

LATVIJAS
UNIVERSITĀTES RAKSTI
ACTA UNIVERSITATIS LATVIENSIS

KĪMIJAS FAKULTĀTES SERIJA

III. SĒJUMS
TOMUS

№ 1—4

LATVIJAS UNIVERSITĀTE

R Ī G Ā, 1 9 3 6

PLW
144k

8

L Ū ZINĀTNISKĀ
BIBLIOTĒKA

93 - 3378

Techniskā ģipša tīrības pakāpes ātrs noteikšanas paņēmiens.

J. Eiduks.

Praksē ģipšakmeņu lauztuvēs un fabrikās ļoti bieži vajaga zināt, cik ģipsis ir tīrs, t. i. cik procentu CaSO_4 vai $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tas satur.

Latvijas ģipša lauztuvēs ģipša dažādās kārtas ir ar ļoti svārstīgu sastāvu. Ar vienkāršu apskatīšanu vien pat piedzīvojis tehnologs var bieži tīrības pakāpes noteikšanā ievērojami kļūdīties.

Labvēlīgāki apstākļi jau ir fabrikās, kur var pielietāt ķīmiskās noteikšanas metodes. Ar šīm metodēm vienmēr jānosaka SO_3 vai nu gravimetriskā ceļā, vai arī titrēšanas ceļā. Jaunākā laikā P. P. Budnikoff's¹⁾ ir pārbaudījis un salīdzinājis dažādas ģipša noteikšanas metodes. Viņš kā ātrāko un tehniskām vajadzībām piemērotāko ieteic SO_3 noteikšanas paņēmienu ar BaCrO_4 pēc Andrews'a²⁾.

Visām šīm metodēm tomēr ir viens trūkums — tās prasa daudz laika, laboratorijas iekārtu un tāpēc ātras orientēšanās vajadzībām nav piemērotas.

Jauna paņēmiena izstrādāšanas ierosinājumu deva kāds profesora Dr. A. Petrikalna novērojums. Viņš, nosakot ģipšiem īpatnējos svarus, tos ievietoja tehniskā Mercka benzolā. Pie tam izrādījās, ka dažādas tīrības pakāpes ģipša paraugi, kas vienkārši aplūkoti krāsas ziņā maz atšķirās, ievietoti minētajā šķidrumā, uzrādīja ievērojamu atšķirību. Tīrākiem ģipšiem krāsa bija gaišāka, bet netīrākiem, kas satur vairāk piemaisījumus, tumšāka.

1) П. П. Будников. К исследованию гипса, 1930.

2) Amer. Chem. Journ. 2, 567.

Sekojoš šim ierosinājumam, turpmāk centos eksperimentālā ceļā noskaidrot:

a) vai un kādos apstākļos iespējama pēc dažādām krāsām ģipša tīrības pakāpes noteikšana un

b) ar kādu precizitāti $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ vai CaSO_4 saturs nosakāms.

Vispār sajūtu par kāda ķermeņa krāsu mūsu acīs rada dažu vielu selektīvās absorbcijas spējas, t. i. no krītošās baltās gaismas tās dažus starus sevišķi stipri absorbē. Neabsorbētie stari nonāk caur difūzu refleksiju mūsu acīs un tur rada attiecīgu krāsu sajūtu. Pēc W. Ostwald'a katras krāsas tonis sastādās no šādām sastāvdaļām:

$$\text{krāsa} = \text{balts} + \text{melns} + \text{pamatkrāsa.}$$

Jo mazāk kādai tīrai spektrālkrāsai — pamatkrāsai reflektētā gaismā — būs baltā un melnā piemaisījuma, jo tā būs spožāka, tīrāka³⁾. Piemēram, pie glazūrām tas ir tad, kad laušanas koeficientu starpā ir mazāka diference.

Ģipša paraugos citas krāsas (ne baltas) piemaisījumi labi būs saredzami tikai tad, kad attiecīgās ģipša modifikācijas un tā šķīduma, kurā ievietots ģipsis, gaismas staru laušanas koeficienti būs ļoti tuvi, ideālā gadījumā pat vienādi.

Dažādām ģipša modifikācijām ir šādi laušanas koeficienti (n)⁴⁾:

Modifikācijas nosaukums	n_α	n_β	n_γ
dihidrāts	1,5207	1,5230	1,5299
pushidrāts	1,5599	1,5839	—
anhidrīts	1,5697	1,5755	1,6136

Ievietojot dabisku ģipsi dažādos šķīdumos, kā: ūdenī, ēterī, etilalkoholā, benzīnā, petrolejā, chlōroformā, tetrachlōrogleklī, sēra ogleklī, acētonā, ksilolā un techn. benzolā, izrādījās, ka ģipša paraugs benzolā nokrāsojās vistumšāk, tad sekoja paraugs ksilolā un CCl_4 , bet pārējos šķīdumos ģipša krāsa bija stipri gaišāka.

³⁾ W. Weyl. Zur Chemie gefärbter Glasuren, Ber. d. Deutsch. Keram. Ges. H. 7, S. 369, 1934.

⁴⁾ R. Nacken u. K. Fill. Zur Chemie des Gipses, S. 24, 1931.

Novērojums kļūst saprotams, kad aplūkojam minēto šķidrumu gaismas laušanas koeficientus, kas ir šādi⁵⁾:

ūdens	1,33		CCl ₄	1,466
etilalkohols	1,36		ksilols	1,495
chlōroforms	1,45		benzols	1,50
petroleja	1,45			

un atceramies iepriekš teikto par krāsotu piemaisījumu saredzamību.

Turpmākiem mēģinājumiem izlietāju tehnisko benzolu arī vēl tāpēc, ka tas ir lēts un viegli dabūjams. Krāsu salīdzināšanai ņēmu analizētus dabiska ģipša un apdedzināta ģipša dažādus paraugus.

Dažus grammus smalkas pulverveidīgas vielas iebēru mazās mēģenēs un uzlēju virsū dažus ccm benzola, vērojot, lai masa būtu saslapēta un virs viņas vēl atrastos apm. 0,5 cm biezs benzola slānis.

Šādi sagatavotus stobriņus novietoju pret baltu ekrānu. Novēroju, ka daži paraugi ir gaišākā tonī, citi tumšākā.

No katras salīdzināšanai sagatavotās stobriņu grupas (piem., neapdedzināta ģipša, apdedzināta ģipša) izvēlējos gaišāko paraugu un aiz tā sarindoju tumšuma pakāpes pieaugošā kārtībā pārējos stobriņus. Šādu rindu vienā galā vienmēr atradās visgaišākais paraugs, kuŗa vietu resp. tumšuma pakāpi apzīmēju ar „1“, katra sekojošā tumšākā parauga tumšuma pakāpi apzīmēju ar nākošo lielāko numuru; tādā veidā rindas otrā galā esošais paraugs dabūja vislielāko skaitli.

Ja pie šādas apzīmēšanas izrādījās, ka daži blakus sarindotie paraugi vienādā krāsā, tad to tumšuma pakāpes apzīmētas arī vienādiem skaitļiem.

Katras tabulas tumšuma pakāpes raksturotājiem skaitļiem ir relatīva nozīme, tieša salīdzināšana ar citas tabulas skaitļiem nav iespējama.

Tā, piemēram, nevar teikt, ka tas paraugs, kuŗam 1. tabulā tumšuma pakāpes apzīmējums ir „3“, būs gaišāks par 2. tabulas paraugu ar tumšuma pakāpes skaitli „4“ u. t. t.

Aprakstītā veidā iegūtie rezultāti sakopoti 1. un 2. tabulā.

⁵⁾ E. Weinschenk. Das Polarisationsmikroskop, S. 44, 1919.

1. tabula. Nededzināts ģipsis.

Nr. pēc kārtas	Parauga apzīmējums	CaSO ₄ · 2H ₂ O %	Tumšuma pakāpe
1.	Merck'a sintetiskais ģipsis	100	1
2.	Kahlbauma sintetiskais ģipsis	100	2
3.	Nāves salas atlasīts šķiedru ģipsis	99,7	10
4.	„ „ druzu ģipsis № 6. (vid. par.)	98,6	11
5.	„ „ „ „ M (mazars)	98,4	8
6.	„ „ šķiedru ģipsis № 5. (vid. par.)	97,9	4
7.	„ „ ģipša lauztuves 2. kārtā	97,9	7
8.	„ „ „ „ 6. kārtā	97,0	6
9.	„ „ „ „ 3. kārtā	95,0	14
10.	„ „ „ „ 10b. kārtā	95,0	16
11.	„ „ „ „ 9. kārtā	94,6	22
12.	„ „ „ „ 8. kārtā	94,5	12
13.	„ „ ģipšakmens № 2. (vid. par. no visām kārtām)	93,4	17
14.	„ „ ģipša lauztuves 1. kārtā	93,3	5
15.	„ „ ģipšakmens № 3. (vid. par. no visām kārtām)	93,0	19
16.	„ „ ģipšakmens № 1. (vid. par. no visām kārtām)	92,7	18
17.	„ „ ģipšakmens № 4. (vid. par. no visām kārtām)	92,7	21
18.	„ „ ģipša lauztuves 5. kārtā	91,2	3
19.	„ „ „ „ 10a. kārtā	90,7	15
20.	„ „ „ vid. paraugs no s/s „Robert“	90,2	24
21.	„ „ „ par. № 1. un № 2.	89,6	20
22.	„ „ „ lauztuves 4. kārtā	88,5	13
23.	„ „ „ „ 7a. kārtā	87,6	23
24.	„ „ „ „ 7b. kārtā	86,0	9

2. tabula. Dedzināts ģipsis.

