdevumi ietaises izbūves (būvkapitāla) vai vienreizēju izdevumu atmaksai. Parasti pilsētas naudu aizņemas ar zināmu procentu nomaksu gadā (piem., 6^o/o), pierēķinot vēl zināmu procentu kapitāla deldēšanai noteiktā laikā (piem., 2^o/o), parasti 25 gados. Ir arī pilsētas, kas uzbūvē ietaisi pakāpeniski, cik to atvēr tekošie līdzekļi, bet tādi gadījumi gan ir uzskatāmi kā izņēmums. Nevēlams tāds paņēmieni ir no dažādiem viedokļiem. Ilggadīga būve novilcina sagaidāmos labumus lielākai daļai pilsētas iedzīvotāju. Tā kā dažas pamata būves, piem., ūdens saņemšanas ietaises izbūves, pumpētavas, krātuves jātaisa uzreiz, tad varētu pakāpeniski izbūvēt tikai tīklu, bet izbūves novilcināšana novilcina arī ienākumu saņemšanu, kas vajadzīgi pamata ietaišu uzturēšanai. Arvien ir labi, ja labierīcības var lietot vismaz lielākā pilsētas iedzīvotāju daļa. Protams, ka pilsētas nomalēm, kas vāji apbūvētas, būs jāpaciešas bez labierīcībām, kamēr tās nebūs saimnieciski attiecīgi nogatavojušās.

Jāmin, ka pilsēta ņem uz sava rēķina tikai ūdens sagādāšanu un izdalīšanu pa ielu tīklu. Ūdens ievadīšanu mājā no ielu vada izdara uz grunts īpašnieka rēķina. Tāpat arī ūdens izdalīšanu mājas iekšpusē izdara grunts īpašnieks uz sava rēķina.

Tāpat parasti pilsētas izdevumos ūdensvadiem jāieskaita procentu nomaksa būvkapitālam un tā amortizācijai.

Daudzreiz mēdz nodibināt arī atjaunošanas fondu, atskaitot zināmu summu procentos no ietaises vērtības, un to uzkrājot nodilušu vai citādi nepietiekami labi strādājošu ietaises daļu kapitālremontam, pārbūvei vai paplašināšanai.

2. Tālāk gada izdevumi vajadzīgi ekspluatācijai un remontiem. Arī tos var noteikt iepriekšējai kalkulācijai % no būvkapitāla (33. tab.). Algas pārvaldes un apkalpošanas personālam jāaprēķina atsevišķi, ievērojot paredzēto uzraudzības organizāciju. Automatiskas mašīnas prasa mazāk nodarbinātu personālu. Vispārīgi mašīnu apkalpošanai izdevumi pieaug ar mašīnu lielumu, nodarbināšanas laiku, bet var, uz vienību rēķinot, būt mazāki pie lielāka mašīnu skaita.

33. tabula.

Nodilšanas ilgums ietaises daļām un to uzturēšanas izmaksa.
(Pēc Brix un c. Die Wasserversorgung. 1943.)

Būvju apzīmējumi	Nodilšanas laiks gados	Gada uzturēšanas izmaksa % no ieguld. kapitāla
Ēkas un pamatojumi	60—80	0,5
Avotu izbūve	50	1—2
Aku ietaises	20	2—3
Upes ieņemšanas ietaises	50	3—5
Virzuļu pumpji	15	1—2
Centrbēgpumpji	10	3
Tvaika katli	15	1—2
Tvaika mašīnas	30—40	2
Tvaika turbīnas	20	2
Dīzeļmotori	15	2—3
Elektromotori	20	1—2
Elektriski atklāti vadi	30	1—3
Elektriska instalācija	10	2—3
Filtri	30	2—3
Nostādināšanas baseini	60	1
Zemes baseini (būvēti zemē)	60—80	0,5
Ūdens torņi	40	1—2
Cauruļu vadi	80	0,3—0,5

Azerjers¹⁾ ieteic pieņemt:

- 1) Ūdens apgādes būvju remonta izmaksu 1—3% no to būves izmaksas.
- 2) Remontam sūcēj-, spiedēj- un sadalīšanas līnijām no ķeta 0,5% (ēkas robežās) — 1% (parastās gruntīs). Ķeta caurulēm purvainā un piesātinātā ar minerālizētiem ūdeņiem gruntī, tāpat tērauda caurulēm tekošu remontu var pieņemt 2%.
- 3) Ēku remontam: mūra — 0,5%, koka — 1,0%.
- 4) Mēchaniskai iekārtai 3—5%.

Gada izdevumus elektriskai enerģijai, tieši dzinējiem (neierēķinot zaudējumus tīklā), var aprēķināt ar formulu:

$$A = \frac{1000 \cdot 365 \cdot Q_{vid} \cdot H \cdot 0,736 \cdot K_1}{3600 \cdot \eta_p \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_m}$$

kur apzīmē

- Q_{vid} — vidējs dienas ūdens patēriņš — m³;
- H — pilns celšanas augstums — m;
- K_1 — elektroenerģijas maksa par 1 kWst;
- η_p — pumpu lietderības koeficients;

¹⁾ Проф. С. Х. Азербер — водоснабжение на железнодорожном транспорте ПИ, 1940 стр. 471

η_{tr} — transmisijas lietderības koeficients;
 η_m — elektromotora lietderības koeficients.

Naftas dzinēji patērē gadā degvielas (rubļos):

$$A = K_{11} a_1 \left(\frac{100 \cdot 365 \cdot Q_{vid} \cdot H}{3600 \cdot 75 \cdot \eta_p \cdot \eta_{tr}} \right) + K_{11} a_2 \cdot n \cdot 365,$$

kur apzīmē:

K_{11} — 1 kg degvielas maksa (rubļos), ieskaitot piegādāšanu, glabāšanu u. t. t.;
 a_1 — degvielu patēriņš kg/l ef. ZS st.;
 a_2 — degvielu patēriņš kg/l mašīnas darbā laišana;
 n — vidējs skaits dzinēja iedarbināšanas diennaktī.

Tvaika pumpju darbībai degmateriālu patēriņu ar orientēšanās nolūku aprēķina pēc pumpju efektīvās jaudas, tvaika patēriņu kg/l ZS efektīvās jaudas (35—40 kg), ņemot vērā degmateriāla tvaika ražu.

Izdevumus uz palīgmateriāliem (smērēļām, lupatām, izolāciju, gulšņu pakošanu u. t. t.) var pieņemt 3% no enerģijas patēriņa elektromotoriem, 15—20% no degvielu patēriņa naftas dzinējiem un 10—15% no degmateriālu izmaksas tvaika mašīnām un lokomobīlēm.

47. Ūdens tarifa pamati.

Kā no iepriekšējā redzams, ūdensvadu gada izdevumi sastāv no šādiem posteņiem:

- 1) procentu nomaksa no būvkapitāla (ja pēdējais iegūts ar aizņēmumu);
- 2) būvkapitāla amortizācijas vai ietaises nodilšanas maksa;
- 3) norakstījumi vai ieņēmumi atjaunošanas fondā, izteikti procentos no ieguldītā kapitāla;
- 4) ekspluatācijas izdevumi;
- 5) remontu izdevumi.

Šiem izdevumiem jāstāv pretim attiecīgiem gada ieņēmumiem, iegūtiem no patērētājiem nodokļa veidā pēc zināmām tarifa likmēm.

Jautājums ir plaši diskutēts, vai pilsētas nevar nodokļa likmes tā noteikt, ka paliktu pāri zināma summa vispārīgai pilsētas kasei. Jāievēro, ka ūdensvadi uzlabo veselības apstākļus pilsētā, un uz tiem nav jāskatās kā uz peļņas avotu. Tomēr liela daļa pilsētu uzskata arī ūdensvadus par peļņas (rūpniecisku) uzņēmumu un pie tarifa likmes sastādīšanas paredz zināmu lielāku vai mazāku atlikumu no ienākumiem pēc visu ūdensvadiem vajadzīgo izdevumu nomaksas.

Ūdensvadu tarifa noteikšanai var par pamatu pieņemt dažādas metodes. Nodokļa lielumu var noteikt vai nu 1) pēc patiesi patērētā ūdens daudzuma, ko nosaka ar mērītājiem vai pēc kādām citām

pazīmēm, vai 2) ņemot maksu zināmas paušalsummas veidā. Pirmā metode ir taisnīgāka un arī labāka, jo izsargā no liekas ūdens izšķērdēšanas, pieradina pie zināmas taupības ūdens lietošanā, kā tas arī pierādīts pilsētās, kurās agrāk ņēma paušalmaksu, bet vēlāk ievēda ūdens mērītājus. Samaksājot paušalmaksu, patērētājs vairs nav tieši ieinteresēts rūpēties, lai visi aizlaidni būtu blīvi un aiztaisīti; viņš pat lieto ūdeni, piem., dažādu ēdamu vielu un dzērienu dzisināšanai (ja ūdens ir auksts) un t. t. Dažās pilsētās aiz saimnieciskiem motīviem pastāv abas metodes, un ar ūdensmērītājiem aprēķina patēriņu tikai rūpniecības ūdeņiem, kamēr māju saimniecībām atstāj paušalmaksu, vai uzstāda mērītājus tikai lielākās mājās, aprēķinot nodokli mazām mājām pēc mērena paušaltarifa (Kaunā).

Pamatus ūdens tarifa likmēm var iegūt no dažāda viedokļa. No tehniskā viedokļa varētu būt nozīmīgs tas, ka augstāk guļošām pilsētas daļām ūdens jāpaceļ augstāk un tas prasa lielākus izdevumus kā zemākām. Ar attālākām pilsētas daļām ūdens piegāde dārgāka, jo dažreiz jāuzstāda pat sekundāra pumpētava. No sociālā viedokļa paaugstinātās likmes ārpuspilsētām, kur parasti dzīvo mazāk pārtikuši iedzīvotāji, nav taisnīga un ir pareizāk, ja mazāk pārtikušiem aprēķina ūdeni lētāk kā bagātākiem patērētājiem. Tā, piem., dažās vācu pilsētās neprasa maksu par ūdeni dzīvokļiem, kas maksā 200 līdz 250 RM gadā ires. Hallē nodod 25 l katram iedzīvotājam pa brīvu.

No komerciālā viedokļa zināma interese ir arī lielpatērētājiem, un tādiem var būt likme noteikta pēc slīdoša tarifa, t. i. līdz zināmam m³ daudzumam rēķina pēc vienas likmes, bet lielākam patēriņam pēc pazeminātas likmes. Tas dažreiz attaisnojams ar to, ka tikai pateicoties tādiem lielpatērētājiem bija iespējams ūdensvadu izbūvēt un sagādāt labumu arī mazākpaterētājiem.

Izejot no šādiem viedokļiem, taisnīga ūdens maksas noteikšana izrādās par ļoti sarežģītu jautājumu, un gandrīz katrā pilsētā problēma atrisināta citādi, pieskaņojoties vietējām prasībām.

Visparastākais veids, kā iekasēt ūdensvada nomaksu, ir tas, ka gruntsgabalā ir uzstādīts 1 ūdensmērītājs un nomaksu par patērēto ūdeni iekasē no mājas īpašnieka, atstājot viņam tiesību ierēķināt ires maksā arī ūdens maksu. Tātad viens pats mājas īpašnieks atbildīgs par nomaksas izdarīšanu noteiktā laikā. Var sastapt arī uzskatus, ka būtu pareizāk ņemt maksu par patērēto ūdeni no katra dzīvokļa atsevišķi, tāpat kā to dara ar gāzi un elektrību. Tādā gadījumā būtu katrā dzīvoklī jāuzstāda ūdensmērītājs, un to skaits pieaugtu ļoti lielā mērā un prasītu sevišķus izdevumus patēriņa uzņemšanai un maksas norēķināšanai. Pēc kādas kalkulācijas, kas izdarīta Leipcijas pilsētā, tas prasītu ap 30% izdevumu lieluma paaugstināšanu par ūdensvadu uzturēšanu. Nebūtu

tāds papēmiens arī ieteicams no sociālā un higiēniskā viedokļa, jo taisni mazturīgākie iedzīvotāji lietotu lielu taupību ūdens patēriņā. Protams īrnieks var, vienojoties ar mājas īpašnieku, uzstādīt sevišķu ūdensmērītāju savām vajadzībām un uz sava rēķina, sevišķi, ja ūdeni patērē rūpnieciskiem uzņēmumiem. Tāds ūdensmērītājs uzskatāms tikai par otras šķiras mērītāju un atvieglo īrnieka norēķināšanos ar mājas īpašnieku, bet ne ar pilsētas valdi, atbildīgais par kārtīgu nomaksu paliek mājas īpašnieks. Tādas pilsētas, kas iekasē ūdens maksu tieši no dzīvokļa turētāja, uzskatāmas par izņēmumu.

Tomēr izteiktai kārtībai, gan vairāk no teorētiskā viedokļa, var celt ierunas. Mājas īpašnieks, kam jāmaksā nodoklis, protams, ierēķinās ūdens maksu īres maksā, neaizmirdams pie šī gadījuma arī sev ierēķināt zināmu summu. Bez tam īpašnieks mēģinās ietaupīt, visādi īrniekiem atraudams ūdeni. Tā, piem., vācu pilsētās bija novēroti īpašnieki, kas deva īrniekiem ūdeni tikai dažas stundas dienā. Pārējā laikā, piem., klozetiem būtu jāpaliek neskalotiem, ja šo ievērojamo sanitārtechnisko ietaisi iedzīvotāji gribētu lietot. Lai tādas varbūtības novērstu, pilsēta var noteikt zināmu minimālo maksu no mājas, lai īpašniekam vairs nebūtu lielas intereses dzīties pēc tādiem ārkārtīgiem ietaupījumiem.

Jāatzīst tomēr, ka pareizāk būtu ūdens maksu ņemt no tiešā patērētāja. Uzstādot mērītājus katrā dzīvoklī, vienas ģimenes, kas var būt dažāda lieluma un arī ar apakšīrniekiem, apdzīvotā, atkristu mājas īpašnieka starpnieka loma, un būtu ievērots taisnības princips, jo maksātu katrs tieši tik daudz, cik viņš patērējis. Lai izvairītos no liela mērītāju skaita, kas būtu jāuzstāda lielajās, kazarmu veidīgās mājās ar maziem 1—2 istabu dzīvokļiem, un ievērojot to, ka tādās mājās dzīvo nabadzīgākie pilsētas iedzīvotāji, ir uzskati, ka būtu pareizi tādos gadījumos nekādu maksu neņemt, sadalot ūdens nodokli starp labāk situētiem pilsētas iedzīvotājiem.