Nr. pēc kārtas	Parauga apzīmējums	CaSO ₄ · 1/2H ₂ O %	Tumšuma pakāpe
1.	Anglijas „Plaster of Paris“	98,8	1
2.	Boehm'a alabastrs „4“	98,6	3
3.	Vācijas stukatūras ģipsis „NO“	98,5	2
4.	C. Ch. Schmidt'a stukatūras ģipsis no druzu ģipša	97,9	10
5.	Anglijas ģipsis „11“	97,5	6
6.	Vācijas stukatūras ģipsis „7“	97,1	5
7.	C. Ch. Schmidt'a stukatūras ģipsis no šķiedru ģipša № 77	96,5	4
8.	C. Ch. Schmidt'a stukatūras ģipsis no šķiedru ģipša № 76	96,0	7
9.	Irijas stukatūras ģipsis	94,4	8
10.	C. Ch. Schmidt'a parastais stukatūras ģipsis	90,8	9
11.	C. Ch. Schmidt'a stukatūras ģipsis № 78	86,7	11

1. un 2. tabulā sakopotie rezultāti rāda, ka dabisko un dedzināto ģipšu tumšuma pakāpes nav proporcionālas ģipša tīrības pakāpei. Iemesls tam, pa lielākai daļai, ir organisko vielu klātbūtne.

Parastā stukatūras ģipša apdedzināšanas temperatūras ir par zemām, lai organiskās vielas pilnīgi izdegtu.

Domājams, ka izkarsētus ģipša paraugus varēs salīdzināt labāk. Tāpēc vispirms raksturīgākos nededzināta un dedzināta ģipša paraugus izkarsēju apm. 500° C temperatūrā 2 stundas, ievietāju benzolā un salīdzināšanu izdariju kā aizrādīts.

Tumšākus toņus gan dabū, ja benzola vietā lietā citus organiskus šķīdumus ar lielāku gaismas laušanas koeficientu, piem.:

	<i>n</i>
monobrombenzolu	1,56
anilīnu	1,58
bromoformu	1,59
kanēleļļu	1,60
sērglekli	1,63,

bet šīs vielas viegli bojājas (nokrāsojoties) un ir samērā dārgas (izņ. pēdējo), tāpēc es tās nelietāju.

Iegūtie rezultāti sakopoti 3. un 4. tabulā.

3. tabula.

Nr. pēc kārtas	Parauga apzīmējums	CaSO ₄ · 2H ₂ O %	Tumšuma pakāpe	
			pirms apdedz.	pēc apdedz.
1.	Nāves salas šķiedru ģipsis	99,7	4	1
2.	„ „ druzu ģipsis № 6.	98,6	5	2
3.	„ „ „ „ M (mazars)	98,4	2	2
4.	„ „ ģipša lauztuves 2. kārtā	97,9	1	3
5.	„ „ „ „ 9. kārtā	94,6	7	6
6.	„ „ „ „ 8. kārtā	94,5	6	5
7.	„ „ „ vid. paraugs no s/s „Robert“	90,2	8	4
8.	„ „ „ lauztuves 7b. kārtā	86,0	3	4

3. tabulā atzīmēti nededzināti ģipši galvenā kārtā no lauztuvju atsevišķām kārtām. Tādus paraugus arī pēc karsēšanas nevar pareizi kvantitatīvi novērtēt pēc krāsas.

4. tabula.

Nr. pēc kārtas	Dedzināta ģipša parauga apzīmējums	CaSO ₄ · 1/2H ₂ O %	Tumšuma pakāpe	
			pirms apdedz.	pēc apdedz.
1.	C. Ch. Schmidt'a druzu ģipsis	97,9	4	1
2.	„ „ šķiedru ģipsis № 77.	96,5	1	2
3.	„ „ „ „ № 76.	96,0	2	3
4.	„ „ parastais stukatūras ģipsis	90,8	3	4
5.	„ „ stukatūras ģipsis № 78.	86,7	5	5

Šinī 4. tabulā atzīmēti tehniskie dedzinātie ģipši, kas sastāv no dažādu ģipša slāņu maisījuma. Iegūtie rezultāti norāda, ka šais paraugos tumšuma pakāpe ir proporcionāla $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ resp. CaSO_4 saturam.

Tālāk centos noskaidrot, kādās temperatūrās der izkarsēt paraugus, lai izdegtu organiskas vielas pilnīgi vai pa daļai un dažādiem ģipša paraugiem varētu vislabāk salīdzināt krāsas.

Šim nolūkam ņēmu 5 dažādus nededzinātus ģipšus un tos porcelāna tīģeļos izkarsēju elektriskā krāsnī apm. 1 stundu dažādās temperatūrās.

Krāsu maiņa atzīmēta 5. tabulā un tumšuma pakāpes maiņa 6. tabulā.

Nemtie paraugi šādi:

1. Nāves salas druzu ģipsis № 6, apzīm. ar I,
2. „ „ ģipša lauztuves 2. kārtā, apzīm. ar II,
3. „ „ „ „ 9. kārtā, apzīm. ar III,
4. „ „ „ „ 8. kārtā, apzīm. ar IV,
5. „ „ „ „ 7b. kārtā, apzīm. ar V.

5. tabula.

Karsēšanas t ^o C	P a r a u g u k r ā s a				
	I	II	III	IV	V
0	pelēka	pelēka	pelēka	tumši pelēka	tumši pelēka
350	gaiši pelēka	gaiši pelēka	gaiši pelēka	gaiši pelēka	pelēka
450	gaiši pelēka	gaiši pelēka	gaiši pelēka	pelēki-rožaina	pelēki-rožaina
550	gaiši rožaina	gaiši rožaina	loti gaiši rožaina	gaiši dzelt.	gaiši dzelt.
700	gaiši rožaina	gaiši rožaina	gaiši rožaina	rožaina	rožaina
900	pel.-balta	pel.-balta	gaiši dzelt.	gaiši dzelt.	gaiši dzelt.
1200	vāji dzelt.-pelēka	vāji dzelt.-pelēka	vāji dzelt.-pelēka	dzelt.-pelēka	dzelt.-pelēka

Pelēkā krāsa apm. 500^o temperatūrā nobāl, tad rodas rožaina krāsa, kas līdz 900^o jau nobālējusi. Augstākās temperatūrās parādās atkal dzeltenie toņi.

6. tabula.

Parauga apzīmējums	CaSO ₄ ·2H ₂ O %	Tumšuma pakāpe						
		Neapdedz. ģipsis	350°	450°	550°	700°	900°	1200°
I	98,6	3	1	1	1	1	1	1
II	97,9	1	3	2	2	2	2	2
III	94,6	5	5	5	5	5	5	5
IV	94,5	4	4	4	4	4	4	3
V	86,0	2	2	3	3	3	3	4

Izrādījās, ka vislabāk un visdrošāk tumšuma pakāpes var salīdzināt 900°C temperatūrā apdedzinātiem paraugiem, jo tad tiem ir visgaišākā krāsa, un vēl arī 450°C temp. apdedzinātiem paraugiem, tomēr šeit tumšuma pakāpes pārejas mazākas. Citās temperatūrās apdedzināto paraugu salīdzināšana ir grūtāka:

350° — tumšuma pakāpes pārejas mazas,

550° — traucē rožainie un dzeltenie toņi,

1200° — traucē dzeltenie toņi un pārejas mazas.

Izdarītajos mēģinājumos noskaidrojās, ka kvantitatīvi tumšuma pakāpes var salīdzināt tikai tehniskiem ģipšiem, t. i. tādiem, kas sastāv no šķiedrainā (bezkr.), spāta ģipša (tumšākas kr.) un dabiskiem piemaisījumiem (dolomīts un māli), tos apdedzinot pirms salīdzināšanas 450° vai 900°C temperatūrā. Šādiem ģipša paraugiem nokrāsas tumšuma palielināšanās ir pretēji proporcionāla CaSO₄·2H₂O vai CaSO₄ saturam.

Vēl atlika noskaidrot, cik precīzi, t. i. kādās robežās šāda salīdzināšana iespējama.

Šim nolūkam sastādīju tehniskiem ģipšiem līdzīgus maisījumus, katru nākošo par 1% CaSO₄ bagātāku.

Ņemu ²/₃ d. C. Ch. Schmidt'a dedz. druzu ģipša un ¹/₃ C. Ch. Schmidt'a dedz. šķiedru ģipša. Šim maisījumam, ko apzīmēju ar A, piejaucu C. Ch. Schmidt'a parasto stukatūras ģipsi, ko apzīmēju ar B. Sagatavotos maisījumus izkarsēju 900°C temperatūrā, ievietoju benzolā un, salīdzinot paraugus savā starpā, kā iepriekš minēts, atzīmēju tumšuma pakāpi.

Iegūtie rezultāti sakopoti 7. tabulā.

7. tabula.

Nr. pēc kārtas	A %	B %	Izkarsēta maisījuma CaSO ₄ saturs %	Tumšuma pakāpe
1.	—	100	86,7	13
2.	2,8	97,2	87,0	12
3.	12,2	87,8	88	11
4.	21,5	78,5	89	10
5.	30,9	69,1	90	9
6.	40,2	59,8	91	8
7.	49,6	50,4	92	7
8.	58,9	41,1	93	6
9.	68,2	31,8	94	5
10.	77,6	22,4	95	4
11.	90,2	9,8	96	3
12.	96,1	3,9	97	2
13.	100	—	97,4	1

Pirmie paraugi ir pelēki-dzeltenā nokrāsā, kas ar lielāku CaSO₄ saturu paliek arvienu gaišāka. Sākot ar 11. paraugu parādās iedzelteni-balta nokrāsa un paraugus iespējams ļoti labi atšķirt citu no cita.

Ļoti bieži tomēr 1% robežās grūti izšķirties, kuŗš paraugs tumšāks, kuŗš gaišāks, turpretim 2% intervallā ir iespējams salīdzināšanu izdarīt pilnīgi noteikti un pareizi.

No novērotā izriet, ka, lai noteiktu kādas atradnes (vai arī līdzīgu atradņu) visa profila kārtu maisījuma tīrības pakāpi, vajaga no dažādu zināma sastāva slāņu (vistīrāko, vidējo un visnetīrāko) maisījuma pagatavot, kā iepriekš aizrādīts (smalku paraugu izkarstēt 900°C temperatūrā, ievietot mēģenē un uzliet Merck'a techn. benzolu u. t. t.), skālu, kuŗas vienā galā būtu vistīrākais paraugs, bet otrā galā — visnetīrākais (ar vismazāku CaSO₄ saturu). Starp šiem divi paraugiem atrastos vesela rinda zināma sastāva paraugu, pie kam katrs nākošais būtu ar 1% CaSO₄ saturu bagātāks. Ar šo skālu var tad salīdzināt nezināma sastāva tehniskā ģipša paraugus. Techniskais ģipsis saturēs tik daudz CaSO₄, cik saturēs tas skālas paraugs, ar kuŗu izmeklējamā ģipša parauga tumšuma pakāpes būs vienādas.