Ūdensmērītāju vērtību samaksā vai nu mājas īpašnieks, vai ūdensvadu pārvalde tos uzstāda uz sava rēķina, ņemot nomu par uzstādīto mērītāju, kuras lielumam principiāli jālīdzinās procentu un amortizācijas nomaksai no mērītāja iegūšanas summas. Ja pilsēta ņem vairāk, tad tas ir ūdens maksas paslēpts palielinājums. Mērītāju uzturēšanu kārtībā atstāj sev ūdensvadu pārvalde arī tai gadījumā, ja mērītājs iegūts ar īpašnieka līdzekļiem, un ņem no lietotājiem zināmu atlīdzību. Nomas maksu parasti nosaka pēc ūdensmērītāja lieluma, t. i. viņa caurlaides spējas vai viņa caurteces platuma. Tā, piem., Rīgā par ūdensmērītāju, ko uzstāda pilsētas valde, ņēma šādu nomas maksu gadā:

$\frac{1}{2}$ " — 9 ls, $\frac{3}{4}$ " — 12 ls, 1" — 15 ls, $1\frac{1}{8}$ " — 18 ls, 2" — 48 ls, 3" — 75 ls un 4" — 120 ls. Ūdensmērītājs tad paliek pilsētas īpašumā un pilsēta izdara tekošu remontu uz sava rēķina.

Ūdensmērītājos ūdens daudzumu mēra un maksu nosaka pēc m^3 (kubikmetriem), bet ir arī pilsētas, kas nerēķina maksu no m^3 , bet no ūdensmērītāja caurlaides platības. Visvienkāršākais tarifs ir, ja maksu par m^3 nosaka visiem gadījumiem vienu un to pašu, vienalga vai ūdeni patērē mazā vai lielā daudzumā, mājturībai vai rūpniecībai. Maksa dažādās pilsētās grozās parasti starp 15 līdz 40 sant./ m^3 , atkarīgi no pašizmaksas. Rīgā ūdens (1940. g.) maksāja 12 sant./ m^3 . Daudzās pilsētās nepastāv visiem vienāds tarifs. Dažās pilsētās liela daudzuma patērētājiem ūdeni dod par lētāku maksu kā mazajiem patērētājiem. To varētu uzskatīt par dibinātu pa daļai, tomēr daudzi izdevumi ir gandrīz tie paši uz 1 m^3 kā lielam, tā mazam patēriņam, kā piem., pumpēšanas izdevumi. Liktos, ka nebūtu pareizi, ja mazie patērētāji, kas pa lielākai daļai ir mazturīgākie, maksātu par ūdeni dārgāk kā parasti labāk situētie, lielākie patērētāji. Tomēr dažreiz jārikojas no komerciālā viedokļa, lai lielie patērētāji, piem., rūpniecības iestādes, kas patērē daudz ūdens, neierikotu sev atsevišķu ūdensvadu, bet palīdzētu segt izdevumus, kas saistīti ar centrālo vadu. Tarifu līkmes tādai dažādai cenai par 1 m^3 ir dažādas. Dažās pilsētās nosaka patēriņa normu, līdz kurai maksā dārgāku tarifu, un tad tālāk arī normas turpmākiem patēriņa daudzumiem.

Tā, piem., Helsinkos maksā:

24 sant./ m^3 pie patēriņa	1—1.000 m^3 gada ceturksnī.
23 „ „ „	1.001—2.000 „ „ „
22 „ „ „	2.001—4.000 „ „ „
21 „ vairāk par	4.000 „ „ „

Tallinā maksā:

Kr. 0,15—0,17 m^3 līdz 500 m^3 mēnesī.

„ 0,12 — vairāk par 500 m^3 mēnesī.

Dažādu avotu ūdeņus, ja pilsētā ir dubultvads, aprēķina dažādi (Hanoverā senāk ņēma par upes ūdeni 10 Pf., turpretim gruntsūdeni 20 Pf./ m^3). Ir pilsētas, kas vasarā liek ūdeni samaksāt citādi kā ziemā (Frankfurtē pie/M. — ziemā 15 Pf., vasarā 25 Pf./ m^3). Dārgāku tarifu pilsētas ņem, ja ūdeni lieto pārejošām vajadzībām (būvēm, gada tirgos un t. t.). Ugunsgrēka dzēšanai ūdeni aprēķina lētāk, vai dod pavisam bez maksas.

Rūpniecības vajadzībām aprēķina pēc atsevišķa tarifa.

Dažas pilsētas aprēķina lielākiem patērētājiem r a b a t u, vārda istā nozīmē, t. i. procentus no aprēķinātās maksas pēc pamattarifa. Tā, piem., Varšavā (tarifs 43 sant./ m^3) aprēķināja rabatu gada patēriņam no 2.000—4.000 m^3 — 5%, pāri par 4.000 m^3 — 10%. Arī Rīgā senāk pastāvēja tāds aprēķināšanas veids, un 1912. g. pie pamattarifa 7 kap./ m^3 ap-

rēķināja rabatu patēriņm 10.000—15.000 m³ — 5%, 15.000—25.000 m³ — 10%, 25.000—35.000 m³ — 15%, vairāk par 35.000 m³ — 20%.

Kā redzams, ūdens tarifa aprēķina lielumi un pat veidi pēc notērētiem m³ ir ļoti dažādi, un tie daudz pilsētās ar laiku mainījušies, jo parastī maksu par ūdeni pilsētu pārvaldes organi mēdz noteikt budžeta kārtībā uz 1 gadu. Nav zināms, vai valsts likumdošanas ceļā kādā vietā šo jautājumu norēgulē. Nav arī zināms, kādas pārgrozības tarifos ir pa kara laiku un kādas sagaidāmas pēc kara.

Minimālmaksa. Lai izsargātos no pārāk lielas taupības, kas dažādā ziņā nevēlama, dažās pilsētās ievesta zināma minimālmaksa, ko arī var noteikt uz dažāda pamata. Protams, ka izejas viedoklis ir noteikt minimālo patēriņa lielumu, bet arī to var noteikt dažādi pēc ikreizējiem uzskatiem. Tā piem., Dancigā kā minimālmaksa pieņemta 3 M no katras apdzīvotas telpas mājā ar ievestu ūdeni. Par apdzīvotu skaita katru telpu ne mazāku par 10 m² grīdas laukuma, vienalga vai tā apkurināma, vai nē, izņemot trepju telpu, mājas vestibulu, bēniņus un pagrabus, bet gan ieskaitot maksājamo skaitā bēniņu un pagrabu istabas. Manheimā minimālmaksa noteikta pēc mājas nomas vērtības. Senāk bija pieņemtas 3 īres maksātāju klases ar sekojošu ūdens minimālmaksu: mājām ar gada ienākumu no īrēm līdz 1.000 M — 20 M, 1.001—3.000 M — 50 M un pāri par 3.000 M — 70 M. Tomēr izrādījās, ka tāds skaitlis nav pilnīgi taisnīgs, jo dažam īpašniekam zemākā klasē iznāca samērā dārgāk samaksāt kā no īpašuma ar augstāku vērtību. Tādēļ šo iekārtu mainīja un pārgāja uz tādu aprēķina veidu, ko noteic nodoklis no nomas normālas maksas 3% lielumā, un aprēķināja restorāniem no ²/₃ un kantoriem, magazinām, fabrikām un darbnīcām ¹/₃ no īstās nomas vērtības.

Ķelnē bija tāda metode: mazāko ūdens maksu nosacīja atkarīgi no īpašuma nodokļu lieluma un par 1 gada ceturksni bija jāmaksā: nebija jāmaksā līdz 12 M mājas nodokļa, bet pie nodokļa 12—16 M — 50 Pf., no 16—20 M — 1 M un t. t. līdz 41. pakāpei. pie kam pēc nodokļa lieluma pāri par 3.000 M bija jāmaksā par ūdeni 300 M.

Lielā daļa pilsētu minimālmaksu aprēķina kā maksu par zināma daudzuma ūdeni vai to patērē vai nē, un tikai lielāks patēriņš jānomaksā atsevišķi pēc tarifa. Berlīnē ņēma no katra pieslēgtā gruntsgabala par katru gada ceturksni 4 M kā pamatmaksu, kas uzskatāma it kā atlīdzība par to, ka gruntsgabals pieslēgts pie ūdensvada tīkla. Isto maksu ņem pēc patērētā ūdens daudzuma.

Stokholmas tarifs ir 26 sant. par 1 m³, bet ne mazāk par 20 ls no ūdensmērītāja, kas uzrāda līdz 1.000 m³. Lielākam patēriņam nolaidums: 1,3 sant. pie patēriņa 1.000—2.000 m³, 2,6 sant. — 2.000—3.000 m³, 3,9 sant. — 4.000—8.000, 5,2 sant. — 8.000—12.000 un 6,5 sant. — vairāk

par 12.000 m³. (Stokholma ņem vienreizīgi par pieslēgumu 39 sant. no katra m² gruntsgabala laukuma.)

Minimālmaksai ir divējāda nozīme, finansiāla un higiēniska. Finansiālā ziņā tā garantē ūdensvadu pārvaldei zināmu ienākumu, neatkarīgi no lielāka vai mazāka ūdens patēriņa. Higiēniskā ziņā nozīmē tā, ka iedzīvotāji nav ieinteresēti apieties visai skopi ar ūdeni, jo par zināmu noteiktu ūdens daudzumu ir jāmaksā tā kā tā, vai to patērē, vai nē. No abiem viedokļiem var secināt, ka minimālā vai pamatmaksā jāpieskaņo mājas iedzīvotāju skaitam, un tā nav nosakāma visai zema, lai iedzīvotājiem nevajadzētu skopoties ar ūdens patēriņu, kas neatnestu labumu ne ūdensvadu iestāžu financēm, ne iedzīvotāju veselības kopšanai.

Paušalmaksa. Ar ūdensmērītājiem varēja maksu noteikt saskaņā ar patiesi patērēto ūdens daudzumu. Ja tādus neuzstāda, tad maksa jānosaka ar zināmu paušalsummu, tomēr pieskaņojot to patērētam ūdens daudzumam, kas tad jāatrod uz novērtējuma pamata. Novērtējumu patēriņa lielumam izdara ar dažādiem paņēmieniem.

Sastopami sekojoši pamati: 1) mājas iedzīvotāju skaits (arī mājlopu skaits), 2) mājas telpu skaits, 3) dzīvokļu skaits, 4) ūdens saņemšanas aizgriežņu skaits, 5) mājas (vai dzīvokļu) ires vērtība, 6) mājas ienākumu vērtība (brutto ienākums), 7) nekustama īpašuma nodokļa vērtība, 8) apbūvēta laukuma vai apdzīvota laukuma lielums, 9) uguns apdrošināšanas maksa. Visbiežāk sastopams nodokļa aprēķins pēc telpu skaita mājā. Bet te nu vēl jānoskaidro, kādas telpas skaitīt. Dažās vietās ieskaita apkurināmās telpas, citās atkal apdzīvojamās un vēl citās vietās telpas ar lielāku par zināmu minimālplatību. Tā, piem., Altonas pils. noteikta mazākā grīdas platība 7 m², dažās citās pilsētās 8 m².

Nodokļa lieluma aprēķināšana pēc mājas ienākumiem no dzīvokļiem var izlikties vēlama no sociālpolītiskā viedokļa, jo tas, kas var dārgāk maksāt par dzīvokli, var arī dārgāk samaksāt par ūdeni, lai tam, kam līdzekļi mazāki, atvieglotu ūdens patēriņu. Bet var celt iebildumus pret šādu aplikšanas metodi, jo ūdens sagādāšanas izmaksa tak ir visiem vienāda. Bet šo domu mēģināts mikstināt ar to, ka mazos patērētājus atbrīvo pavisam no nodokļa.

Noteiktas paušalsummas dažās pilsētās ņem tikai par ūdeni parasto vajadzību patēriņam, piem., no viena virtuves aizgriežņa, kamēr par atsevišķām ietaisēm, ja tādas nav visās mājās, ņem vēl papildu nodokli.

Tā, piem., Kopenhagenā ņem 12 sant./m³ ielas un 8 sant./m³ sētas mājā, un par to piegādā ūdeni ar 1 aizgriezni sētā, 1 — virtuvē un

1 vannas istabā. No papildu aizgriezņiem 4,5 ls, pagalma mazgāšanai — 18 ls gadā. WC skalošanai 18 ls gadā par katru atēju, ja izlieto ne vairāk par 25 m³ pusgadā. Par vairāk izlietotu 55 sant./m³. Ja ūdeni WC skalošanai ņem no tā, kas iet caur skaitītāju citām vajadzībām, tad par ūdeni sevišķi nav jāmaksā, bet jāmaksā sevišķa nodeva 11,5 ls gadā par katru atēju. Rūpniecībai cits tarifs.

Nodokļu ņemšana pēc paušaltarifa atvieglo naudas saņemšanu, jo nav vajadzīgs katreiz nolasīt ūdensmērītāju. Neērtības tās, ka nav iespējams kontrolēt ūdens patēriņu dažādās vietās, un ir zināms tikai kopīgais, ūdens iestādes nodotais ūdens daudzums. Bet paušals var būt ieteicams pārejas laikā, kā jau minēts, kamēr nav pieslēgušās visas mājas, ar to nolūku, lai pieradinātu iedzīvotājus pie laba ūdens patēriņa.

Amerikāņi savos tarifa noteikumos stingri pieturas pie sekojošiem principiem: 1) vispārības un privātas intereses jāievēro šķirti viena no otras un 2) būves un ekspluatācijas izdevumi arī jāšķiro. Nomaksas aprēķina objekti arī Amerikā ir tie paši kā Eiropā: īpašuma vērtība, būvlaiDES gaŕums, ūdensmērītājs, patērētais ūdens daudzums un mājas pievienojums pie vada tīkla. Maksājumu veida sadalījums parasti šāds:

1) Būves izdevumu atmaksa saskaņota ar sekojošiem nodokļa veidiem: a) vērtības nodokli, ar kuŗu nomaksā to izbūves daļas izmaksu, kas dara labu visiem īpašumiem, kā: rezervuāru, pumpētavu, tīrīšanas ietaišu un galveno pievadu izmaksu; b) būvlaiDES gaŕuma nodokli, ar kuŗu nomaksā to izbūves daļas izmaksu, kas nāk par labu īpašumiem, kas tieši piegulst pie attiecīgā vada; c) maksa par mājas pievienojuma izbūvi pie ūdensvada.