Pārbaudot iepriekš minētās sastādītās skālas noderību, iegūtie rezultāti sakopoti 8. tabulā.

8. tabula.

Nr. pēc kārtas	Parauga apzīmējums	CaSO ₄ saturs pēc analīzes %	CaSO ₄ saturs pēc skālas %
1.	C. Ch. Schmidt'a ģipša vidējs paraugs . . .	94,0	93
2.	Tas pats	89,6	88
3.	Nāves salas vid. ģipša paraugs no s/s „Robert”	88,0	86,7
4.	C. Ch. Schmidt'a parastais stukatūras ģipsis . .	88,7	90

Iegūtie rezultāti arī šoreiz norāda, ka nosakot nezināma tehniskā ģipša tīrības pakāpi — CaSO₄ saturu ar šo metodi, kļūdas lielums svārstās 1—2% robežās.

Kopsavilkums.

1. Dedzināta un nededzināta ģipša tumšuma pakāpe pieaug, ja to ievieto šķidrumā ar līdzīgu vai vienādu gaismas staru laušanas koeficientu.

2. Izkarsētiem tehniskiem ģipšiem, t. i. tādiem, kas iegūti no dažādu ģipšu slāņu (šķiedru ģipša, kārtainā ģipša ar un bez piemaisījumiem) maisījuma, tumšuma pakāpe ir proporcionāla CaSO₄ vairumam, bet tikai atsevišķu kārtu ģipšiem šādas proporcionālītes nav.

Šo proporcionālītāti iespējams izmantot techn. ģipšu CaSO₄ satura uzzināšanai, salīdzinot nezināmā CaSO₄ satura ģipša tumšuma pakāpi ar zināma CaSO₄ satura ģipša paraugu skālu.

Nezināmais ģipsis saturēs tik daudz CaSO₄, cik satur tas ģipša paraugs, kuŗa tumšuma pakāpe ar izmeklējamu ģipsi ir vienāda.

3. Salīdzināšanu var izdarīt ar smalkiem, vislabāk 1 stundu 900°C vai 450°C temperatūrās izkarsētiem paraugiem.

4. Ar aprakstīto paņēmienu CaSO₄ saturu tehniskos ģipšos var noteikt ar 1—2% kļūdu.

5. Šāds noteikšanas princips lietājams arī dažādām citām smalkām vielām.

Iesniegts fakultātei 1935. g. 14. septembrī.

Eine schnelle Methode zur Reinheitsgradbestimmung der technischen Gipse.

Autoreferat von J. Eiduks.

Auf der Beobachtung, daß die Intensität der Farbe eines pulverartigen Stoffes in einer Flüssigkeit mit ähnlichem Lichtbrechungskoeffizienten zunimmt, läßt sich eine neue Methode aufbauen, die zur schnellen Bestimmung des CaSO_4 -Gehalts von technischen Gipsen dient, wenn diese aus Fasergips, Spatgips, tonigen und dolomitischen Beimengungen bestehen.

Um eine Bestimmung des CaSO_4 -Gehalts durchführen zu können, muß man die feinen Gipssteinproben zuerst in einem Tiegel bei 450°C oder 900°C in einem elektrischen Ofen eine Stunde lang erhitzen, damit die organischen Beimengungen, welche die lettländischen Gipse gewöhnlich enthalten, sich zersetzen können.

Man bereitet aus solchem gebranntem Gips eine Skala durch Mischen des reinsten technischen Gipses mit unreineren Sorten in der Art, daß der Gehalt an CaSO_4 bei der folgenden Skalaprobe immer um 1% zunimmt. Diese Mischungen tut man in Probiergläschen und gießt soviel techn. Bensol darauf, bis die Masse bedeckt ist. Die so zubereiteten Gipsproben mit dem bewußten CaSO_4 -Gehalt werden verschiedenen Dunkelheitsgrad haben, und zwar die reinsten — den kleinsten und die unreineren Proben — den größten.

Durch Vergleich mit der auf diese Weise gewonnenen Skala läßt sich der CaSO_4 -Gehalt aller noch unbekanntem Gipsarten mit Leichtigkeit ermitteln. Die bestimmende Probe wird soviel CaSO_4 enthalten, wieviel die Skalaprobe enthält, die den gleichen Dunkelheitsgrad hat.

Man kann solche Analysen mit 1—2% Genauigkeit durchführen.

Diese Methode ist auch für quantitative Untersuchungen anderer pulverförmigen Stoffe anwendbar.

Eine einfache Absorptionsvorrichtung.

Von J. Auškāps (J. Auschkap).

Eine Reihe von photometrischen und spektrophotometrischen Methoden gründen sich auf das Vergleichen des Lichtes, das durch das zu untersuchende Medium einerseits und durch ein konstant absorbierendes Medium andererseits durchgegangen ist. Bei allen diesen Methoden ist es unumgänglich, beide Lichter möglichst nahe

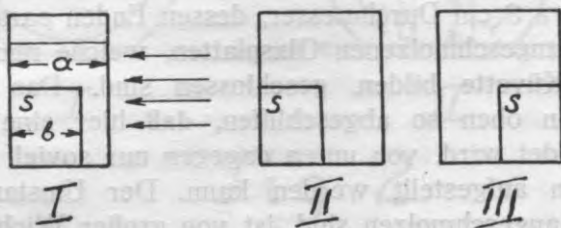


Fig. 1.

aneinander zu bringen, um, im idealen Falle nur durch eine mathematische Linie getrennt, beobachten zu können. Eine der ältesten und einfachsten solcher Vorrichtungen ist eine Küvette mit planparallelen Wänden und dem Schulz'schen Körper. In diesem Falle beobachtet man im Photometer entweder übereinander (I) oder nebeneinander (II) das Licht, welches durch die Küvettenwände und die Schicht a der Lösung durchgegangen ist und das Licht, welches durch die Küvettenwände, den Körper S und die Flüssigkeitsschicht (a—b) durchgegangen ist. Achtet man nicht auf den Einfluß der Reflexion, der durch den Ein- und Austritt aus dem Körper S hervorgerufen wird, so kann man annehmen, daß der Unterschied in den durchgegangenen Lichtern nur durch die

Absorption der Lösung in der Schichtdicke b entstanden ist. Den Reflexionseinfluß kann man aber oft nicht außer Acht lassen; außerdem ist die Intensität des Lichtes auf der ganzen Fläche niemals absolut gleich. Ist nun der Eintrittsspalt des Apparates waagrecht, so lassen sich diese Unterschiede dadurch ausgleichen, daß man zwei Beobachtungen macht: mit dem Körper S links (II) und darauf rechts (III). Bei einer senkrechten Lage des Eintrittspaltes ist ein solches Umstellen mit dem gewöhnlichen Schulz'schen Körper nicht möglich.

Dies läßt sich nun durch eine besondere Ausführung des Körpers erreichen, indem man ihn in einen Tauchkörper umwandelt, der an eine Glasplatte befestigt wird und sowohl von oben in die Küvette eingetaucht, als auch unter die umgekippte Küvette gestellt werden kann.

Eine solche Vorrichtung läßt sich leicht aus den von der Firma C. Zeiß i. Jena auf den Markt gebrachten Küvetten ausbilden. Diese bestehen aus einem kurzen dickwandigen zylindrischen Rohr von etwa 3 cm Durchmesser, dessen Enden parallel geschliffen und mit angeschmolzenen Glasplatten, welche nun die Seitenwände der Küvette bilden, geschlossen sind. Das zylindrische Gefäß ist von oben so abgeschliffen, daß hier eine rechteckige Öffnung gebildet wird, von unten dagegen nur soviel, daß die Küvette bequem aufgestellt werden kann. Der Umstand, daß die Seitenwände angeschmolzen sind, ist von großer Wichtigkeit, denn er erlaubt die Küvette für alle Flüssigkeiten, konzentrierte Säuren nicht ausgeschlossen, anzuwenden. Außerdem enthält die Küvette von innen keine mattgeschliffene Flächen, was als besonderer Vorzug betont sei, denn Absorptionsgefäße anderer Ausführungsart mit geschliffenen Flächen absorbieren einige Stoffe (z. B. Farbstoffe) in solchem Maße, daß sich die Lichtabsorption während des Versuches meßbar ändert, was wohl oft unbemerkt zu fehlerhaften Beobachtungen geführt hat.

Zu einer solchen Küvette wird nun ein Schulz'scher Körper mit fünf polierten Flächen angefertigt, der mit der sechsten Fläche an eine Glasplatte angeschmolzen wird. Die Küvette wird nun einmal mit der Öffnung nach oben (Fig. 2, I) mit der Absorptionsflüssigkeit etwa bis zur Hälfte gefüllt, vor den Spalt gestellt und mit der Glasplatte bedeckt, so daß der Körper von oben in die Flüssigkeit eintaucht. Darauf wird die ganze Vorrichtung einfach um-

gekippt, so daß die Glasplatte mit dem nach oben gerichteten Körper (Fig. 2, II) den Boden des Gefäßes bildet. Bei dem geringen Druck der Flüssigkeitsschicht ist ein Ausfließen der Lösung ausgeschlossen.

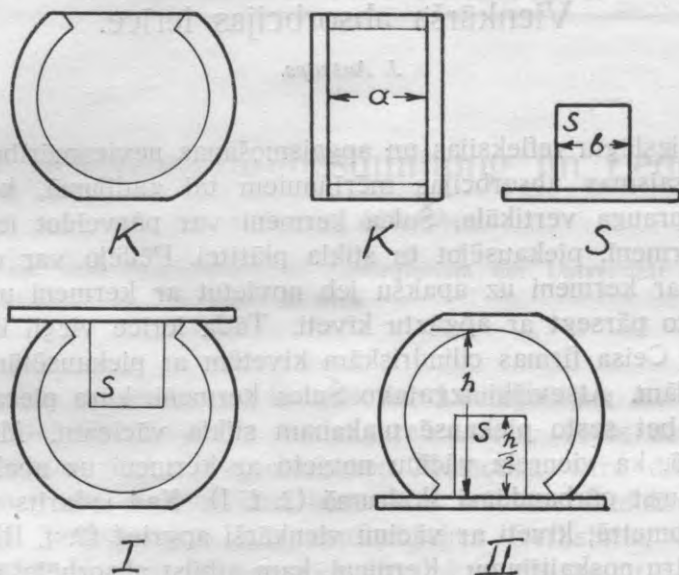


Fig. 2.

Die Küvetten mit angeschmolzenen Seitenwänden sind schwer mit einer genau bestimmten Entfernung zwischen den Seitenwänden anzufertigen. Da die abgelesene Lichtänderung einer Lösungsschicht, welche der Dicke des Körpers gleicht (b), entspricht, die Dicke des Körpers aber leicht mit größter Genauigkeit ganzzahlig (z. B. 1 cm) gemacht werden kann, so wird durch die Anwendung des Körpers auch eine leichte Berechnung der Resultate ermöglicht.

Die Küvette und der Körper sind leicht zu reinigen und können schnell mit Alkohol und Äther getrocknet werden.

Eine derartige Vorrichtung, die von der Firma C. Zeiß in Jena auf meine Bitte angefertigt wurde, hat sich in der Praxis sehr gut bewährt.

Riga, Textilchemisches Laboratorium der Universität Lettlands.

Der Fakultät vorgelegt den 29. Januar 1936.

Vienkārša absorbcijas ierīce.

J. Auškāps.

Lai izslēgtu refleksijas un apgaismošanas nevienmērības ietekmi uz gaismas absorbcijas mērījumiem tai gadījumā, kad fotometra sprauga vertikāla, Šulca ķermeni var pārveidot iegremdējamā ķermenī, piekausējot to stikla plātītei. Pēdējo var uzlikt uz kivetes ar ķermeni uz apakšu jeb novietot ar ķermeni uz augšu, un tad to pārsegt ar apgāztu kiveti. Tāda ierīce viegli izgatavojama no Ceisa firmas cilindriskām kivetēm ar piekausētām plakanām malām. Atsevišķi izgatavo Šulca ķermeni, kuŗa piecas malas noslīpē, bet sesto piekausē plakanam stikla vāciņam. Mērījumus izdara tā, ka vienreiz vāciņu novieto ar ķermeni uz apakšu. Tas tad iegrimst pārbaudāmā šķidrumā (2. f. I). Kad izdarīts noskaitījums fotometrā, kiveti ar vāciņu vienkārši apgriež (2. f. II), un tad izdara otru noskaitījumu. Ķermeni, kam atbilst absorbējošās kārtas biezums, var viegli izgatavot gluži noteiktā lielumā, piem. 1 cm biezu, kas ļoti atvieglina rezultātu aplēšanu. Liela nozīme tam apstāklim, ka ķermeņa malas slīpētas, kivetes iekšējās sienas pilnīgi gludas, un tās malas piekausētas. Ar to novērsta izšķīdinātās vielas stipra nogulsnešanās uz sienām, un pētījumus var izdarīt visādos šķīdinātājos, koncentrēto sērskābi neizslēdzot. Tāpat kivete un vāciņš viegli tīrījami un žāvējami, piem. ar spirtu un ēteri.

Šāda ierīce, Jēnas Ceisa firmas izgatavota, izrādījās darbā ļoti noderīga.

L. Ū. ķīmisk. šķiedrvielu tehnoloģijas laboratorija.

Zur Schwefelsäurebestimmung im Leder.

Von J. Auškāps (*Auschkap*).

Mitteilung aus dem Textilchemischen Laboratorium der Universität Lettlands
zu Riga.

Eine der schwierigsten Fragen der Lederprüfung ist die Bestimmung der freien Säuren im lohgaren Leder. Trotz der vielen Untersuchungen und vorgeschlagenen Methoden wird die Frage mit jedem Tage verwickelter, besonders seit der Einführung der sulfitierten Gerbextrakte, der synthetischen Gerbstoffe, der aus Sulfitzellstoffablaugen gewonnenen Produkte, überhaupt schwefelhaltiger Verbindungen in die Praxis der Gerberei. Die Resultate der üblichen Methoden täuschen oft freie Schwefelsäure im Leder vor, wo keine Schwefelsäure, oft auch keine andere Mineralsäure bei den Operationen der Gerbung angewandt wurde, worauf schon von mehreren Seiten hingewiesen worden ist¹.

Trotzdem wird die Schwefelsäurebestimmung besonders bei Lederlieferungen für Armeebedürfnisse verlangt und nach einer der üblichen Methoden ausgeführt. Es ist wohl auch die Meinung ausgesprochen worden, daß der freien Säure im Leder eine zu große Rolle zugeschrieben wird und daß die Mengen freier Säure, die praktisch in der fertigen Ware vorhanden sind, keinen merkbaren Einfluß auf die Qualität und Haltbarkeit des Leders ausüben können². Es wird aber auch von anderer Seite behauptet, und wohl nicht ohne Grund, daß freie Mineralsäure im Leder, besonders wenn es längere Zeit gelagert werden soll, nicht über eine bestimmte Menge zulässig sei³.

Um nun wenigstens ein Bild zu haben, wie die verschiedenen Gerbverfahren und Gerbmittel die Resultate der Schwefelsäurebestimmung

beeinflussen, haben wir Ledermuster, die im Laboratorium angefertigt waren, deren „Vorgeschichte“ uns daher ganz genau bekannt war, der Analyse nach den Methoden von Balland und Maljean⁴, Procter und Searle⁵, Immerheiser⁶ und der neuesten von van der Hoeven⁷ unterworfen. Ledermuster aus dem Großbetrieb konnten zu unseren Zwecken nicht angewandt werden: erstens, weil die Gerbverfahren und Gerbmittel uns nicht genügend gut bekannt und zweitens, weil eine Kollektion auf merklich verschiedene und doch genau bekannte Art gegerbter Muster schwer zusammenzustellen gewesen wäre.

Wir sind daher von einer Rindblöße, die uns freundlichst von der „A. G. Vereinigte Lederfabriken Oskar Wildenberg“ zu Riga überlassen wurde, ausgegangen. Die Haut war gesalzen gewesen, mit Kalk und etwas Natriumsulfid geäschert worden und auf der Fabrik enthaart, gereinigt und gespült. Die Blöße wurde in Stücke geschnitten und im fließenden Wasser 5 Tage lang gewaschen, bis Phenolphthalein keine alkalische Reaktion zeigte.

Es wurden nun im ganzen 7 Muster auf verschiedene Art bearbeitet.

Muster Nr. 1. Ein Teil der neutralgewaschenen Blöße wurde an der Luft getrocknet und dann im hermetisch geschlossenen Gefäß aufbewahrt und nachher analysiert.

Muster Nr. 2. 250 g der gewaschenen Blöße wurden im 1300 ccm Wasser und 3 ccm Salzsäure (1,19) 12 Stunden lang gesäuert und darauf 1 Stunde im reinen Wasser stehen gelassen. Darauf wurde durch Einlegen in eine Gerbbrühe aus ungefähr gleichen Teilen Mangrove-, Fichten- und Mimosaextract (Brühe I) vorgegerbt. Die Konzentration wurde allmählich von anfänglich 3,5° Ba auf 16° Ba am sechsten Tage gebracht. Die weitere Verstärkung der Brühe erfolgte durch Zufügen einer Lösung, bestehend aus 60% Mangroveextract und 40% Mimosaextract (Brühe II) und erreichte am 10. Tage, beim Abbrechen der Vorgerbung, 28° Ba. — Eine vollständige Ausgerbung dieses Musters erfolgte im Laboratoriumsgerbefaß mit einer Mischung aus gleichen Teilen von nichtsulfitierten Quebrachoextract 25° Bé und Kastanienextract 23° Bé. Die Konzentration der Brühe (III) wurde auf 10° Bé gehalten. Das Gerbefäßchen arbeitete am Tage 6 Stunden, und das Muster blieb während der Nacht in der Brühe. Nach 35 Stunden war die Gerbung beendet.

Das Leder wurde abgepreßt und dann an der Luft langsam getrocknet.

Muster Nr. 3. Die Vorbereitung, Absäuern (mit HCl) und Vorgerben (mit I und II) wurden wie bei Nr. 2 ausgeführt. Die vollständige Ausgerbung dieses Musters wurde aber mit sulfitiertem Quebrachoextrakt (27° Bé) und Kastanienextrakt (23° Bé) im Verhältnis 1:1 und bei der Konzentration von 10° Bé (Brühe IV) unter sonst gleichen Bedingungen wie bei Nr. 2 ausgeführt. Dauer der Gerbung 24 Stunden.

Muster Nr. 4. Vorbereitung wie bei Nr.Nr. 1—3. Abgesäuert wurde durch Einlegen von etwa 200 g Blöße auf 12 Stunden in 1500 ccm Wasser, das mit 2 ccm Schwefelsäure (1,84) angesäuert war. Vorgerbung und Ausgerbung wie bei Nr. 2.

Muster Nr. 5. Vorbereitung wie Nr.Nr. 1—4. Abgesäuert wie Nr. 4. Vorgerbung wie Nr.Nr. 2—4, Ausgerbung wie Nr. 3.

Muster Nr. 6. Vorbereitung und Absäuern — wie Nr. 2. Die Vorgerbung wurde in diesem Falle mit einer Mischung aus 40% einer Lösung von Ordoval 2 G 23° Bé und 60% Kastanienextrakt 23° Bé (Brühe V) ausgeführt. Angefangen wurde bei 3,5° Ba und abgeschlossen bei 20° Ba am 10. Tage. Ausgerberbt wurde mit einer Brühe (VI) aus 30% Quebrachoextrakt 23° Bé, 30% Gerbstoff F 17° Bé und 40% Kastanienextrakt 23° Bé. Die Ausgerbung dauerte 12 Stunden.