2) Ekspluatācijas izdevumus, kā algas, remontu un turēšanu kārtībā, aprēķina par patērētiem materiāliem un darba spēkiem. Tos izdevumus sedz ar: a) nodokli par ūdensmērītāja lietošanu un b) maksu par patērēto ūdens daudzumu. Pēdējās maksas lielums dažās vietās saskaņots ar patiesu izdevumu lielumu.

Pēc Eiropā parastām metodēm maksu aprēķina tikai pēc viena objekta, vai mājas vērtības, vai izmērītā ūdens daudzuma, vai kā citādi. Amerikas metode ir gan daudz sarežģītāka, bet jāsap, ka tā arī ir taisnīgāka. Bez šaubām, tādas labierīcības ietaises kā ūdensvads un kanalizācija visā pilsētā pacel īpašuma vērtību un arī dara labu visiem pils. iedzīvotājiem, un tādēļ taisnīgi, ka šo ietaišu galvenās sastāvdaļas samaksā visi tie īpašumi pēc savas vērtības, kas ko iegūst no šīs ietaises. Pie galvenām sastāvdaļām jāpieskaita nevien, kā jau minēts, rezervuāri, pumpētas, tīrīšanas ietaises un galvenās maģistrāles, bet arī tā ielas tīkla daļa, kas pārsniedz katram atsevišķam īpašumam vajadzīgā vada

lielumu. Turpretim izdevumi par vadu, kas vajadzīgi, lai pievestu ūdeni gruntsīpašuma patēriņam, sedzami ar nodokli, ko maksā no gruntsīpašuma, piem., no būvlaides garuma, vai īpašuma vērtības. Ja atmaksu aprēķina pēc frontes garuma, tad tam var noderēt par pamatu būvlaides vienības maksa, kuŗu atrisina, aprēķinot zināmam ielas gabalam vai zināmam tīkla rajonam visu izdevumu summu par vismazākā diametra vadu, ieskaitot arī hidrانتus, iekāpjāmās akas un vismazāko aizlaidņu vērtību, un šo summu sadalot ar visu pie šā pieņemtā rajonā atrodošos ielu kopgarumu resp. abās pusēs piegulošo gruntsgabalu būvlaide kopgarumu. Visi citi ielu tīkla izdevumi, kas pārsniedz minēto aprēķināto summu, ietilpināmi visas pilsētas vērtības nodokļa summā. Mājas pievienojuma vads pie ielas vada izbūvējams uz īpašnieka rēķina, jo tas dod labumu tikai mājai. Šāds pievienojums jāizbūvē pilsētai kā ielas saimniekam, bet uz gruntsgabala īpašnieka rēķina. Pievienojuma izmaksu aprēķina pēc visiem īpašumiem vienādas taksēs, neņemot vērā katras vietas īpatnējos apstākļus. Varētu uzskatīt arī par taisnīgu, jo šo maksu aprēķinātu atkarīgi no mājas vērtības.

Būvlaides garuma nodokļa aprēķināšanai jāņem vērā vēl daži citi motīvi. Pieskaņojoties vietējiem apstākļiem dažos gadījumos var būt vēlami apdzīvoto vietu iedalīt atsevišķos rajonos un klasēs, atkarīgi no to nozīmes un katrā atsevišķā klasē pieņemt citādu nodokļa likmi. Tas jādara ar nolūku mazāk apgrūtināt tos īpašumus, kam, piem., gara būvlaide, dažreiz pie maza gruntsgabala dziļuma. Atkal citos gadījumos pie būvlaides garuma nodokļa normas aprēķināšanas būtu taisnīgi ņemt vērā īpašuma vērtību. No higiēniskā viedokļa jāveicina reta apbūve ar vienvai divģimeņu mājām ar dārziņu klāt. Protams, ka nebūtu taisnīgi no tādiem gruntsgabalu īpašniekiem prasīt nodokli, kas būtu aprēķināts ar to pašu normu, kā lielājiem, centrā bieži apbūvētiem gruntsgabaliem ar lieliem veikaliem vai ar rūpniecības iestādēm, jo ienākumu ziņā tādi gruntsgabali tak nav līdzvērtīgi.

Eksploatācijas izdevumi (algas, kā arī materiāli un darba spēks tekošam remontam un uzturēšanai) sedzami ar nodokli, kuŗa lielums aprēķināms pēc patiesi patērētā ūdens daudzuma, un tam jābūt vienādam visiem patērētājiem.

Būvkapitāla sagādāšana var būt vai aizņēmuma ceļā, vai no gruntsgabalu īpašnieku iemaksām. Pēdējā gadījumā noteikto summu aprēķina vai nu pēc īpašuma vērtības vai būvlaides garuma, un īpašnieks var nomaksāt vienā reizē vai īsos termiņos. Bet šāda būves summas nomaksa varētu apgrūtināt īpašumus, un tādēļ gan pilsētai būs labāk aizņemties visu pirmai izbūvei vajadzīgo summu un no īpašniekiem prasīt atmaksu neliela gada nodokļa veidā, aprēķinot šo nodokli vai no

īpašuma vērtības, vai ienesīguma vērtības, vai no būvlaides garuma. Īpašniekam atstāta tiesība uz viņa daļu pienākušos aizņēmuma lielumu samaksāt vai uz reizi, vai īsos termiņos, kas dotu jau iespēju sakrāt būvkapitālu turpmākai ietaises paplašināšanai.

No apcerējuma redzams, ka pilsētas izdevumu atmaksa par ūdens apgādes ietaisēm var būt dibināta uz dažādiem aprēķina veidiem. Katrā atsevišķā pilsētā jāizvēlas tie aprēķina veidi, kas vislabāk pieskaņojami vietējām prasībām.

X. Ūdens apgāde lauku saimniecībā.

48. Ūdens lauku saimniecībā.

Ūdens apgādes jautājums lauku saimniecībā nav mazāk svarīgs kā pilsētās. Pie tam ūdens vajadzība var būt ļoti plaša. Ūdens vajadzīgs nevien cilvēkiem ēdiena izgatavošanai, dzeršanai, tīrības uzturēšanai, ugunsgrēka dzēšanai, bet tas vajadzīgs arī lopu ēdiena sagatavošanai un lopu dzirdināšanai. Bez šādām vajadzībām vēl ūdens jāzagādā, un varbūt vēl lielākā mērā, stādu audzēšanai. Pirmā vietā uz laukiem jāparedz ūdens sakņu un augļu dārzu laistīšanai. Plašākā mērogā ūdens vajadzība domājama arī citu lauksaimniecības stādu augšanas veicināšanai: labību un pļavu (āboliņa lauku) aplaistīšanai sausā laikā, lai tie neciestu no liela sausuma.

Tātad, stājoties pie lauksaimniecības ūdens apgādes jautājuma atrisināšanas, jānoskaidro kādām vajadzībām un cik daudz ūdens jāzagādā. Tad arī jāapsver jautājums, kāda labuma ūdens dažādām vajadzībām lietojams. Visi tie ir tie paši jautājumi, kas pacēlās pie pilsētu apgādes ar ūdeni, tikai te tie dažā ziņā ir jāapskata no atsevišķa viedokļa.

Kā jau agrāk norādīts (17. l. p.), ūdens prasību apmierināšanai arī uz laukiem vajadzīgs:

1 cilvēkam	30—50 l dienā
1 zirgam vai liellopam	40—60 „ „
1 mazlopam	10—15 „ „
Dārza laistīšanai sausās dienās uz 1 m ²	2—3 „ „
Lauku sējumu laistīšanai uz 1 m ²	1—3 „ „
Pirtī uz 1 cilvēka	30—50 „ „

Ūdens īpašības var būt dažādas, dažādām vajadzībām. Cilvēkiem dzeršanai un ēdiena izgatavošanai, tāpat arī lopu dzirdināšanai vajadzīgs higiēniski tīrs ūdens, kā tas jau minēts pie ūdens apgādes vis-

pār, turpretim dārzu, un vēl jo vairāk lauku, laistišanai var būt jau mazāk tīrs ūdens noderīgs, pat tāds, kam piejaukta stajļu virca. Dažām lauku rūpniecības ietaisēm, piem., pienotavām, vajadzīgs ļoti tīrs ūdens. Lopu dzirdināšanai var lietot pa daļai ūdeni, kas satur barības vielas, piem., ēdienu atliekas, ķēķa samazgas.

49. Ūdens sagādāšana lauku saimniecībā.

Parastais ūdens avots uz laukiem ir aka un dažos gadījumos arī virszemes ūdeņi: upes, ezeri, diķi. Pie mūsu saimniecību iekārtas pa lielākai daļai ūdens jāapgādā katrai saimniecībai atsevišķi, un reti būs tie gadījumi, kad vairāki kaimiņi kopīgi varēs ūdeni pievadīt no kāda kopīga avota. Ārzemēs (piem., Vācijā), kur saimniecības sargrupētas sādžveidīgi, lieto grupu (puduru) ūdens piegādi, kas ūdeni piegādā ne vienai vien saimniecību grupai, bet pat lielākam skaitam. Tāda ūdens piegāde dod iespēju racionālāk izmantot labu ūdeni, un visu piegādi nostādīt zem lietpratīgas uzraudzības. Kur saimniecības atrodas lielākā attālumā viena no otras, kā tas mums mēdz būt, tāda ūdens piegādes sistēma maksātu dārgi, un mums būs varbūt retos izņēmuma gadījumos šī sistēma lietojama. Bet gan mūsu pilsētām, ciemiem un citām biežāk apdzīvotām vietām ieteicams piegriezt tādei kopīgai ūdens piegādei vērību, jo tikai tajā ceļā var uzlabot higiēniskus apstākļus un izbēgt no lipīgām slimībām: dizentērijas un vēdertifa.

Atsevišķā saimniecībā, kā jau minēts, parastākais ūdens apgādes veids ir māju aka, par kuŗas novietni (76. l. p.) un izbūvi (153. l. p.) jau agrāk minēts. Māju akas mūsu saimniecībās parasti izmanto virsējo gruntsūdeni, jo dziļāki slāņi ir mums devona kaļķakmens vai smilšakmens slāņi, kas parasti nav bagāti ar ūdeni, tomēr no tiem ūdens ir jāuzmeklē, ja virsējais gruntsūdens nebūtu noderīgs.

Akai izvēloties virsējo gruntsūdeni, vispirms jāizvēlas pareiza novietne (76. l. p.). Parasti prāsītais attālums 10 m no mēslu bedrēm un atejas vietām vēl negarantē akas tīrību. Jāuzzina gruntsūdens kustības virziens (94. l. p.), un aka jānovieto augšpus minētām netīrumu vietām, rēķinot pēc atrastā gruntsūdens virziena. Ja gruntsūdens slāņi pārklāj bieza māla kārtā 3—5 m), tā jau labāk aizsarga no netīrumu ietiekšanas ūdenī, un tad aka var būt arī tuvāk, turpretim, ja grunts ir viegli caurlaidīga, attālumam jābūt lielākam, līdz 25 m un zem apstākļiem pat vēl vairāk. Cenšanās ir aku nenovietot tālu no stajļiem, lai ūdens pienešanu atvieglotu, bet tas ne arvien ir ļabi no higiēniskā viedokļa. Ja ūdeni pievada no pumpja ar cauruļu vadiem, tad lielāks attālums nav grūti iekārtojams, izmaksās tikai vairāk cauruļu vadi, dažreiz pietiek koka renes.

Visādā ziņā aka jāaizsarga arī no netīrumiem, kas varētu ietikt no virszemes, visu akas apkārtni noblīvējot ar mālu vai ar betonu. Velas vai trauku mazgāšana akas tuvumā, vai lopu dzirdīšana nevēlama, un tā jāiekārto pietiekamā attālumā no akas. Ja tomēr, neskatoties uz visu rūpību, akā atrastu netīrumu vielas (piem., no mēslojiem laukiem), kas laiku pa laikam jāpārbauda ar analīzi, tad aka jādezinficē (76. l. p.), bet tas tomēr nedod pastāvīgu drošību, jo arī uz priekšu akā var ietikt netīrumu vielas. Vienīgā izeja tādos gadījumos ir vai nu atrast izdevīgāku vietu jaunai akai, vai izmantot dziļāku gruntsūdens slāni, kas izsargāts no netīrumu ietiekšanas ar biezu (3—5 m) māla starpslāni. Tādā gadījumā seklās grodu akas vietā stāsies urbta aka, bet arī tās apkaime jānodrošina pret netīrumiem, kas varētu gar akas caurules sienu iesūkties ieņemamā gruntsūdenī.

Kas attiecas uz akas izbūvi atsevišķās saimniecībās, tad attiecīgi aizrādījumi jau doti (154. l. p.). Aka materiāli jāpieskaņo ūdens īpašībām. Materiāliem jābūt tādiem, ko ūdens nebojā, bet otrādi arī tādiem, kas nebojā ūdeni. K o k a grodi ar laiku satrūd, sevišķi tai daļā, kas atrodas virs ūdens; pie koka pieķeras un aug visādi ūdens sīkorganismi (sēnītes). Visu to ievērojot, koka grodi jāimpregnē ar kādu vielu, kas nebojā ūdeni (piem., ūdensstiklu vai taml.). M ū r ē t a s un b e t o n a akas ir izturīgākas, bet lai neiesūktos caur neblīvumiem mūrī vai betonā nevēlams (no netīriem slāņiem) ūdens, akas no ārpuses gludi jāapmet. Arī iekšpusē apmetums vēlams, ja mūris vai betons nav pietiekami gluds pats par sevi. Protams, slāni, no kura ūdeni saņem, jāietaisa akas sienās ietece caurumi, ja nav pietiekama ietece no akas dibena.