Muster Nr. 7. Vorbereitung wie oben. Abgesäuert wurde mit Ameisensäure durch Einlegen von 185 g Blöße auf 12 Stunden in 1000 ccm Wasser mit 2 g Ameisensäure. Ausgerberbt wurde wie Nr. 6.

Alle angewandten Gerbmaterien wurden auf Schwefelgehalt geprüft, indem der Trockenrückstand der eingedampften Extrakte im Tigel mit Natriumkarbonat und Natriumnitrat verbrannt, und die Schmelze nach Auflösung in verdünnter Salzsäure auf SO_4 geprüft wurde.

Die Brühe I (schwache Lösung von Mangrove-, Mimosa- und Fichtenextrakt) zeigte nur Spuren von SO_4 an. Die Brühe II gab nach der Oxydation einen merklichen Niederschlag mit BaCl_2 . Die Brühe III ergab keine Spur von Schwefel, während alle anderen Präparate größere Mengen von Schwefelverbindungen enthielten.

Es ist nun klar, daß wir sowohl durch Bearbeitung mit Schwefelsäure, als auch mit den Gerbstoffen Schwefelverbindungen in die

Blöße eingeführt haben, deren Menge natürlich nicht vorausgesagt werden kann. Wir haben ein Untersuchungsmaterial mit ansteigendem Schwefelgehalt erhalten, wobei verschieden gebundener Schwefel im Leder vorlag. Die möglichen Schwefelquellen in unseren Mustern zerfallen in 1) Schwefel der Hautsubstanz, 2) Sulfate, die unter Umständen dem Kochsalz beigemischt sein konnten, 3) Spuren von Natriumsulfid oder von seinen Oxydationsprodukten, 4) Spuren von Schwefelverbindungen aus den Brühen I und II, 5) Schwefelverbindungen aus den Brühen IV—VI und 6) Schwefelsäure, mit welcher die Muster Nr.Nr. 4—5 bearbeitet wurden. Somit wurde freie Schwefelsäure nur in die Muster Nr.Nr. 4—5 eingeführt.

Um den Ursprung des Schwefels in den einzelnen Mustern leicht übersichtlich zu machen, fassen wir das Gesagte in der Tabelle A zusammen.

Tabelle A.

Nr.Nr. der Muster	1	2	3	4	5	6	7
Schwefel der Hautsubstanz	+	+	+	+	+	+	+
Sulfate im Konservierungsmittel (möglich)	+	+	+	+	+	+	+
Schwefel (-verbindungen) aus Natriumsulfid	+	+	+	+	+	+	+
Kleine Mengen von Schwefelverbindungen aus den Br. I+II	—	+	+	+	+	—	—
Größere „ „ „ „ „ der Br. IV	—	—	+	—	+	—	—
Bedeutende „ „ „ „ „ den Br. V u. VI	—	—	—	—	—	+	+
Freie Schwefelsäure	—	—	—	+	+	—	—
Freie Salzsäure	—	+	+	+	—	—	+

+ . . vorhanden, — . . nicht vorhanden.

Aus dem Verlauf der Bearbeitung einzelner Muster konnte man voraussehen, daß alle außer Nr. 1 freie Säure enthalten würden, und zwar das Muster Nr. 7 eine organische, die übrigen dagegen freie Mineralsäure. Bei der Probe mit Kongorot erwies sich diese Voraussetzung als richtig: nur bei Nr. 1 fiel die Probe negativ aus.

Nun wurde in jedem der so vorbereiteten Muster die Schwefelsäure nach den vier früher aufgezählten Methoden bestimmt. Um ein Maß der Anhäufung des Schwefels überhaupt (abgesehen von der Art der Bindung) in den einzelnen Proben zu haben, führten wir auch noch eine Schwefelbestimmung nach Barlow⁸ in jedem Muster aus. Diese Methode wird für schwefelhaltige Naturstoffe, z. B. Eiweißstoffe, empfohlen und besteht in der Verkohlung des zu untersuchenden Stoffes im Verbrennungsrohr im CO₂-Strom, wobei

die Produkte der trockenen Destillation weiter im Rohr im Sauerstoffstrom verbrannt werden, und die sauren Verbrennungsprodukte von einer mit Natriumkarbonat bedeckten Quarzsandschicht aufgefangen werden. Zuletzt wird auch die verkohlte Masse im Sauerstoff verbrannt und im Inhalt des Rohres SO_4 gewichtsanalytisch bestimmt.

Durch blinde Versuche wurde zuerst festgestellt, daß weder die angewandten CO_2 , O, Na_2CO_3 noch der Quarzsand S enthielten. Weiter wurde die Apparatur durch Verbrennen eines chemisch reinen Stoffes (Sulfanilsäure) geprüft. Die Resultate stimmten gut überein.

Die Apparatur zur Schwefelsäurebestimmung nach van der Hoeven wurde etwas abgeändert, indem an Stelle des umgekippten Kolbens zwei Flaschen, jede mit Abflußrohr und Kran, über die Verdrängungshülse aufgestellt wurden. Eine von den Flaschen enthielt Natriummonophosphatlösung, die andere destilliertes Wasser. Nachdem aus der ersten 500 ccm der Phosphatlösung abgelassen waren, wurde auf die zweite umgeschlossen und mit Wasser (200 ccm) gespült.

Die übrigen Methoden wurden in üblicher Weise ausgeführt.

Alle Analysenresultate sind auf absolut trockenes Leder berechnet und der Schwefelgehalt resp. die Schwefelsäure in % SO_3 vom Leder ausgedrückt.

Tabelle B. Methode von Balland und Maljean.

Nr.Nr. der Muster	1		2		3		4		5		6		7	
	ges.	geb.	ges.	geb.	ges.	geb.	ges.	geb.	ges.	geb.	ges.	geb.	ges.	geb.
Analyse I	0,24	0,05	0,50	0,04	0,75	0,18	0,60	0,08	0,90	0,22	3,48	0,70	3,30	0,52
Analyse II	0,22	0,05	0,44	0,05	0,80	0,18	0,63	0,08	0,88	0,17	3,38	0,75	3,20	0,61
Mittel	0,23	0,05	0,47	0,05	0,77	0,18	0,62	0,08	0,89	0,19	3,43	0,72	3,24	0,57
freie Säure (SO_3)	0,18		0,42		0,59		0,54		0,70		2,71		2,67	
S der Hautsubstanz abgezogen	0,00		0,24		0,41		0,36		0,52		2,53		2,49	

Tabelle C. Methode von Procter u. Searle.

Nr.Nr. der Muster	1	2	3	4	5	6	7
Analyse I	—	0,37	0,30	0,35	0,23	2,08	2,10
Analyse II	—	0,33	0,27	0,36	0,24	2,12	1,94
Mittel	—	0,35	0,28	0,35	0,24	2,10	2,02
S der Hautsubstanz abgezogen . .	—	0,17	0,10	0,17	0,06	1,92	1,84

Tabelle D. Methode von *Immerheiser*.

Nr.Nr. der Muster	1	2	3	4	5	6	7
Im Ätherauszug	—	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00
Wasser	—	0,08	0,13	0,14	0,19	0,74	0,65
Schwefelsäure und lösl. Sulfate .	—	0,09	0,14	0,14	0,21	0,74	0,65

Tabelle E. Methode von *van der Hoeven*.

Nr.Nr. der Muster	1	2	3	4	5	6	7
Analyse I	—	0,13	0,18	0,24	0,32	0,99	0,79
Analyse II	—	0,15	0,20	0,22	0,25	0,91	0,77
Mittel	—	0,14	0,19	0,23	0,28	0,95	0,78
Geb. Säure (Tab. B) abgezogen .	—	0,09	0,01	0,15	0,09	0,23	0,21

Tabelle F. Gesamtschwefel nach *Barlow*.

Nr.Nr. der Muster	1	2	3	4	5	6	7
Analyse I	0,68	0,91	1,40	1,02	2,04	4,73	4,60
Analyse II	0,67	0,92	1,34	0,94	1,95	4,78	4,77
Mittel	0,68	0,92	1,37	0,98	1,99	4,75	4,69

Tabelle G. Zusammenfassung.

Nr.Nr. der Muster	1	2	3	4	5	6	7	
S nach Barlow in SO ₃ ausgedrückt	0,68	0,92	1,37	0,98	1,99	4,75	4,69	
Nach Balland und Maljean	Gesamtschwefelsäure . . .	0,23	0,47	0,77	0,62	0,89	3,43	3,24
	freie Schwefelsäure	0,00	0,24	0,41	0,36	0,52	2,53	2,49
Nach Procter	freie Schwefelsäure	—	0,17	0,10	0,17	0,06	1,92	1,84
	freie Schwefelsäure	—	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00
Nach Immerheiser	Schwefelsäure und lösl. Sulfate	—	0,09	0,14	0,14	0,21	0,74	0,65
	Gesamtschwefelsäure . . .	—	0,14	0,19	0,28	0,28	0,95	0,78
Nach van der Hoeven	freie Schwefelsäure	—	0,09	0,01	0,15	0,09	0,23	0,21

Die Resultate der Tabellen A—F zeigen gute Übereinstimmung der einzelnen Bestimmungen.

Die Zusammenfassung der Resultate in der Tabelle G zeigt nun, daß nach der Methode von Barlow in allen Mustern ein größerer Schwefelgehalt gefunden wurde, als nach der Methode von Balland und Maljean für die Gesamtschwefelsäure, was befremdend erscheinen könnte. Der Unterschied wird dadurch zu erklären sein, daß beim starken Glühen nach Balland ein Teil

der Schwefelverbindungen verdampft, worauf schon öfters hingewiesen worden ist.

Vergleicht man nun die Zahlen für freie Schwefelsäure nach Balland und Maljean, so sieht man, daß dem Ansteigen des allgemeinen Schwefelgehaltes auch ein Ansteigen dieser Zahlen entspricht, welche also durchaus nicht den Gehalt an freier Schwefelsäure ausdrücken. Somit ist diese Methode bei der Anwendung der sulfitierten Extrakte sowie synthetischer Gerbstoffe nicht mehr brauchbar.

Nach der Procter-Searle'schen Methode findet man auch freie Schwefelsäure, wenn überhaupt anorganische Säure vorhanden ist, abgesehen davon, ob im Gange der Gerbung eine Bearbeitung mit Salzsäure (Nr.Nr. 2, 3, 6) oder Schwefelsäure (Nr.Nr. 4, 5) stattgefunden. Die Zahlen sind aber kleiner, als nach Balland, und da beide Säuren dem Leder gleich schädlich sein könnten, so entspricht diese Methode den praktischen Bedürfnissen, solange keine synthetischen Gerbstoffe angewandt werden. Im letzteren Falle finden wir übertrieben große Zahlen.

Die Methode von Immerheiser weist nun keine freie Schwefelsäure nach, obwohl sie zweifellos vorhanden ist (Nr. 4); somit ist die Methode nicht zuverlässig, worauf schon von mehreren Seiten hingewiesen wurde.

Was nun schließlich die Methode von C. van der Hoeven anbelangt, so wird auch hier ein Anwachsen von freier Schwefelsäure mit dem Ansteigen des Schwefelgehaltes gefunden, auch in Fällen (Nr. 6 und 7), wo keine Bearbeitung mit Schwefelsäure vorausgegangen war. Jedoch sind die gefundenen Zahlen auch bei sehr hohem Schwefelgehalt kleiner, als der gewöhnliche zulässige Gehalt an freier Schwefelsäure 0,3—0,5%; somit würde die Methode auch bei Anwendung moderner Gerbmittel zur Zeit am besten den praktischen Bedürfnissen entsprechen.

Die Versuche wurden von Herrn Dipl. Ingenieur-Chemiker A. Dahlberg ausgeführt.

Literatur.

1. Paessler: Collegium, 1914, 509; Moeller, Collegium 1919, 111.
2. Eitner, der Gerber, 1907, 267; Jalade, Collegium, 1924, 477.
3. Paessler, Collegium, 1914, 509.
4. Balland u. Maljean, Compt. rend. 119, 913; Paessler-Steyter, Collegium, 1901, 132.
5. Procter u. Searle, Leather Trades Review 1901, 9.
6. Immerheiser, Collegium, 1918, 293.
7. C. van der Hoeven, Collegium, 1921, 458; 1922, 282; 1923, 159; 1924, 251, 281. Jablonski, Collegium, 1925, 132.
8. Barlow, C. 1904, I, 118.

Der Fakultät vorgelegt den 29. Januar 1936.

Par sērskābes noteikšanu ādās.

J. Auškāps.

No L. Ū. Ķīm. šķiedrvielu tehnoloģijas laborātorijas.

Jautājums par brīvās skābes noteikšanu veģetābili miecētās ādās palicis sevišķi sarežģīts ar sulfītēto miecekstraktu un sintetisko miecvielu ieviešanu ādu miecēšanā. Praktiski lietājamās metodes bieži uzrāda brīvu skābi pat tad, kad ādu apstrādāšanai nemaz nav lietāta ne sērskābe, ne cita neorganiska skābe. Lai noskaidrotu, kā dažādas miecēšanas metodes un dažādi miecēšanas līdzekļi ietekmē analīzes rezultātus, kas dabūti ar dažādām metodēm, laborātorijā tika pagatavoti ādas paraugi, kuŗu iepriekšējā apstrādāšana bij pilnīgi skaidri zināma, un tad analizēti ar Balāna un Malžāna, Proktera un Serla, Immerheizera un van der Hevena metodēm. Tika pagatavoti 7 dažādi paraugi:

1. nr. Izmazgāta nemiecēta kailāda līdz neutrālai reakcijai un izžāvēta.

2. nr. Kailāda atsārmota ar sālsskābi, apmiecēta mangroves, egļu mizu un mimōzas ekstraktu maisījumā un galīgi izmiecēta nesulfītēta kvebrachoekstrakta un kastāņu ekstrakta šķīdinājumā, nospiesta un gaisā izžāvēta.

3. nr. Tāpat kā 2. nr. sagatavotā un apmiecētā āda izmiecēta ar sulfītētu kvebracho- un kastāņu ekstraktu maisījumu.

4. nr. Kailāda atsārmota ar atšķaidītu sērskābi un izmiecēta kā 2. nr.

5. nr. Kailāda atsārmota ar sērskābi, izmiecēta kā 3. nr.

6. nr. Kailāda atsārmota ar sālsskābi, apmiecēta ar ordovala 2 G un kastāņu ekstrakta maisījumu, izmiecēta ar kvebrachoekstraktu, miecvielas F un kastāņu ekstrakta maisījumu.

7. nr. Kailāda atsārmota ar skudru skābi, izmiecēta kā 6. nr.

Visi lietātie miecējamie materiāli pārbaudīti sēra satura ziņā, pie kam noskaidrojās, ka tikai nesulfītētie ekstrakti nesatur sēra.

Sērs tā tad mūsu paraugos var rasties no 1) jēlādvielas, sulfātiem, kas varētu būt piemaisīti vārāmai sālij, 3) natrija sulfida atliekām vai

to oksidēšanās produktiem, 4) sēra savienojumiem miecējamās materiālos un 5) sērskābes, ar kuru atsārmoti 4. un 5. nr. nr. paraugi. Tā tad brīva sērskābe ieviesta tikai šais pēdējos 4. un 5. nr. nr. paraugos. Sēra izcelšanās pārskatāmības labā sakopota tabulā A. Varēja paredzēt, ka visi paraugi, izņemot 1. nr., saturēs brīvu skābi, pie kam 7. nr. paraugs organisko, bet citi brīvu minerālskābi. Mēģinājums ar kongosarkano to apstiprināja.

Lai varētu spriest vispār par sēra saturu paraugos (neatkarīgi no tā saistības veida), tas tika noteikts ar Barlova metodi.

Analīžu rezultāti aplēsti absolūti sausai ādai un sēra resp. sērskābes saturs izteikts tabulās B, C, D, E un F $\text{SO}_3\%$ no ādas svara. Tabulā G dots rezultātu kopsavilkums.

Rezultāti rāda, ka ar Barlova metodi atrasts lielāks kopējas sērskābes saturs kā ar Balāna un Malžāna, kas gan izskaidrojams ar to, ka pēdējā gadījumā stiprā karsēšana rada dažu sēra savienojumu izgarošanu. Balāna un Malžāna metodes skaitļi aug parāllēli sēra pieaugumam paraugos un tā tad nemaz neatbilst brīvās sērskābes saturam. Šī metode tā tad neder, ja lietāti sulfītētie ekstrakti vai sintetiskās miecvielas.

Proktera-Serla metode arī dod brīvas sērskābes saturu neatkarīgi no tā, vai lietāta sērskābe jeb sālsskābe. Bet skaitļi mazāki un tā kā kaitīga katra brīva minerālskābe, tad šī metode dod praktiski derīgus rezultātus, kamēr nav lietātas sintetiskās miecvielas: šai gadījumā rezultāti pārāk lieli.

Immerheizera metode nav droša, jo ar to nav atrasta brīvā sērskābe (4. nr.), kur tā neapšaubāmi ir. Uz to jau aizrādījuši arī citi autori.

Van der Hevena metode arī dod skābes pieaugumu ar sēra satura palielināšanos, bet paši skaitļi ievērojami mazāki un neiziet no pielaižamā brīvās sērskābes satura. Šī metode tā tad dod arī modernos miecēšanas līdzekļus lietājot praktiski vislabākos rezultātus.

Mēģinājumus izdarīja inž.-ķīm. A. Dālbergs.

KĪMIJAS FAKULTĀTES SERIJA III, 4.

Latvijas māli kā izejviela klinkeru ražošanai.

Jūlijs Eiduks.

(Veltīts nelaiķa prof. Dr. E. Rozenšteina piemiņai.)

Priekšvārdi.

Māli ir vieni no komplicētākiem dabas veidojumiem, ko cilvēki jau sen lietājuši dažādām vajadzībām. Lai šī lietāšana būtu lietderīga, māli ir jāpazīst sīki jo sīki. Nereti dzird nicinošus izteicienus: „Ko nu ar mālu — dubļu pētīšanu var sasniegt un kam tā vajadzīga?“ Atbildei atcerēsimies māla izstrādājumu kultūrvēsturisko nozīmi. Vai mēs zinātu par Babilonu u. c. senām valstīm, ja šo valšķu iedzīvotāji nebūtu pratuši izmantot mālu īpašības — veidošanas spēju un apdedzināto priekšmetu izturību? Bieži ir dzirdēti arī vārdi, ka mums nav kaolīna — šā vērtīgā mālaino vielu vistīrākā pārstāvja, ne ugunturīgu mālu, īsi sakot, gandrīz nekādu derīgu izrakteņu. Par laimi tā gluži nav. Gan maz mums ir derīgu izrakteņu, bet jo sevišķi tāpēc vajaga mūsu izejvielas pazīt, lai pienācīgi tās izmantotu un izsargātos no nepārdomātas, nelietderīgas un izšķērdīgas mūsu derīgo izrakteņu izmantošanas.

Latvijas derīgo izrakteņu pētnieks nelaiķis prof. Dr. E. Rozenšteins dzīvi interesējās par mālu tehnoloģisku pētīšanu un savā laikā noorganizēja plašāku pētīšanu ar finanču ministrijas laipnu materiālu atbalstu. Tiešos pētīšanas darbus toreiz izdarīja šā raksta autors. Tā radās viena materiālu daļa šim apcerējumam. Turpmākie rezultāti iegūti Vācijā — zinātniskā komandējuma laikā un beidzami — pēc atgriešanās apvienotā Latvijā.

Darba pirmajā posmā saņemto nelaiķa prof. Dr. E. Rozenšteina laipno atbalstu šeit varu tikai atzīmēt, sirsniņo pateicību viņš vairs nevar saņemt.