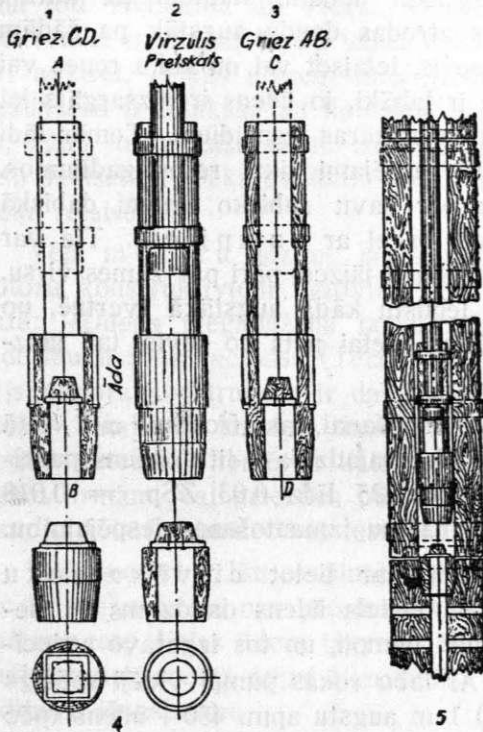
Ūdens smelšanai no akas jālieto p u m p j i (432. l. p. un turpm.). Ūdens smelšana no valējas akas ar spaini pilnīgi atmetama kā nehigiēniska. Nelielām vajadzībām varētu iztikt ar rokas pumpi, tomēr lielākam patēriņam ūdens piegāde nogurdina un kavē arī laiku. Tādēļ jālieto mehāniskais dzinējspēks, kā par to vēl turpmāk būs aizrādīts.

Uz laukiem daudzkreiz urbtās koka caurulēs lieto arī koka pumpjus (610. zīm.), kas var ūdeni izcelt iz akām līdz 15 m dziļuma. Visu ietaisi izgatavo no 9''—10'' resniem bezzarainiem priedes baļķiem, kuņģos ar piemērotu urbi galeniski izurbj 6—9 cm (vai arī 3—4'') caurumu. Cauruma apakšējo galu aiztaisa ar koka tapu, bet ūdens ieplūšanai baļķa sānos ietaisa lielāku četrstūrīgu caurumu, ko nosedz ar sietu, lai pumpī neierautu dažus sīkus priekšmetus. Nedaudz virs ieplūdes cauruma iedzen apakšējo koka pretvārstuli (kanniņu, 610. zīm.). Pēdējais arī gatavots no koka ar ādas virsu (611. zīm.), un tam jābūt vajadzības gadījumā izvelkamam. Sūkņa virzuli arī gatavo no koka, un lai tas būtu cilindri pietiekami blīvs, to apvelk ar ādas strēmeli (manšeti).

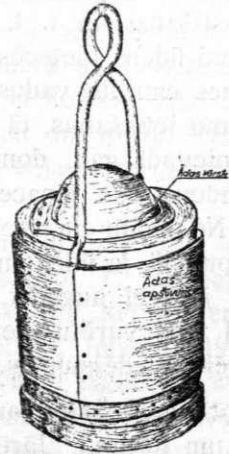
Vēl par akas ūdens īpašībām. Dažreiz gruntsūdens satur lielu daudzumu dzelzs, vairāk par 0,2—0,3 mg/l, tad tas jāatdzelžo, kas sevišķas

grūtības nedara (376. l. p.). Ciets ūdens parasti baudišanai ļaunumu nes, bet nav lietojams tvaiku katliem, jo attīstās katla akmens. Pēdējam gadījumam ūdens būtu jāatmikstina, kas tomēr prasa sarežģītus paņēmienus un izmaksā dārgi (350. l. p.) un tādēļ pie šī līdzekļa uz laukiem jāķeras tikai sevišķu vajadzību gadījumos, un kad iespējams ietaisei nodrošināt lietpratīgu vadību.

Ūdens no virszemes tvirtnēm: upēm, ezeriem un dīķiem nav tieši lietojams baudišanai, jo tajā varēja ietikt dažādas netīrumu vielas, piem.,



610. zīm. Koka pumpis.



611. zīm. Koka sūkņa virzulis.

1. Virzulis ar stangu, griez.
2. Virzulis ar stangu, ārējs skats.
3. Virzulis ar stangu, griez.
4. Virzuļa kanna.
5. Pumpja iebūve.

ar notekām no apdzīvotām vietām, vai iesūcoties no mēslojiem laukiem. Ūdens no tādiem avotiem baudišanai jāpadara lietojams ar dažādiem tīrīšanas paņēmieniem, ar kuriem var grāmatas attiecīgās vietās atrast norādījumus. Turpretim dārzu laistīšanai, lielāku lauku gabalu vai pļavu apūdeņošanai var ļoti labi lietot ūdeni, kas ņemts no minētām virszemes tvirtnēm, ja tas nav bojāts ar kādiem ļauniem rūpniecības ūdeņiem.

Pielietojot tīrīšanas paņēmieni dzeramā ūdens sagādāšanai, arī jānodrošina lietpratēja norādījumi, jo tādu tīrīšanas ietaišu, kas strādā automatiski, nav. To ievērojot, uz laukiem laba ūdens sagādāšana gan

būs vienīgi ieteicama ar labām, pareizi iekārtotām akām. Raktas grodu akas vietā, ja gruntsūdens atrodas sekli zemē, bet lielākā dziļumā (vairāk par 5 m) jau būs izdevīgāk ietaisīt urbtu aku, sevišķi, ja ūdens slānis ir biezs (vairāk par 2 m).

50. Ūdens piegādāšana lauku saimniecībā.

Noizvēlētā ūdens avota ūdens jāpiegādā visām tām vietām, kur saimniecībā ūdens jāpatērē: dzīvojamām mājām, stalliem un kūtim, dārzu laistīšanai un t. t. Ja avots atrodas daudz augstāk pa šādām vietām, tad ūdens pietecēs pats no sevis, ietaisot vai nu koka renes vai apakšzemes cauruļu vadus. Pēdējie ir labāki, jo ūdens ir aizsargāts kā no netīrumu ietiekšanas, tā arī pret temperatūras iespaidiem. Tomēr tādi pašteču pievadi gan, domājams, būs iespējami tikai retos gadījumos. Parasti ūdens būs jāpaceļ augstāk par savu dabisko līmeni dabiskā tvertnē. No akām un tvertnēm ūdeni paceļ ar pumpjēm. Tie var būt sūcējpumpji, ja ūdens no neliela dziļuma jāizceļ pāri par zemes virsu. Ja ūdens jāpaceļ augstāk, lai viņu ielaistu kādā augstākā tvertnē, no kurās tad viņš varētu pietecēt patēriņa vietai pats no sevis, tad jāuzstāda sūcēj- spiedējpumpis.

Kā aprēķina mašīnu jaudu ūdens pumpēšanai, tas atrodams citā vietā (432. l. p. un turpm.). Jārēķina, ka spēka vajadzība 1 litra ūdens pacelšanai 1 sekundē 1 m augstu vēlama 0,025 līdz 0,03 ZSp. = 0,018 līdz 0,022, vidēji 0,02 KW, ierēķinot mašīnu izmantošanas iespējamību.

Kā spēka avotu pumpja dzīšanai var lietot cilvēka roku spēku (ar rokas pumpi), ja jāpumpē neliels ūdens daudzums uz nelielu augstumu. Rokas pumpji ir virzuļu pumpji, un tos izgatavo attiecīgas mašīnu fabrikas dažādā veidā. Ar labu rokas pumpi vidēji spēcīgs vīrietis var 1 min. pacelt (uzpumpēt) 1 m augstu apm. 450 l ūdens (pēc Ziemeļa — Ūdens piegādāšana lauku saimniecībā). Tātad cilvēka spēks īsā darba laikā var līdzināties ap 0,10 ZSp., bet ilgāku laiku 0,05 ZSp., Ja jāpumpē uz dažādu augstumu, tad vidēji spēcīga vīrieša produktivitāte 10 stundās, kā redzams no sekojošas tabulas, varētu būt:

Pumpēšanas augstums metros	2	6	10	15	20	30	40	50
Ūdens daudzums litros minūtē	225	75	45	30	22	14	10	8

Cilvēka spēku nav lietderīgi izmantot lielāka daudzuma ūdens pumpēšanai. Lieto arī dzīvnieku spēku: zirga vai vērša, iejūdzot viņus gē-

pelī. Viņi var strādāt ne vairāk par 8 st. dienā, ar attiecīgiem pārtraukumiem atpūtai un barības ieņemšanai. Ņemot par pamatu teorētisko ZSp., var zirga vai vērsa darbu pielīdzināt 0,5 ZSp. Lielāka ūdens daudzuma pumpēšanai tomēr ir labāk lietot mehānisku spēku. Ja viegli pieejama tvaika mašīna (piem., lokomobile), var lietot to. Stacionāras tvaika mašīnas uz laukiem reti sastopamas. Visparastākā spēka mašīna lauku vajadzībām gan būs iekšdegmotors: naftas, petrolejas, benzīna, spirta. Tādas mašīnas var dabūt tirgū dažāda lieluma un dažādām sīkrūpniecības vajadzībām, arī ūdens pumpēšanai. Šādu mašīnu apkalpošana ļoti vienkārša un viegla, konstrukcija droša. Liela priekšrocība pret tvaika mašīnām tā, ka viņas var ātri un viegli laist darbā un tikpat ātri apturēt. Viņas aizņem maz vietas un, samērā ar tvaika mašīnu, iegādāšanās ir lētākas, bet lietošanai vajadzīgas pa lielāku daļu degvielas, kādu mūsu pašu zemē nav, izņemot sūcgāzi un spirtu. No mūsu pašu dabiskiem spēka avotiem varam nodarbināt vēja motorus un ūdensspēka ietaises.

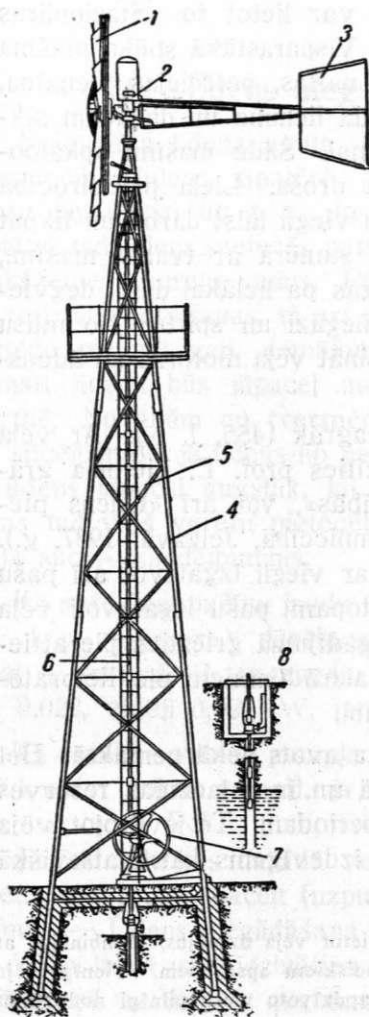
Vēja motoru nozīme jau aprakstīta agrāk (455. l. p.). Ar vēja motoru konstruktīviem motīviem var iepazīties prof. E. Ziemeļa grāmatā: «Ūdens piegādāšana lauku saimniecībās», vai arī «Ūdens piegāde lauku saimniecībās» (Technika lauksaimniecībā, Jelgavā, 1937. g.). Vēja motora konstrukciju ir daudz, un tos var viegli izgatavot arī pašu mājās. Mums uz laukiem daudz vietās sastopami pašu izgatavoti vēja motori. Ieteicams tomēr ir katrā atsevišķā gadījumā griezties pie attiecīgām firmām, vai griezties pēc attieciem aizrādījumiem pie lietpratējiem, kādi lauksaimniecības iestādēs sastopami.

Vēja motori ir lēti ekspluatācijā, jo spēka avots nekā nemaksā. Bet par to spēka avots nav pieejams katrā laikā un ir vajadzīgas rezerves mašīnas resp. lielas ūdens tvertnes bezvēja periodam. To ievērojot, vēja mašīnu priekšrocība stipri samazinās, un to izdevīgums katrā atsevišķā gadījumā jānoskaidro.

Krievijā arī ieteic nelielām apdzīvotām vietām lietot vēja dzinējus, kombinējot ar kādu spēka avotu, kas darbojas neatkarīgi no periodiskiem apstākļiem. Vienīgi vēja motora uzstādīšana, pēc speciālistu atzinuma, nevar apdzīvoto vietu pilnīgi nodrošināt ar ūdeni. Krievijā ieteikti lietošanai vēja motors BD — 5 m un BD — 8 m, kā arī BD — 12 m. Lauku saimniecībās visbiežāk lieto BD — 5 m (tagad nosaukts TB — 5 m). Šī motora uzstādīšana redzama 612. zīm. Tas ierīkots tā, ka var automātiski izslēgties no darbības, ja vēja ātrums lielāks par 8 m/sek, kam noder rēgulātors «Eklips» (613. zīm.). Normālā darba spēja dzinējam BD — 5 m ir pie vēja ātruma 8 m/sek un 4 apgriezieniem minūtē ap 2,5 ZS uz vēja rata ass. Pumpju stangas kustība 12,5 reiz/1 min. Lielāka vēja dzinēja ietaise ir BD — 8 (TD — 8 m) (614. zīm.). Ietaise ir ar rēgulātoru «Eklips», ar grieztuvi, kas vertikālās vārpstas kustību pārmaina uz horizontālo, un ar ierīci dzinēja darbā laišanai un apturēšanai. Dzinēja jauda uz vārpstas ir ap 7 ZS pie vēja ātruma 8 m/sek. un pie rata apgriezienu skaita 25/1 min. Šim dzi-

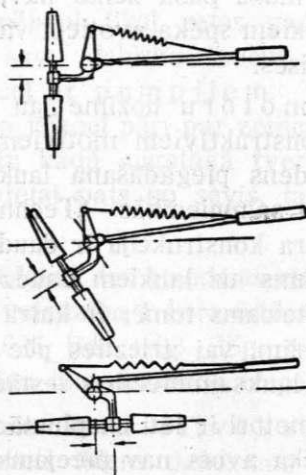
nējam paredz plašu nākotni, jo tas ir ar lielāku jaudu kā BD — 5 un tātad var noderēt arī lielāka ūdens daudzuma piegādāšanai.

Ūdens krātuves vēja dzinēju ietaisei (455. lpp.) var taisīt kā virszemes betona resp. dzelzbetona būves, bet mazākām ietaisēm var taisīt koka rezervuārus uz koka apakš-



612. zīm. Vēja dzinēja BD—5 m kopējs skats.