Lai viņa sajūsma un izturība mūsu zemes turpmākos pētījumos vēl ilgi iejūsmotu pētītājus un mācītu neatlaidīgi cīnīties un strādāt sprausto nodomu un mērķu sasniegšanai!

IEVADS.

1. Mālu dažādība.

a) **Mālu grupēšana vecuma kārtībā.** Mūsu iežiem kā pirmie zināmu vēribu ir piegriezuši ģeologi un minerālogi. Savā laikā Tērbatas universitātes mācības spēki, īpaši akadēmiķa C. Schmidt'a¹ skola, izdarījusi dažas sīkas analīzes. Ir arī mēģinājumi ar ķīmiskās analīzes rezultātiem, kā arī, lietājot dažus pa daļai vēlākā laikā atzītās racionālās analīzes paņēmienus, aplēst mālu minerāloģisko sastāvu. Māli arī raksturoti ne tikai no zinātniskā viedokļa, bet arī mēģināts tos tehniski novērtēt. Vēlākā laikā atsevišķi sīki norādījumi izkaisīti presē.

Ar Latvijas nodibināšanu iesākās intensīvāka pētīšana. No vienas puses vajadzēja pētīt mūsu augsnas, no otras puses derīgos izrakteņus.

Tā kā māli ietilpst abās minētās grupās, tad pētījumi par tiem ir izdarīti abos virzienos. Tehnisko virzienu nodibināja netaisnīgs profesors Dr. E. Rozenšteins, bet viņš nepaspēja visus savus savāktos materiālus publicēt.

Augsnas pētnieks J. Vītiņš sarakstījis vairākus darbus, kuri dod dažus pieturas punktus un vērtīgu grupējumu, kas iekļaujas šā darba garā, tāpēc tos aplūkosim, pievienojot dažus papildinājumus.

Darbā „Pētījumi par Latvijas māliem²“, nodaļā „Īss Latvijas mālu raksturojums“, viņš mālus apskata vecuma kārtībā. Jāpiezīmē, ka, diemžēl, mums līdz šim nav vēl pilnīgas terminoloģijas, uz kuŗas nepieciešamību norādījis vairākkārt E. Rozenšteins³, tāpēc atreferējumā pieturēšos pie autoru terminoloģijas, bet pats lietāšu visur vārdu „māls“.

1. **Devona formācijas ieži** ir visvecākie redzami nogulumi Latvijā. Devona formācijas glūdas māls (domāts trekus devona māls) ir visvecākais māls. Tas redzams dziļāko gravu un upju krastos. Šis māls nesatur ogļskābo kaļķi un ir ļoti lipīgs. Pēc krāsas izšķir sarkano un zilo (zaļo) vai balto mālu. Pēc sastāva zilais māls arvien drusku smilšaināks par sarkano mālu.

Visbiežāk šādus mālus sastop gravās starp Siguldu un Valmieru, sevišķi Cēsu apkārtnē, tad vēl Perniģeles jūrmalā — Jūrasdzenos un Kurzemes ziemeļu daļā.

Zilais (zaļais) māls savu krāsu nemaina, nepāriet sarkanajā mālā, ko novērojam ar parasto glūdu no purvainām vietām; tikai izdedzināts tas pieņem sarkanu krāsu.

Devona formācijas nogulumos sastopams arī baltais merģeļa māls Doles salā un Stopiņos.

2. Permas un terciārās formācijas māli sastopami Aizputes apriņķa dienvidu daļā. Terciāro mālu slāņu biežums pēc kalnu inž. A. Lielauša pētījumiem⁴ ir diezgan svārstīgs un nepārsniedz 1,2 m. Šie māli atrodas tieši zem brūnogles. Agrāk no tiem mēģināja gatavot ugunturīgus ķieģelus, bet bez sekmēm.

3a. Ledus laikmeta akmeņainie morēnu māli. Šie māli atnesti pie mums ar ledus laikmeta šļūdoņiem. Tiem nav kaut cik noteikta mehāniska un ķīmiska sastāva, jo tanīs ietilpst vairāk vai mazāk visi tie nogulumi, kas pirmsledus laikmetā bija zemes virskārtā un kas iejaucās ledū, kad šļūdoņi gāja tiem pāri.

Šādu mālu Latvijā ļoti daudz un it visās Latvijas daļās, sevišķi reljefa augstākās vietās.

Rūpniecībā akm. morēnu māliem nav nekādas nozīmes.

3b. Pārskalotie māli. Pie šās grupas pieder slokšņu māli (Bānderton) un smilšainākie kārtainie māli, kas nogūlušies ledus laikmetam izbeidzoties no tā laika lielajiem ūdeņiem. Šie māli ir cēlušies no akmeņainā morēnu māla pārskalošanas. Smilšu saturs slokšņu māliem mazs, bet daudz puteklains, sīko daļiņu. Minētie māli satur ogļskābo kaļķi, kas ir sasmalcināts silūra kaļķakmens un dolomīts. Ogļskābo kaļķi atrodam maz vissmalkākās daļās, bet ļoti daudz puteklainā daļā.

Slokšņu māla krāsa pa lielākai daļai brūna. Ca/Mg CO₃ saturs svārstās starp 15—25%, ieskaitot kā ogļskābo kaļķi arī ogļskābo magniju. Ogļskābā magnija 3—5 reizes mazāk kā CaCO₃. Smilšaināko kārtaino mālu krāsa ir zaļgani pelēka.

Vislielākā platība, kur sastopām pārskalotus mālus, ir Jelgavas — Rīgas līdzenums. Tur tos izmanto daudzās ķieģeļnīcās. Slokšņu māla rūpnieciskā nozīme sevišķi liela: to pārstrādā ķieģelos, traukos un lietā portlandcimenta ražošanai. Ap Lielupi un Iecavu, kur pārskalotā māla daudz, attīstījusies mūsu galvenā ķieģeļu rūpniecība.

Tur kur māla slāņi iznāk zemes virskārtā, ogļskābais kaļķis no māla izskalots (izskalotie māli), bet dziļākās kārtās tas atkal nogūlies un devis sacietējumus — konkrēcijas. Tāds māls ķieģeļu rūpniecībā nav derīgs, jo ogļskābais kaļķis mālu apdedzinot pārvēršas CaO , kas vēlāk uzņem mitrumu, palielinās tilpumā un pārplēš ķieģeli.

4. Jaunāko nogulumu māli sastopami vietām Kurzemes jūrmalā, kur tie nogulušies tanī laikā, kad jūra apklāja vēl daļu tagadējās sauszemes. Pie šās grupas pieskaitāmi tā sauc. ezeru merģeļi, kas atrodami agrāko ezeru dibenos un satur līdz 50% CaCO_3 . Te CaCO_3 ir arī vissmalkākās daļiņās, jo kaļķis izdalījies no ūdens.

b) **Mālu pārveidošanās augu un mitrumu ietekmē.** Zemes virskārtā augu saknes atdala daudz CO_2 . Pēdējā rodas arī augu atliekām tālāk sadaloties. CO_2 atšķīst ūdenī un dod $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Dziļākās kārtās, kur ogļskābes mazāk, izdalās CaCO_3 , radot min. konkrēcijas. Tāpēc mūsu lauku ķieģeļu ceplos var izmantot tikai 30—50 cm biezu mālu kārtu.

Ja māls stipri izskalots, tas pieņem baltu krāsu. Vidzemē tādu mālu sauc par plienu.

Tanīs vietās, kur merģeļā māls atrodas zem biežākas smilts kārtas, vai arī kas pēc reljefa zemākas un cieš no lieka mitruma, norisinās virsējo kārtu pārgleijošanās. Tad samērā ātri virsējās māla kārtas pārvēršas ūdens aizturētājā gleijmālā.

Par gleijmālu (glūdas mālu⁵) apzīmē tādas vairāk vai mazāk mālainas zemes virsējās kārtas, kas stipri pārveidojušās lieka mitruma un organisko vielu ietekmē. Māls tad pieņem zilgani-pelēku krāsu, mitrs ir ļoti lipīgs, bet izžūstot stipri sacietē. Ūdens caurlaidība ļoti vāja. Virsējās gleijmāla kārtas ogļskābo kaļķi nesatur. Tām pat stipri skāba reakcija.

Organisko vielu gleijmāla dziļākās kārtās samērā maz, bet virskārtā daudz.

Raksturīgu gleijmālu atrodam reljefa zemākās vietās — pļāvās, ja pamatmateriāls kaut cik mālains.

Jēdziens, it kā gleijmāls satur daudz māla daļiņu un maz rupjāko materiālu, ne katrreiz precīzs. Nozīme ne daļiņu vairumam, bet īpašībām. Mālā šīs daļiņas sarecējušas lielākās drupatiņās. gleijmālā, turpretim, daļiņas brīvas, vai arī drupatiņas ļoti sīkas.

Drupatiņu lielums stāv ciešā sakarā ar sāļu saturu un sastāvu ūdenī. Ja ūdeni mīksti — daļiņas smalkas, un otrādi.

c) **Māla apzīmējums.** Praktiskā dzīvē ar vārdu „māls“ apzīmējam zemes virsējās un arī dziļākās kārtas, kas satur smalkas daļiņas, slapjā veidā smērējas, līp pie cietiem priekšmetiem, nemaina viņām piedoto formu arī pēc izžūšanas.

Augsnu pētnieki un keramiķi parasti uzskata par mālu minerālu daļiņas, kuŗu caurmērs mazāks par 1—2 μ . Tomēr ļoti bieži par mālu vēl sauc arī daļiņas ar caurmēru ≤ 10 —20 μ .

Parasti par mālu apzīmē minerālu kaolīnītu. Tomēr prof. Semjatčenskis⁶ atzīmē, ka dažos mālos pēc ķīmiskā sastāva spriežot kaolīnīta nemaz nav. Arī prof. E. Rozenšteins⁷ konstatē mālos dažādu minerāloģisku sastāvu.

Tiešas ķīmiskas analīzes tuvākus paskaidrojumus nevar sniegt, ko mēs saprotam ar apzīmējumu māls.