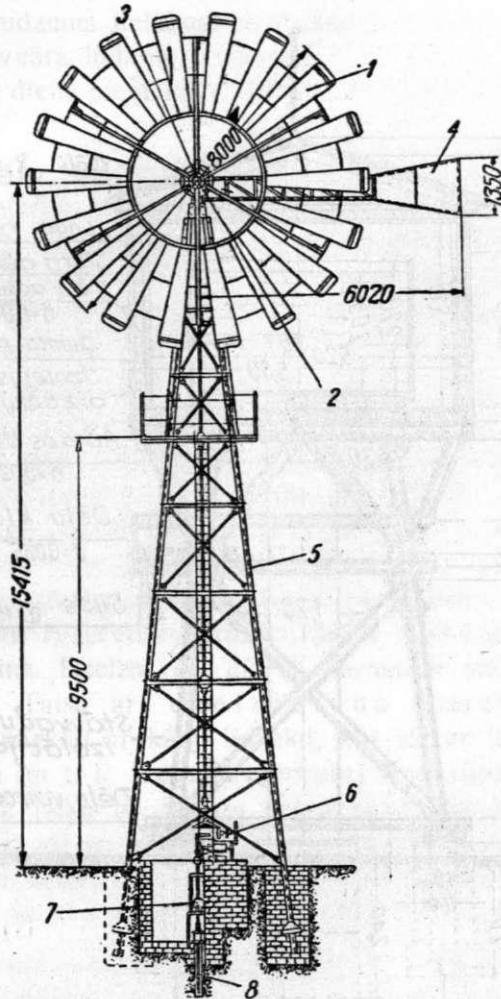
- 1 — vēja rats, 2 — dzinēja galva, 3 — aste, 4 — tornis, 5 — trepes, 6 — dzinēja stanga, 7 — grieztuve, 8 — pumpis akā.



613. zīm. Rēgulators «Eklips», vēja rata pagriešanai pret torņa asi tā, lai dzinējs būtu izslēgts no vēja iedarbības.

būves (torni, 615. zīm.). Koka rezervuāru no dēļiem iekšpusē vēlams izlikt ar cinka skārdu. Rezervuāru ievieto apbūvē, piem., no 2 rindām dēļu ar izolācijas materiālu (kūdras platnes) starpā.

Ūdens spēks lauku ūdens vadiem tiek reti lietots un prasa diezgan sarežģītas ietaises. Visbiežāk sastopams Peltona rats (456. l. p.) vai Peltona motors, kas lietojams gadījumos, kad ir darba ūdenim pie-



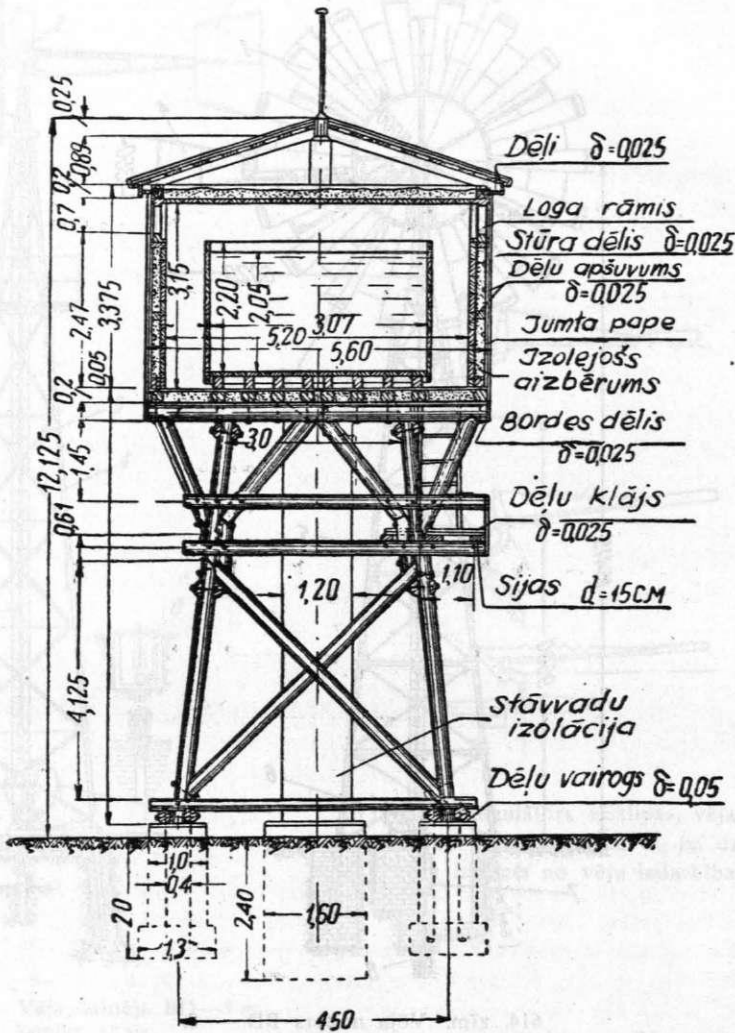
614. zīm. Vēja motors BD — 8.

- 1 — vēja rats, 2 — dzinēja galva, 3 — aste, 4 — rēģulatora lāpsta, 5 — tornis,
6 — grieztuve, 7 — balansiers, 8 — pumpja stanga.

tiekams kritums, lai to izdevīgi varētu izmantot apgādājamā ūdens celšanai. Vēl vienkāršāka mašīna ūdens pumpēšanai ir ūdens triecis (468. l. p.), bet tās lietojamas vienīgi tādos gadījumos, kad pieejams

lielāks ūdens krājums, no kura daļu var izlietot ūdens piegādāšanai, bet lielāko daļu izmantot mašīnas dzīšanai.

Ūdens piegādāšanas mehānizāciju uz laukiem plašākā mērā varēs sagaidīt pēc tam, kad būs pieejama elektrība un būs iespējams lietot



615. zīm. Koka ūdens tornis.

elektromotorus, savienotus ar centrifugālpumpjiem. Jautājums, cik saimnieciski izdevīgi lietot elektrisku enerģiju ūdens piegādāšanai, pirmā kārtā atkarīgs no tā, cik maksā elektriskā strāva. Jāievēro tomēr arī lielās ērtības, kādas var sasniegt tikai elektrību lietojot.

Ūdens uzkrāšana. Nebūtu lietderīgi ūdens pumpēšanu pieskaņot tiešam patēriņam. Pēdējais ir svarstīgs, un vislielākais patēriņš daudzkārt pārsniedz vismazāko, un nebūtu izdevīgi mašīnu darbu iekārtot vislielākam patēriņam. Tādēļ vajadzīgi ūdens rezervuāri, kas ūdeni uzņem, kad pumpis dod vairāk kā patēriņš to prasa, un tāad uzkrājas ūdens daudzums lielākam patēriņam. Vislabāk lauku apstākļiem piemērots rezervuāra lielums ir vismaz 1 dienas patēriņam, tad rezervuāru var 1 reiz dienā piepumpēt pilnu un no tā lietot ūdeni kā vajadzīgs, dienu un nakti.

Krājrezervuāru uzstāda kādā visaugstākās ēkas vietā tik augstu, lai no tā ūdens varētu iztecēt patērēšanas vietā ar pietiekamu spiedienu. Ja gribētu dzēst vēl ugunsgrēku no rezervuāra, tad tas jāuzstāda tik augstu, ka rastos jau vajadzība uzbūvēt sevišķu torni, kuŗa apakšējā daļā arī varētu novietot pumpējamās mašīnas. Rezervuārs kā arī pievadi jāietaisa tā, lai ūdens nesasaltu (515. l. p. un turpm.).

Rezervuāru mājas vajadzībām, ja tas nav liels, var taisīt no gludi noēvelētām cieta koka plankām, bet tāda tvertne iekšpusē jāizoderē ar cinka skārdu. Svina skārds nav ieteicams aiz jau agrāk aizrādītiem iemesliem. No virsas rezervuārs jāpārsedz ar vāku, lai putekļi un netīrumi netiktu iekšā. Telpai, kuŗā novietots rezervuārs, jābūt aizsargātai pret temperatūras iespaidiem un tīrai. Lielākus rezervuārus taisa no dzelzs, no kniedētām vai liedētām dzelzs plātnēm. Protams, ka balsītiem, uz kuŗiem rezervuārs gulstas, jābūt pietiekami stīpriem, un tie statistiski jāaprēķina. Dzelzs rez. dibens parasti ir sfairisks, kas statistkā ziņā izdevīgāk. Taisa arī dzelzbetaona rezervuārus, bet tie labi jānostāda un jāpārklāj ar kādu līdzekli, kas aiztur ūdeni: pirolītu, anti-hidrātu, inertolu un t. l. Dzelzs rezervuāri jānokrāso ar miniju vai citu aizsargkrāsu, un laiku pa laikam krāsa jāatjauno, lai dzelzs nevarētu rūsēt. Jānokrāso arī no iekšpuses, ja parādītos rūsa, un tādēļ jāparedz, kā iekārtoties ar ūdeni, pa to laiku, kamēr iekšpusi krāso. Vislabāk jau tājumu atrisina, ja ir 2 rezervuāri, vai vismaz 2 nodaļas rezervuārā.

Mūrēti rezervuāri iespējami, ja tie nāk zemē, kā tas kalnainās vietās var gadīties. Ja rezervuārs jānovieto bēniņos, vai pat jātaisa uz sevišķas apakšbūves (ūdens tornis), tad gan parastais materiāls tam būs koks vai dzelzs. Ja dzinējspēks ir vēja motors, tad rezervuāra novietošanai var izmantot to pašu torni, uz kuŗa uzstāda motoru.

Ūdens ievads rezervuārā, novads uz patēriņa vietu, tāpat arī liekā ūdens notece un dibens nolaide jāiekārto tāpat, kā tas jau agrāk minēts (521. l. p.). Lai varētu zināt, kad pumpis jāiedarbina, jāietaisa ūdens līmeņa rādītājs (524. l. p.), kas ar pludiņa un trosa (drāts virvītes) palīdzību rāda

ūdens līmeni (piem., uz mērlatas) mašīnu telpā. Ja dzinējspēku dod elektromotors, var līmeprādītāju apvienot ar automātisku pumpja ieslēdzēju un izslēdzēju, vienkārši pie trosa piestiprinot 2 bumbiņas un elektrības ieslēdzēju izveidojot ar rokturi. Pie viszemākā līmeņa rezervuārā bumbiņa aizķer rokturi un ieslēdz motoru, pie visaugstākā līmeņa otra bumbiņa izslēdz motoru (364. zīm., 467. l. p.).

Ievērojot to, ka rezervuāra izbūve prasa lielākus izdevumus, sevišķi, ja jābūvē tornis, dažreiz mazākās saimniecības iztiek bez augsta rezervuāra, lietojot hidroforus vai spiedējkatlus (507. l. p.), tos izveidojot lielākai saimniecībai par pneumatisku ūdens apgādes ietaisi (510. l. p.). Hidrofors, kā minētā vietā redzams, sastāv no neliela spiedējkatla, uzstādīta līdzās pumpim, kurā ūdeni iepumpējot saspiež gaisu, un, gaisa spiedienam sasniedzot zināmu lielumu, pumpja motors automatiski izslēdzas. Otrādi, ja gaisa spiediens, palielinoties gaisa tilpumam, ūdeni no rezervuāra izņemot, samazinās līdz zināmam vismazākam lielumam (tomēr vēl pietiekošam ūdens spiediena sagādāšanai tīklā), motors atkal ieslēdzas un katls piepildās ar ūdeni. No spiedējkatla ūdens tek pa spiedējvadu tieši uz ūdens patērētāja saņemšanas vietu. Pie lielākām ietaisēm ūdens katli un gaisa katli ir atsevišķi, tāpat arī ūdens pumpis un gaisa pumpis (pneumatiska ūdens apgādes ietaise). Pie šādām ietaisēm nav iegūta ūdens rezerve, jo spiedējkatls ir maza tilpuma, un ietaises bojājuma gadījumā jāiztiek ar kādu rokas pumpi, kamēr ietaisi izlabo. Lauku apstākļiem šādas ietaises nav ieteicamas, jo to sarežģītākā iekārta prasa arī sarežģītāku uzraudzību, nekā tas ir pie vienkāršas pumpēšanas spiedrezervuārā.

Ūdensvada tīkls un tā sastāvdaļas jāaprēķina un jāizbūvē pēc tiem pašiem principiem, kas ietverti VIII un IX daļā.

Caurules no koka (638. l. p.) var uz laukiem atrast vairāk vai mazāk plašu pielietošanu apgabalos, kur ir labi priežu meži, jo ar tām ūdensvadu var ierīkot diezgan lēti. Koks var būt arī ļoti derīgs materiāls ūdens pievadīšanai ar pašteču renēm dārzu laistīšanai, vai pievadīšanai no pumpja līdz stāļiem un t. t. Modernie ūdensvadu materiāli vadiem, ko liek zemē, ir čuguns (610. l. p.) un tērauds (634. l. p.). Čuguna caurules lieto sākot ar 2" = 50 mm diametrā; pie mazākiem diametriem, kā arī māju instalācijai lieto tērauda (dzelzs) caurules. Māju instalācija ir saistāma ar netīrā ūdens novadīšanas ietaisēm, ar ko var iepazīties prof. M. Bīmaņa grāmatā «Sanitārtechniskas labierīcības atsevišķās saimniecībās».

Ūdens lietošanu dārzu laistīšanai atvieglo, ja dārzā ieliek sevišķu ne visai dziļu (pietiek 0,5 m) cauruļu vadu tīklu ar vertikāliem

nozarojumiem, pie kuriem var pieskrūvēt šļūtenes ūdens izšļākšanai vajadzīgās vietās. Lielāku dārzu laistīšanai var būt nevēlami ūdeni ņemt no mājas akas, ja no tās ūdens daudzums ir ierobežots. Tādā gadījumā jāņem ūdens no kāda diķa vai citas atklātas ūdens tvertnes, bet tad būs vajadzība šim mērķim ierīkot sevišķu pumpju ietaisi. Līdzīgā kārtā var ierīkot arī lauku aplaistīšanu. Lauku aplaistīšanas jautājums tomēr neietilpst šīs grāmatas robežās, un tā iztīrāšana prasa sevišķu apstrādāšanu un ietilpst meliorācijas zinātnes nozarē.

LITERĀTŪRA.

1. Smreker — Die Wasserversorgung d. Städte H. d. W. III, 3. Leipzig. 1914.
2. Weyrauch (Lueger) — Die Wasserversorgung d. Städte. Leipzig. 1914.
3. Prinz — Handbuch d. Hydrologie I. Berlin. 1919.
4. Prinz und Kampe — Handbuch d. Hydrologie (Quellen). Berlin. 1934.
5. Heßmann — Wasserversorgung, die naturwissenschaftlich-technischen Grundlagen. Wittenberg. 1927.
6. Gross — Handbuch d. Wasserversorgung. München u. Berlin. 1930.
7. Brix, Heyd, Gerlach — Die Wasserversorgung. 2 Bände. München und Berlin. 1943.
8. Eigenbrodt — Die Jahresangaben von Gruppenwasserwerken und deren Verteilung. München und Berlin. 1932.
9. Weyl — Die Betriebsführung von Wasserwerken. Leipzig. 1909.
10. Prof. E. Ziemelis — Ūdens apgādāšana lauku saimniecībās. 1927.
11. Prof. M. Bīmanis — Ūdensvadi. 1921./22. g. lasīto lekciju konspekts.
12. Flinn, Weston, Bogert — Waterworks Handbook. New-York and London. 1931.
13. Babbitt, Doland — Water supply Engineering. New-York and London. 1931.
14. Baylis — Elimination of Taste and Odor in Water. New-York and London. 1935.
15. Генев — Водоснабжение городов и промышленных предприятий . . . Москва-Ленинград 1931.
16. Турчинович — Улучшение качества воды. Москва-Ленинград 1935.
17. Бахметев — О равномерном движении жидкости в каналах и трубах. Ленинград — 1931.
18. Žurnāli:
 - a) Surveyar.
 - b) Engineering. New-Record.
 - c) Gesundheits Ingenieur.
 - d) Technisches Gemeindeblatt.
 - e) Das Gas und Wasserfach.
 - f) Wasser und Gas.
19. Schoklitsch — Der Wasserbau. I. Wien. 1930.
20. Sierp — Trink- und Brauchwasser. Leipzig. 1936.
21. Weyrauch-Strobel — Hydraulisches Rechnen. Stuttgart. 1930.
22. Pengel-Bieske — Der praktische Brunnenbauer. Berlin. 1932.
23. Vom Wasser I.—XII.
24. Grundzüge der Trinkwasserhygiene, herausgegeben von der Preuss. Landesanstalt f. Wasser-, Boden- und Lufthygiene zu Berlin-Dahlem.
25. Ūdens piegāde lauku saimniecībās. L. lauks. kam. izd. 1937.
26. R. Pāvels — Par Rīgas pilsētas ūdens apgādi. 1937.
27. M. Bīmanis — Sanitārtehniskās labierīcības atsevišķās saimniecībās. 1931.
28. Handbuch d. Lebensmittel-Chemie. VIII. Band. Wasser und Luft. 1. Teil. —Technologie des Wassers, Berlin. 1939.
29. Азерьер — Водоснабжение на железнодорожном транспорте — 1940. Том I и II.
30. Маньковский, Г. П., Ершов, Н. Б. и Плотников, Н. А. — водоснабжение промышленных предприятий и населенных мест. — Часть I. — 1938.
31. А. Калабугия — Водоснабжение небольших населенных мест. 1941.

Zīmējumu saraksts.

Zīm.	Lpp.	Zīm.	Lpp.
1. Patogēnas baktērijas	42	39. Gruntsūdens tek upes virzienā	96
2. Lietus mērītājs	53	40. Slichtera gruntsūdens ātruma mē- rītājs	99
3. Nokrišņu karte Latvijā	55, 56	41. Idealistiskā ātruma noteikšana	101
4. Gruntsūdens slāņi	64	42. Ietaise koef. K — noteikšanai	101
5. Apakšzemes ūdens tvērtnes	64	43. Pieteces likne akai	103
6. Arteziska ūdens slāņi	66	44. Temperatūras iespaids uz caurteces daudzumu	106
7. Upes iespaids uz gruntsūdeni	69	45. Pietece savākšanas galerijai	107
8. Avots uz smilšu slāņa	70	46. Pietece akai	109
9. Avoti no klinšu plaisām	71	47. Aka tekošā gruntsūdeni	112
10. Uz vīrsu spiedošais avots	71	48. Ieteces akā robeža un platums 1 akā	113
11. Avots no klinšaina slāņa	71	49. Aku savstarpējs iespaids	115
12. Nepareizi novietota aka	76	50. Arteziska aka	117
13. Ūdens apstākļi jūras kāpās	78	51. Griezums gruntsūdens nesējā	119
14. Akas jūras tuvumā	78	52. Aku virziena atrašana	120
15. Blīva upes gultne	79	53. Akas pieteces novērošana	121
16. Gruntsūdens ietek upē	79	54. Šķersgriezuma gaŗumi starp aku grupām	123
17. Upes ūdens iztek gruntsūdeni	80	55. Zaķu muižas plāns ar pumpjaku grupām	124
18. Gruntsūdens iegūšana no upes un grunts	80	56. Rīgas ūdensvada mēģinājuma aka Zaķu muižā	127
19. Gruntsūdens aka upes tuvumā	82	56a. Izmēģināšanas akas ietaise	128
20. Mērijamā kaste	84	57. Akas iespaids attālums	130
21. Ūdens colla	84	58. Vēdināšanas šachta avotu izbūvē	135
22. Franču ūdens colla	84	59. Uz augšu izlīstoša avota izbūve	137
23. Bornemaņa ūdens colla	85	60. Lielāka izbūve uz augšu izlīstoša avota	138
24. Pārgāzes novietošana strautā	86	61. Uz augšu izlīstoša avota izbūve ar priekškambari	139
25. Bazina vai Kastella pārgāze	86	62. Nogāzes avota izbūve	140
26. Ponseleta pārgāze	86	63. Mazāka nogāzes avota izbūve	140
27. Bazina pārgāzes griezums	87	64. Avota uzķeršana betona akā pēc Cēsu pilsētas projekta	141, 142
28. Thompson'a pārgāze	89	65. Cēsu pilsētas betona aka	143, 144
29. Mērijamā ietaise	91	66. Avota izbūve Reizelfingenā	145
30. Rang'a līmeņmērītājs	91	66a. «Keizera» aka Vīnes ūdensvadā	146
31. Stokera elektrisks līmeņrādītājs	91	67. Savākšanas ietaises kopschēma	147
32. Neīsts gruntsūdens līmenis uz ne- caurlaidīga slāņa	92	68. Savākšanas ietaises krājaka	148
33. Neīsts gruntsūdens līmenis no iedo- bumiem ūdensblīvā slāņi	93	69. Savākšanas ietaise upes tuvumā	1a49
34. Izohipses	94		
35. Gruntsūdens virziena noteikšana	95		
36. Gruntsūdens līmeņa un dzīv grie- zuma attiecības	95		
37. Gruntsūdeni papildina upes ūdens	96		
38. Gruntsūdens iztek upē	96		

Zīm.	Lpp.	Zīm.	Lpp.
70. Filtrgalerijas šķērsriezums upes tuvumā	149	111. Rotācijas aparāts urbšanai	182
71. Savākšanas galerijas šķērsriezums.	150	112. Dimanta urbis	182
72. Ieņemšanas vads no māla plātnēm.	151	113. Filtra stāvs no koka	184
73. Projektētā savākšanas ietaise Ķemeriņu pilsētā	151	114. Filtra stāvs no māla	184
74a. Savācējcaurules ietaises šķērsriezumā	153	115. Filtra stāvs no caurumota skārda .	185
74b. Staigājama savākšanas galerija	153	116. Čuguna filtrstāvs pēc Thiem'a	185
75. Savākšanas galerija Karajaučos	153	117. Filtrstāvs no vara	186
76. Savākšanas galerija Bāden-Bādenē.	153	118. Filtrstāvs no misiņa	186
77. Grodu aka	155	119. Filtra platība	186
78. Māju aka no cementa caurules	155	120. Piesērējis filtrs	188
79. Māju aka ar pumpi	156	121. Padziļināts filtrs	188
80. Ietece akā no apakšas, ar filtru	157	122. Metallaudumi filtriem	188
81. Ietece akā no sāniem	157	123. Filtrmateriāla graudiņu lieluma attiecības	189
82. Attiecības starp dziļām un seklām akām	158	124. Smilšu filtrs	189
83. Akas ar dubultsienām Tegeles ūdensvadā	159	125. Rīgas filtrakas griezumam (Zaķu m.)	190
84. Aka ar filtrrestēm	160	126. Pollema kabatfiltrs	191
85. Šachtu akas schēma	161	127. Aizauguši ietece caurumi	192
86. Sienas biežuma aprēķins	162	128. Gruntsūdens bojāta dzelzs akas caurule	193
87. Caurumi akas mūrī	164	129. Ietece pretestība akā	194
88. Gremdvainags no koka	165	130. Novērošanas caurule pretestību noteikšanai	194
89. Gremdvainags no dzelzs.	165	131. Akas devības samazināšanās	194
90. Gremdvainags no dzelzbetona.	165	132. Akas ietece pretestības.	195
91. Enkuru iestiprināšana mūrī	166	133. Filtrstāva piestiprināšana	195
92. Kōniska akas apakšdaļa.	166	134. Akas galva	195
93. Betona aka ar caaurlidīgu sienu noma mūža	167	135. Viegli pieejama akas galva (pēc Thiem'a)	195
94. Dzelzbetona aka	168	136. Akas galva Prāgas ūdensvadā.	196
95. Čuguna gremdaka	168	137. Thiem'a cauruļu aka	196
96. Glazēta māla cauruļu aka	169	138. Cauruļu aka pēc Prinz'a.	197
97. Zemes izcelšana no akas	170	139. Akas galva pēc Brinkhaus'a	198
98. Liela mūrēta aka ar piederumiem .	173	139a. Manheimas aka	198
99. Aku vāki	174	139b. Filtraku pieslēgums Rīgas ūdensv.	199
100. Saņemšanas līnijas virziens	175	140. Spiediena zudumi sifonvadā	200
101. Izohipses uz kaptazes līnijas	175	141. Akas pievienojums sifonvadā	201
102. Iesitamā aka	177	142. Aku pieslēgums sifonvadā	202
103. Trejstati akas iedzīšanai	177	143. Aku grupu pieslēgums sifonvadā .	202
104. Braucama iesišanas ierīce	178	144. Prāgas ūdensv. atgaisošanas tornis .	203
105. Aku tipi	179	145. Automatiska atgaisošana pēc Lindleja	203
106. Urbjcauruļu savienojumi	179	146. Gaisa uzsūkšana Lindleja ietaisē .	204
107. Zemes urbšanas rīki	180	147. Ūšnes krājaka	205
108. Koka trijkājis	181	148. Rīgas krājaka Zaķu muižā	206
109. Dzelzs urbšanas tornis	182	149. Sifonvads galerijā	207
110. Mašīnas vinča	182	150. Arteziskas akas teleskopēts cauruļu ceļš	208

Zīm.	Lpp.	Zīm.	Lpp.
151.	Aparāts caurumu izurbšanai apvalksaurulē	193.	Aizsprosts «Scout Dike»
	208	194.	Aizsprosta virziens plānā
152.	Infiltrācijas metode	195.	Masīva aizsprosta pamatveids
	212	196.	Izveidots aizsprosta šķērsriezums
153.	Gruntsūdens pieaugums Berlīnes tīrīšanas laukos	197.	Ieņemšanas un noteces ietaises aizsprostos
	213		264
154.	Mākslīga gruntsūdens iestāde Gontenburgā	198.	«Wilson» aizsprosts ar galeriju un ūdens nolaidi
	214		265
155.	Ūdens ieņemšana Frankfurtē pie Mainas	199.	Dibens nolaide «Habras» aizsprostā
	215	200.	«Komotau» aizsprosts
156.	Veneciešu cisterna	201.	Vielu izkušanas shēma
	218	202.	Nostādināšanas baseina tips
157.	Cisterna ar tīrūdens krātuvi	203.	Dorra sašķūrētājs
	218	204.	Vertikāla nostādināšanas baseina chēma
158.	Amerikāņu cisterna		285
159.	Maza cisterna ar priekštīrītāju	205.	Filtriestāde Remšeidā
	219	206.	Sietu ietaise Pēterpils ūdensvadā
160.	Maskavas ūdens ieņemšanas vietas	207.	Koagulanta sagatavošana mazā iestādē
			289
161.	Ieņemšanas ietaise schēma	208.	Koagulanta piejaukšanas schēma
	222	209.	Turbomaisītāja schēma
	rēgulēšana	210.	Baseins ar Bamag-Meguīn sistēmas maisītāju
	222		291
162.	Maza ieņemšanas ietaise pie krasta	211.	Reakcijas baseins ar iebūvētiem maisītājiem
	223		291
163.	Upes ūdens ieņēmēja izbūve	212.	Reakcijas baseins ar vertikālu ūdens kustību
	225		293
164.	Maskavas upes ieņemšanas ietaise	213.	Lielāks reakcijas baseins ar vertikālu kustību
	226		293
165.	Upes ūdens ieņemšanas ietaise	214.	Apvienota koagulācijas ietaise
	227	215.	Filtrmateriālu graudiņu starpas
166.	Upes ūdens ieņemšanas ietaise	216.	Filtru princips
	228	217.	Filtru plāns
167.	Ieņemšanas ietaise pie krasta	218.	Kollektors un drenāža
	229	219.	Filtru drenāža
168.	Tipiska ieņemšanas ietaise ar vertikāliem pumpjiem	220.	Drenāžas plātnes
	231	221.	Ūdens ietece filtrā no renes
169.	Ūdens ieņemšana no upes	222.	Ietece ar aerāciju
	232	223.	Ietece automātisks regulators
170.	Ieņemšanas ietaise ar pakšņu kastī	224.	Maskavas filtru grupas plāns
	233	225.	Aizlaidnis kā regulators
171.	Krasta aka	226.	Rēgulators ar pārgāzi
	235	227.	Lindleja sistēmas regulators
172.	Ūdens strāvas ežektors	228.	Gōtzes sistēmas regulators Brēmēnē
	236	229.	Didelona sistēmas regulators
173.	Akas ietaise zem zemes virsas	230.	Filtrstacijas novietnes plāns
	237	231.	Smilšu mazgājamā rene
174.	Krastmalas baseīni	232.	Kūleņveidīga smilšu mazgājamā mašina
	238		318
175.	Ieņemšanas ietaise St.-Louis pilsētā		
	239		
176.	Ūdens iestāde «Jeruzaleme» (Karaļaučos)		
	240		
177.	Ietece no upes krājbaseinā		
	242		
178.	Pievads no krājbaseina sūcējākā		
	242		
179.	Kustīgs cauruļu savienojums		
	243		
180.	Ieņemšanas ietaise ezerā		
	243		
181.	Ezera ieņemšanas vieta		
	244		
182.	Ieņemšana no Cīrihes ezera		
	245		
183.	Ieņemšanas ietaise Bufalo pilsētā		
	246		
184.	Ieņemšanas ietaise Tampēres pils.		
	247		
185.	Reostats ledus atkausēšanai		
	248		
186.	Elektriskā sildāmā redele		
	249		
187.	Elektriskās sildāmās redeles stienis		
	249		
188.	Altberga aizsargs pret ledū		
	250		
189.	Ledus putras aizsarga ietaise		
	250		
190.	Sūcējvada gals		
	252		
191.	Mākslīga ūdens krātuves schēma		
	253		
192.	Aizsprosts pie «Charmes»		
	261		

Zīm.	Lpp.	Zīm.	Lpp.
233.	Ekselsior smilšu mazgājamā mašina	272.	Amsterdams tipa izšļācējs
234.	Ekselsior sistēmas lielāka smilšu mazgātuve	273.	Aparātūras schēma kalķsōdas me- todei
235.	Ežektora princips	274.	Reisert'a atmikstināšanas aparāts
236.	Kērtinga smilšu mazgājamā mašina	275.	Aparāta «Struja» schēma.
237.	Smilšu transports spiedjvadā	276.	Ceolita filtrs
238.	Ūdens līmenis tīrūdens krātuvē	277.	Glaukonīta filtrs
239.	Filtra pildīšana no blakus filtra	278.	Guloši glaukonīta filtri
240.	Priekšfiltri Maskavā	279.	Kombinētas atmikstināšanas meto- des schēma
241.	Sadalošā kamera Maskavas priekš- filtros	280.	Elektrotelpu skalošana, elektro- osmōzes metode
242.	Tiflīsas filtru schēma	281.	Elektroosmatiskas ūdens tīrīšanas ietaises schēma
243.	Ātrfiltru ietaises schēma	282.	Filtrpreses veidīgs aparāts elektro- osmatiskai metodei
244.	Ūdens sagādes ietaise kādā pilsētā	283.	Piefke's atdzelzotāja schēma
245.	Džūela filtri	284.	Šarlotenburgas atdzelzotājs
246.	Bollmann'a sistēmas ātrfiltri	285.	Voroņežas atdzelzotājs
247.	Ātrfiltru darbības schēma	286.	Oesten'a sist. atdzelzotāja schēma
248.	Vaļēji filtri ar smidzinātājiem (Reisert u. Co. sistēmas)	287.	Oesten'a sistēmas atdzelzotājs Freienvaldē
248a.	Filtra dibens pēc Bamag-Meguīn sistēmas	288.	Amsterdams izsmidzinātāju ietaise
249.	Cauruļu drenāža ar ieskrūvētiem sietiņiem	289.	Divstrāvu izšļācējs, Bamag-Meguīn sistēmas
250.	Drenāžas ūdens smidzinātāji	290.	Trīsstrāvu izšļācējs, Bamag-Meguīn sistēmas
251.	Smidzinātāji, Bamag-Meguīn sist.	291.	Slēgtas atdzelžošanas ietaises schēma
252.	Vagveidīga drenāžas konstrukcija	292.	Slēgts atdzelzotājs (Bamag-Meguīn)
253.	Ātrfiltra drenāža no caurumotām caurulēm	293.	Bredas sistēmas atdzelzotājs
254.	Vertikāls kanālis uz betona kolek- tora	294.	Divfāžu atdzelzotājs, Permutit s-bas
255.	Drenāžas konstrukcija, kombinēta ar koku	295.	Bollmann'a sistēmas ātrfiltrs
256.	Spiediena zuduma rādītājs	296.	Dunbara muca atdzelžošanai
257.	Vestona sistēmas regulātors	297.	Atdzelzotājs, ielaižams akā
258.	Simpleks tipa ātruma regulātors	298.	Bastardpumpis
259.	Siemens'a caurteces regulātors	299.	Atdzelzotājs, pēc Berkefelda sist.
260.	Lehmann'a sistēmas ātrfiltrs	300.	Agresivitātes robežas noteikšana
261.	Slēgts ātrfiltrs, Reiser't'a sistēmas	301.	Degazēšana vakuumā
262.	Ātrfiltrs, Roberts firmas sistēmas	302.	Degazēšanas ietaise
263.	Nepārpludināmie filtri	303.	Atskābināšanas schēma Frankfurtē pie Mainas
264.	Avērina sistēmas filtrs	304.	Atskābināšanas ietaise ar aerāciju
265.	Dabeg filtrs	305.	Aerātors sērūdeņraža izdzišanai
266.	Pastēra-Cemberlena filtrs	306.	Dzīvsudraba kvarca lampa
267.	Berkefelda filtru iestiprinājumi	307.	Ultravioleto staru aparāts, Vesting- hausa sistēmas
268.	Berkefelda filtrpods		
269.	Aerātors Vinčesterā		
270.	Kōniskis uzgalis		
271.	Kērtinga izšļācējs		

Zīm.	Lpp.	Zīm.	Lpp.
308.	Aparāts sterilizācijai ar ultravioletiem stariem	348.	Centrbēgpumpis
309.	Lielāka sterilizācijas iestāde ar ultravioletiem stariem	349.	Zulcera augstspiediena centr- bēgpumpis
310.	Ozōnēšanas ietaisē schēma	350.	Kājas vārstulis
311.	Ozōnātors, Siemens-Halske sistēmas	351.	Dziļpumpja ietaisē
312.	Sterilizātors, Frieses sistēmas	352.	Dziļpumpja iebūve
313.	Emulsētājs, Otto sistēmas	353.	Centrbēgpumpis ar vertikālu asi
314.	Ozōnstacijas schēma	354.	Elmo dziļsūcējietaisē
315.	Ozōnēšanas ietaisē schēma Pēter- pili	355.	Mazais Elmo pumpis
316.	Chlōrkaļķa sagatavošanas schēma	356.	Dziļpumpis kopā ar motoru
317.	Chlōrūdēns sagatavošanas toveris	357.	Peltonrats
318.	Chlōrkaļķa sagatavošanas aparāts	358.	Peltonmotora skats
319.	Chlōrkaļķa piejaukšanas aparāts	359.	Tvaika pumpja griezumš
320.	Šķidra chlōra balons	360.	Gāzes motors
321.	Chlōrgāzes dezinfekcijas aparāts	361.	Četrcilindru bezkompresora dīzel- motora garengriezumš
322.	Chlōrēšanas ietaisē, Bamag-Meguīn sistēmas	361a.	Dīzelmotora ārējais skats
323.	Chlōra ievada aparāts	362.	Dīzelmotors, saslēgts ar centr- bēgpumpi
324.	Chlōraparāts, Ornstein'a sistēmas	363.	Automatiskas pumpjietaisē schēma
325.	Vakuumchlōrētāja schēma	364.	Pludiņa automatiskš slēdzējs
326.	Vakuumchlōrētājs, Vollesa un Ti- ruena sistēmas	365.	Ūdenstrieča schēma
327.	Remesņicka chlōrētājs	366.	Ūdenstrieča novietnes piemērs
328.	Remesņicka vakuumchlōrētājs	367.	Trieča ūdēnsvadš no upes
329.	Chlōrūdēns ievadš sūcējvadā	368.	Trieča konstrukcijas piemērs
330.	Aktīvētāja schēma	369.	Trieča ievietošana šachtā
331.	Elektro-katadinietaisē	370.	Dubulttriecis «Gauja» Aizputes ūdēnsvadā
332.	Schēmatiska elektro-katadinietaisē	371.	Mammutpumpis
333.	Māju filtri no 1899. g.	372.	Pēdas konstrukcija, Borsig'a sist.
334.	Chlōrdiagrammas	373.	Pēdas gabali pēc «Friesell und Pohle»
335.	Chlōrdiagramma pēc ADM metodes	374.	Pēdas konstrukcija «Economy»
336.	Ūdēns dezinfekcija un dechlōrēšana pēc ADM metodes	375.	Pēda ar caurumainu gaisa ievad- cauruli
337.	Pulverizētas aktīvās ogles lietoša- nas chsēma	376.	Gaisa iespiešanas caurules cauru- mainā daļa
338.	Pulverogles ietaisē ar smilti	377.	Kompresora schēma
339.	Graudainās ogles lietošana	378.	Normāla kompresora ietaisē
340.	Mašīnu jaudas aprēķinam	379.	Ērlifta uzstādīšanas schēma
341.	Vienk. darbojošos pumpju schēma	380.	Pneumatiska dziļpumpja schēma
342.	Dubulti darbojošos pumpju schēma	381.	Hidrauliskš ežektors
343.	Diferenciālpumpis	382.	Pulsometrs
344.	Virzuļu pumpis Jelgavas ūdēnsvadā	383.	Lambachpumpja schēma
345.	Centrbēgpumpis ar vedratu	384.	Lambachpumpja uzstādīšanas schē- ma
346.	Schēmātiskš centr- bēgpumpis	385.	Pumpju ietaisē šachtā uz akas
347.	Piemērs pumpja izmantošanas rei- zuļa noteikšanai	386.	Dziļpumpja ietaisē

Zīm.	Lpp.	Zīm.	Lpp.
387.	Dziļšūcējietais	427.	Apalš dzelzbetona rezervuārs.
388.	Pumpju telpas izolācija pret ūdeni	428.	Četrstūrains dzelzbetona rezervuārs
389.	Pumpētava apdzīvotā rajonā	429.	Tvertne ar noliektu dibenu
390.	Pumpētava fabrikas rajonā.	430.	Int'zes rezervuārs ar uzliktu dibenu
391.	Pumpju novietnes piemērs	431.	Int'zes rezervuārs ar noliektu dibenu
392.	Rīgas pumpētava Zaķu muižā.	432.	Spēku sadalījums Int'zes rezervuārā
393.	Pumpju mājas plāni un griezumus	433.	Barkhausen'a rezervuārs
394.	Mašintelpa Zaķu muižas pumpētavā	434.	Barkhausen'a rezervuāra konstrukcija
395.	Pumpētava ar 2 elektriskiem pumpjiem	435.	Klennes rezervuārs.
396.	Elektriska pumpētava ar 3 agregātiem	436.	Klennes rezervuāra ārējs skats
397.	Apakšzemes elektriska pumpētava	437.	Dibens aprēķinam
398.	Apaja, zemē iedzīnāta elektriska pumpētava	438.	Vienkārša balstu gredzena konstrukcija
399.	Patēriņa svārstības dažāda lieluma pilsētās	439.	Balsta gredzena konstrukcijas
400.	Hidrofora schēma	440.	Balsta gredzens Int'zes rezervuārā
401.	Hidrofora darbības periods	441.	Dzelzbetona rezervuāra uzgultne
402.	Pneumatiska ūdens piegādes schēma	442.	Int'zes rezervuāra konstruktīvs izveidojums
403.	Pneumatiska ūdens piegāde nelielai pilsētai	443.	Augsta balsta konstrukcija
404.	Tipiska stāvrezervuāra instalācija	444.	Trepes pie rezervuāra
405.	Spiedrezervuāra novietne	445.	Klennes rezervuāra griezumus.
406.	Rīgas rezervuāru novietnes plāns	446.	Int'zes rezervuārs pie skursteņa.
407.	Liepājas rezervuāra projektētā novietne	447.	Skursteņa rezervuāra konstrukcija
408.	Ūdens ieteces un izteces iekārta rezervuārā	448.	Koka ūdens tornis
409.	Reservuāra novietnes iespāids uz spiediena apstākļiem	449.	Rīgas Čiekurkalna tornis
410.	Caurules izteces gals rezervuārā	450.	Ķemepu pilsētas tornis
411.	Aizlaidņu telpas iekārta.	451.	Projektētais Cēsu pilsētas tornis.
412.	Līmeņu tālrādītājs	452.	Projektētais Liepājas pilsētas tornis
413.	Ūdens mērīšana ar pārgāzi.	453.	Dzelzbetona tornis
414.	Reservuāra dziļuma aprēķinam	454.	Dzelzbetona tornis ar vairākiem rezervuāriem
415.	Sienu savienojums ar grīdu	455.	Tornis, Šuchova konstrukcijas
416.	Sienu veidi	456.	Dilatācijas ietaises
417.	Taisnstūrains tvertne ar velvēm	457.	Spiedlīnija pašteču vadam
418.	Reservuāra šķērsriezums	458.	Spiedlīnija spiedvadam
419.	Reservuāru iedalījums plānā	459.	Atsevišķas kustības pretestības
420.	Apaja rezervuāra iekārta	460.	Diķeris
421.	Vēdināšanas kanāļa uzgalis	461.	Sifons
422.	Vēdināšanas iebūve	462.	Vads ar negrozīgu slodzi
423.	Atsītējvārstulis	463.	Vads ar negrozīgu slodzi dažādos vada gabalos
424.	Noslēdzējs ar pludiņu	464.	Vads ar vienmērīgu slodzes pamaizīnāšanos
425.	Galvenā ūdens tvertne Kreicnacha apr. grupas ūdensvados	465.	Vads ar vienmērīgu slodzes maziņāšanos dažādos slodzes maiņas gabalos
426.	Osnabrikas rezervuāri		

Zīm.	Lpp.	Zīm.	Lpp.
466.	Vaļēji kanāļi	587	509. Dzelzceļkrustojums aizsargcaurulē
467.	Izbruģēts vaļējs kanālis	587	510. Dzelzceļkrustojums pie Rīgas.
468.	Mazs vaļējs kanālis	587	511. Vads aizsargcaurulē dzelzceļkrustojumā
469.	Liels vaļējs kanālis	588	512. Kroņcirkulis cauruļu sienu biezuma mērīšanai
470.	Areueilvads	590	513. Kroņcirkulis uzmavas biezuma mērīšanai
471.	Akmeņiem izbūvēts kanālis	590	514. Centrifugāllejammašīna
472.	Ūdens tunelis klintī	591	515. Čuguna struktūra
473.	Ūdens tunelis nedrošā klintī	591	516. Sienu biezuma aprēķinam
474.	Minchenes ūdensvada tunelis	591	517. Vācu normālā uzmava
475.	Ņujorkas Ketskila ūdensvads	591	518. Krievu jaunā uzmava
476.	Apaiš vads labā būvgruntī	592	519. Franču normālā uzmava.
477.	Tipisks dzelzbetona profils	592	520. Angļu un amerikāņu normālās uzmavas
478.	Parīzes Vannes ūdensvada profils	594	521. Šarnierveidīgais savienojums
479.	Māla cauruļu savienojums	594	522. Cauruļu savinojums «Gibault»
480.	Betona cauruļu savienojums	594	523. Iedrīvēšanas rīks
481.	Dzelzbetona cauruļu savienojums	594	524. Māla lejamgredzens
482.	Avotu ūdensv. projekts Cēsu pilsētā	594	525. Aizskrūvējams uzmavas noblīvējums
483.	Diķeris upes šķērsojumam	595	526. Uzmavas noblīvēšana ar gumijas gredzeniem
484.	Diķera šachta krastmalā	595	527. Vācu atloku normas
485.	Diķeris ieguldīts betonā.	595	529. Veidgabali
486.	Diķera nodrošinājums upes gultnē	596	530. Veidgabalu apzīmējumi
487.	Diķera nolikšana zem upes dibena	597	531. Pāreja no čuguna uz tērauda cauruli
488.	Nolaišanas sastatnis	597	532. Tērauda caurules izgatavošana
489.	Cīriches ezera ūdens ieņēmējs	598	533. Liedējamās mašīnas schēma
490.	Akvēduktu atliekas Romas lidzēnumā	599	534. Dažādas liedēšanas pakāpes
491.	Akvēdukts «Pont du Gard»	600	535. Tērauda cauruļu uzmavas
492.	Akvēdukts Tisīno upes ielejā	600	536. Tērauda cauruļu atloki
493.	Vīnes kalnavotu akvēdukts	600	537. Mannesmann'a metode cauruļu veltņošanai
494.	Akvēduktu šķērsgriezums	601	538. Dzelzs cauruļu savienojumu gabali
495.	Parīzes ūdensv. Vannes akvēdukts	602	539. Koka cauruļu savienojumi
496.	Vīnes akvēdukta šķērsgriezums	602	540. Koka cauruļu tīrīšanas caurums
497.	Vada izolācija koka kastē	602	541. Koka cauruļu savienojums
498.	Vads uz Daugavas tilta Rīgā	603	542. Lielas koka caurules
499.	Vada novietojums tilta konstrukcijā	603	543. Iedzītņi
500.	Vads uz konsolēm pie Rīgas tilta	603	544. Čuguna pieliktņi
501.	Vada tilts uz atbalstītas sijas kopnes	604	545. Koka caurules pievienošana čuguna caurulei
502.	Vadu tilts no režģotas kopnes	604	546. Eternita cauruļu mašīna
503.	Vada tilts pār Jonnes upes ieleju Parīzes ūdensvadam	604	547. Eternita cauruļu savienojumi
504.	Ūdensvadu lokveidīgs pārvedums	604	548. Žibo uzmava
505.	Pārvedums pār Rīgas dzelzceļa tilta izgriežamo daļu	605	
506.	Blīvslēgs kā kompensātors	606	
507.	Kompensātors pie Daugavas tilta	606	
508.	Spiedvads zem Maskavas-Kurskas dzelzceļa pie Maskavas	608	

Zīm.	Lpp.	Zīm.	Lpp.	
549.	Vianini cauruļu mašīna	647	584. Cirkulācijas vai riņķveidīga sistēma	673
550.	Dzelzbetona cauruļu savienojums	648	585. Maģistrāles Liepājas ūdensvada projektā	674
551.	Vaņa cauruļu savienojums	650	586. Tecēšanas virziens riņķveidīgā sistēmā	675
552.	Vadu galerija Cīrihes pilsētā	651	587. Tecēšanas virziens pieņemts aprēķinam	675
553.	Būvgrāvja nospraušana	653	588. Sadalījums apgādājamajos kvartālos	676
554.	Būvgrāvja vietas iekārta	653	589. Spiedlīnija un piezometriskās caurules	678
555.	Būvgrāvis ar pārtraukumiem	655	590. Sifons pāri spiedlīnijai	680
556.	Būvgrāvja nostiprināšana	655	591. Spiedlīnijas augstums pār pilsētu	681
557.	Ūdensvada likšana lielākā dziļumā	656	592. Spiedlīnija pilsētā	681
558.	Būvgrāvis sliktā gruntī	656	593. Vajadzīgais spiedlīnijas izlabojums	681
559.	Būvgrāvja dibens	656	594. Urbšanas ietaises piestiprinājums	683
560.	Uzmavas noblīvēšana	657	595. Ieurbšanas caurule	683
561.	Lielas caurules nolaišana būvgrāvī	657	596. Aizlaidņa ielikšana izurbtā vietā	683
562.	Vada izliekums ar lielu radiju	658	597. Gatava pievienošanas vieta	684
563.	Ass vada izliekums	658	598. Aizlaidņa novietojums sāniski	684
564.	Saviļktņi līkuma uzmavai	659	599. Māju pievienošanas schēma	684
565.	Noslēgums, izmēģinot ar spiedienu	659	600. Mājas vadu schēma ar rezerves bāku	690
566.	Izlaide	660	601. Mājas ūdens apgādes schēma ar pumpi un rezervuāru	691
567.	Gaisa skrūve un tās iebūve	661	602. Venturi mērītāja schēma	693
568.	Automatisks gaisa ventils	661	603. Venturi ūdens mērītājs	695
569.	Liela aizbīdņa ietaise	663	604. Spārnrata mērītājs	696
570.	Aizlaidņa griezumums	663	605. Voltman'a ūdens mērītājs	697
571.	Ludlo aizlaidums	663	606. Virzuļu ūdens mērītājs	697
572.	Aizlaidņu iebūves garnitūra	664	607. Ripas ūdens mērītājs	698
573.	Apakšzemes hidrants	666	608. Kontrolpārbaudes ietaise uz vietas	700
574.	Virszemes hidrants	666	609. Ūdens mērītāja pārbaudes situācija	700
575.	Hidrants, Bopp'a un Reuther'a konstrukcijas	667	610. Koka pumpis	717
576.	Krievu ūdensvadu kongresa normāltips	667	611. Koka sūkņa virzulis	717
577.	Hidrants ar lodes aizlaidni	668	612. Vēja motors BD — 5 m	720
578.	Ūdens saņēmēji (stenderi)	669	613. Rēgulātors «Eklips»	720
579.	Ūdens saņēmēja konstrukcija	670	614. Vēja motors BD — 8 m	721
580.	Brīvi pieejama ūdens saņemšanas aka	671	615. Koka ūdens tornis	722
581.	Hidrants ielu un dārzu laistīšanai	672		
582.	Strūklaka dzeršanai	672		
583.	Izzaru vai radiālsistēma	673		

Tabulas.

Nr.	Lpp.	Nr.	Lpp.	
1.	Stundu patēriņš procentos no dienas patēriņa	23	3. Temperatūras iespaids uz ūdens tilpumu un svaru	26
2.	Diagramma I. Ūdens patēriņš % pa diennakts stundām	24	4. Alus šķirņu sastāvs	48
			5. Attiecības starp litriem sekundē un	

Nr.	Lpp.	Nr.	Lpp.
minūtē un kubikmetriem stundā un diennaktī	88	20. Vietējās pretestības K lielumi . . .	579
6. un 7. Filtrācijas koef. k.	104	21. Čuguna uznavu cauruļu mēri un sviri pēc krievu jaunajām normām .	622
8. Koef. E un ūdens daudzums noteikšana Rīgas Zaķu muižas pētījumos .	125	22. Čuguna uznavu cauruļu mēri un sviri, un blīvējuma materiāla daudzumi pēc vācu normām	623
9. Skābekļa uzņemšana ūdenim krītot no dažāda augstuma (pēc Oesten'a)	347	23. Čuguna uznavu cauruļu mēri un sviri pēc franču normām	624
10. Sērūdeņradis paliek šķīdumā pēc aerācijas ar pilināšanu (pēc Vipla) .	348	24. Čuguna atloku cauruļu mēri un sviri pēc vācu normām	629
11. Ogļskābes paliek šķīdumā pēc aerācijas ar pilināšanu (pēc Vipla) . .	348	25. Čuguna atloku cauruļu izmēri pēc krievu normām	630
12. Ceolitu un permutitu tehniskās īpašības (pēc Azerjera)	356	26. Svina cauruļu izmēri un sviri . . .	649
13. n lielums pēc H. d. J. III	438	27. Paraugš ūdens daudzuma un vada diametru aprēķināšanai	679
14. Mašīnu iekārtas, izmaksa m uz 1 ZS	439	28. Vienlaikā strādājošās sanitārās ietaises procentos	685
15. e — ekspluatācijas izdevumi uz 1 ZS/st.	440	29. Ūdens izteces daudzumi sanitārās ietaisēs	685
16. Spiedgaisa cēlēju cauruļu vadu diametri	479	30. Māju pievienošanas vadu d.	686
17. Spiedrezervuāra tilpums, atkarīgi no ūdens pieteces	504	31. Spiediena zaudējums māju vados uz katriem 100 m garuma.	687
18. Spiediena zaudējums, ātrums un caurteces daudzums pilnos apļveidīgos vados pēc Kutera	565	32. Tērauda cinkotu cauruļu izmēri pēc krievu normām	689
19. Ūdens ātrumi v un caurteces daudzumi Q	571	33. Nodiļšanas ilgums ietaisēs daļām un to uzturēšanas izmaksa	705

Nosaukumu rādītājs.

	Lpp.		Lpp.
A.		Aku dezinfekcija	76
Abesiniskas akas	177	Aktīvā ogle	425
Aerācija	347	Akvēdukti	599
Agresivitāte	380	Alumīnija caurules	644
Aizblīvēšana	623	Ammonjaks	34
Aizlaidnis	662	Analīze	25
Aizsardzība	269	Fizikālās īpašības	25
Aizsprosti	258	Temperatūra	25
Akas	109	Dzidrība	26
Abesiniskas	177	Krāsa	27
Māju	75, 715	Smaka	28
Artēziskas	267	Ķīmiskās īpašības	29
Urbtas	174	Ūdeņraža iōnu koncentrācija. .	29
Aku attālums	175	Sausnes	30

	Lpp.		Lpp.
Organiskas vielas	31	Cirkulācijas sistēmas	673
Suspendētas vielas	31	Cisternas	72, 217
Cietību vielas	32		
Apakšzemes ūdens	61, 72		
Apakšzemes ūdens izcelšanās	66	Ch.	
Apcinkošana	638	Chlōramins	415, 422
Arteziskas akas	267	Chlōrators	405
Artezisks ūdens	66	Chlōrēšana	398
Atchlōrēšana	422	Chlōrgāze	404
Atdzelžošana	364	Chlōrīdi	37
Atgāzēšana	380	Chlōrkaļķis	399
Atloki	628	Chlōrs	37
Atmangānošana	378		
Atmīkstinašana	349	D.	
Ātrfiltri	324	Depresijas likne	106
Ātruma koeficients	559	Dezinfekcija	76, 387
Atskābjošana	380	Dibens ledus	221
Avoti	70	Diferenciālpumpis	444
Avotu izbūve	132	Dīķeris	595
Avotu ūdens	72	Dīķeru aprēķini	579
		Dīzelmotors	464
B.		Drīvētājs	625
Baktērijas	42		
Baktērioloģisks sastāvs	41	Dz.	
Bioloģisks sastāvs	41	Dzelzs	36
Būvgrāvis	652	Dzelzs caurules	634
Gruntsūdens apkaņošana	654	Dzelzbetona caurules	647
Nostiprināšana	654	Dziļums	651
C.		E.	
Caurules	610, 634	Elektriska ūdens tīrīšana	362
Alumīnija	644	Elektrolitchlōrs	404
Alvas	650	Elektromotors	466
Cinka	650	Elmopumpji	451
Čuguna (ķeta)	610	Eternīta caurules	644
Dzelzs	634	Ezera ūdens ieņemšana	241
Dzelzbetona	647	Ežektors	482
Eternīta	644		
Koka	638	F.	
Svina	649	Filtrācija	298
Tērauda	634	Filtrēšana	297
Vaņa un misiņa	650	Filtri:	300
Cauruļu sienu biezums	616		
Centrbēgpumpji	447		
Ceoliti	353		
Cietība	32		

	Lpp.
Lēnie smilšu filtri	300
Priekšfiltri	320
Ātrfiltri	324
Nepārpludināti filtri	342

G.

Gaisa ventiļi	661
Gāzes motors	461
Ģeoloģiski noslāņojumi	96
Gruntsūdens	61, 74
Daudzums	89, 118
Kustība	97
Mākslīgs	210
Pietece savākšanas ietaisēm	106
Saņemšana	146
Upes tuvumā	79

H.

Hidranti	665
Hidrofori	507
Hidrografija	52
Hidroloģija	52
Hidrotaiti	626
Horizontālās ieņemšanas ietaises.	106, 146
Humīnvielas	31

I.

Inkrustācijas	575
Instalācijas	689
Izlaidņi	660
Izliekumi	657
Izmaksa	701
Izmēģinājuma akas	126
Izmēģinājuma panākumi.	131
Izmēģinājuma spiediens	659
Izohietas	54
Izohipses	65, 93
Izzaru sistēma	672

Ie.

Iecirkņu mērītāji	19
-----------------------------	----

J.

Jūras ūdens	220
-----------------------	-----

K.

Kaļķsēdas metode	350
Kāpu ūdens	350
Karbosterils	403
Karporīts	403
Katadinmetode	416
Koagulants	287
Kompensatori	606
Krājaka	205
Krātuves	501, 723
Krustojumi	593

L.

Lambachpumpis	483
Ledus grūtības	246
Lejgredzens	624
Lidīts	626
Lietus mērītājs	53
Lietus ūdens	72
Lietus ūdens saņemšana	216
Līmeņrādītājs	523

M.

Magnocids	403
Māju akas	75, 715
Mākslīgs gruntsūdens.	210
Mākslīgas ūdens tvertnes	253
Mammutpumpis	473
Mangāns	37
Mašīnu māja	442
Mērīšana, ūdens daudzuma.	83
Minerālizācija	36

N.

Nātrija hipochlōrīts	403
Nepārpludināmie filtri	342
Nitrāti	36
Nitriti	35

	Lpp.	V.	Lpp.
Ūdens triecis	468, 721		
Ūdensvadu izmaksa	701		
Būve	701		
Ekspluatācija	704		
Ultravioletie stari	389		
Upes ūdens saņemšana	220		
Urbtas akas	174		
		V.	
			602
			631
			455, 719
			52, 72
			652
			443