Semjatčenska dotā apzīmējumā tāpēc uzsvērtas tikai tehniskās īpašības:

par mālu apzīmē sasmalcinātas minerālvielas vai pareizāk — sasmalcinātus iežus, kas dod ar ūdeni vai citu šķidrumu plastisku mīklu; pēdējā izžūstot savu formu nemaina, bet apdedzinot pieņem akmeņveidīgu cietumu.

No kolloīdkīmijas viedokļa: par mālu varētu apzīmēt tādas zemes vai iežu sastāvdaļas, kas satur adsorbētus kationus, spējīgus apmainīties ar citiem kationiem.

Keramikā šādus produktus sauc par alofānoidiem (alofāniem), bet zemes mācībā — par zemes ceolītvēidīgo sastāvdaļu.

Gleijmāla smalkākie produkti uzskatāmi ne tikai kā nepiesātināti, t. i. ar lielāku vai mazāku kaļķa trūkumu vai H⁺ ionu saturu, bet arī tādi, kas satur adsorbētos K⁺ un Na⁺ ionus. Tie arī uzskatāmi par vienu no galveniem faktoriem, kas palielina gleijmālu dispersiju.

Minerāloģiski, sākot ar H. Stremmu⁸, mālus iedalīja: a) laukšpata atlieku mālos (Feldspatresttone), kas galvenā kārtā satur kaolīnītu, un b) konst. ūdens saturētājos amorfos alumīnija silikātos, ko tagad sauc par alofānoidiem. Viņš pēdējos uzskata par maisītiem geliem,

kas viegli sadalās sālskābē, turpretim kaolīnīts nemaz nesadalās vai sadalās ļoti mazā mērā.

Jaunākā laikā Endells⁹ uzstādīja vēl vienu jaunu definējumu, kam pamatā mālu sīkstruktūras rentgenoskopiskie pētījumi:

māli ir ūdens saturētāji alumīnija silikāti, kas kristalizējas vai nu kaolīnīta vai montmorilonīta kristallu režģos; to kristallu dimensijas ir tik mazas, ka kristallu virsmai disociācijas spējīgi piesaistītās bāzes sasniedz mērijamus lielumus.

Šis definējums ietver sevī lielāko daļu keramisko mālu, bet mūsu parastos mālus labi neraksturo, jo tur raksturīgais nav visminētie minerālu režģi, bet gan vēl kāds svešs vizlveidīgs nepazīstams minerāls¹⁰.

Tālākie pētījumi šinī virzienā varbūt dos vajadzīgo skaidrību (arī šā raksta autors strādā gar šo problēmu) un beidzot varēs uzstādīt pilnīgi zinātnisku definējumu visiem māliem.

2. Klinkera mālu īpašības.

Par klinkeriem parasti sauc stipri apdedzinātus, pilnīgi, vai gandrīz pilnīgi saķepējušus ķieģeļus, kuŗu drumstala ir blīva, taču ne stiklaina; klinkeru spiedes pretestībai jāpārsniedz pēc DIN 350 kg/cm^2 un ūdens uzsūkšanas spējai jābūt mazākai par 5%. Vispārīgi no laba klinkera prasa: vienmērīgu saķepi, blīvu struktūru ar mazu ūdens uzsūkšanas spēju, lielu spiedes izturību, sīkstumu, pretestību atmosfairiliju un skābes ietekmei, noteiktu veidu un izmērus. J. Eiduks kādā savā darbā¹¹, kas uzskatāms savā ziņā par šā darba iepriekšēju ziņojumu, aplūko īsumā klinkeru ražošanai noderīgo mālu īpašības. Tur atzīmēts klinkeru lietāšanas sākums un sevišķi uzsvērta klinkeru, galvenā kārtā bruģa klinkeru, tagadējā lietāšana dažādās valstīs.

Vispārīgā literatūra par keramisko izejmateriālu novērtēšanu un gatavo izstrādājumu pārbaudi ļoti plaša. Dr. Hechts¹² aizrāda attiecīgo literatūru un arī norāda tās īpašības, kuŗām jāpiemīt klinkeru ražošanai derīgiem māliem. Šīs īpašības raksturo:

- 1) ķīmiskā kopanalīze,
- 2) minerāloģiskā sastāva uzzināšana,
- 3) māla daļiņu sadalījums — mālu smalkums un
- 4) keramiskās pamatīpašības.

Klinkeru ražošanai pamatā ir mālu saķepēšanas (Sinterung)¹³ īpašība. Ar to saprot sevišķu mālu īpašību, ka bez ārējā veida maiņas iestājas sablīvēšanās, noslēdzoties vaļējām porām. Šī sadalīšanās iestājas tāpēc, ka dažas māla sastāvdaļas nevisai augstās temperatūrās kļūst šķidrās, t. i. sāk kust eutektiski kaušējumi, kamēr citas sastāvdaļas savu stāvokli nemaina, vai maina maz, un noder kā balstītājs skelets kūstošām māla sastāvdaļām. Rezultātā — masas pilnīga sablīvēšanās. Tā tad klinkeru māliem (t. i. klinkeru ražošanai noderīgiem māliem) ir bezugunturīgām sastāvdaļām vēl jāsaturs pietiekošs daudzums kušņu.

Ugunturīgie komponenti ir SiO_2 un Al_2O_3 , kušņi — CaO , MgO , K_2O , Na_2O , FeO un arī Fe_2O_3 .

Izšķir 2 klinkeru mālu tipus:

1) klinkeru māli ar ugunturīgu mālu raksturu, kam starp saķepēšanas temp. un mīksttapšanas („kušanas“) temp. liels intervāls;

2) kušņu bagātāki klinkeru māli, kam saķepēšanas temperatūra:

a) vidēji tuvu mīksttapšanas temperatūrai un

b) ļoti tuvu mīksttapšanas temperatūrai.

Kā šo grupu tipiski klinkeru mālu reprezentanti uzskatāmi:

1. grupas — Zinzendorff'as klinkeru māls Lausitz'ā,

2. grupas —

a. apakšgrupas — Bokhornas māls Oldenburgā un

b. apakšgrupas — Ungārijas t. s. keramita māls.

Šo mālu saķepēšanas un kušanas (SK deformēšanās) temperatūras šādas:

Mālu apzīmējums	Saķepēšanas temp. SK	Kušanas temp. SK
Zinzendorff'as māls	2	34
Bokhornas māls	10	14/15
Ungārijas keramita māls	4a	7

3–4 SK (apm. 60–80° C) intervāls starp saķepes un kušanas (mīksttapšanas) temperatūrām ir tas mazākais, ko no lietājama klinkera māla prasa.

Apskatot atzīmēto mālu sastāvus (sk. 1. tabulu) redzams, ka tie satur ievērojamus daudzumus SiO_2 , Al_2O_3 , kas rada ugunturīgo skeletu un arī aizpildīšanai vajadzīgo daudzumu kušņu. Jo vairāk kušņu, jo vieglāk māls saķep. Pēc prof. Segera pētījumiem uz ugunturīgo skeletu viegli kūstošās sastāvdaļas nedrīkst nemaz, vai drīkst tikai mazliet ķīmiski iedarboties.

Ugunturīgiem komponentiem jābūt tādā daudzumā, lai no tiem iznāktu skelets, kas mīkstu kļuvušo masu saturētu. Šis keramikas vecmeistara Seger'a uzskats nav vairs pilnā mērā atzīstams, un tagad uzskats par saķepēšanas norisi ir citādāks (sk. nod. saķepēšanas izskaidrošanas mēģinājums).

Lai pilnīgi droši noteiktu kāda māla noderīgumu klinkeru ražošanai, ir, kā jau agrāk atzīmēts, jānosaka tā:

- 1) ķīmiskais sastāvs,
- 2) minerāloģiskais sastāvs,
- 3) mālu smalkums un
- 4) keramiskās pamatīpašības,

izdarot noteiktus sistēmiskus apdedzināšanas mēģinājumus.

Ķīmiskā un minerāloģiskā analīze rāda, cik ir kušņu un cik ugunturīgo komponentu. Mālu smalkuma zināšana palīdz paredzēt un izprast pārmaiņas apdedzināšanā. Paši apdedzināšanas mēģinājumi dod norādījumus par porainību, ūdens uzsūkšanas spēju, sarukumu, saķepēšanas un kušanas temperatūrām u. t. t.

Visu šo izmēģināšanas rezultātu zināšana norāda, cik kāds māls noderīgs tieši, cik un kādas piedevas: kušņi, smiltis, šamota, ugunturīgi māli jālietā klinkeru ražošanai, un beidzot dod iespēju uzstādīt racionālas izmantošanas kalkulāciju.

Liela nozīme ir gaisa un sevišķi kopējā sarukuma. Saprotams, ka lietderīgāks būs tas māls, kam sarukums ir mazāks. Praksē lielāks sarukums par 13% nav vēlams. Kopējam sarukumam lielāku klinkera priekšmetu izgatavošanai jābūt ne vairs 8%¹⁴.

a) **Ķīmiskais sastāvs.** Klinkera mālu saķepēšanas īpašības lielā mērā nosaka kušņu dažādība un ugunturīgo komponentu dažādie daudzumi. Tomēr saķepēšanā ir svarīgs ne tikai ķīmiskais, bet arī minerāloģiskais sastāvs¹⁵.

Aplūkosim katra atsevišķa kušņa ietekmi.

CaO kūst augstā temperatūrā. Kusnis pazemina mālu saķepes temperatūru (1—2% CaO pazemina to par 1—2 SK¹⁶), iedarbojas ļoti enerģiski uz silikātiem, un masa viegli un ātri sakūst. Masas sakušana notiek lēnāk, ja mālā ir daudz Al_2O_3 . Vispārīgi mālu ar kaļķu saturu negatīvā īpašība: saķepe un mīksttapšana — kušana šiem māliem ir ļoti tuva, ap 2 SK un mazāk. Bez tam izgatavotie klinkeri ir diezgan trausli. Kā piemērs noder mergļa māli.

Mālu apdedzinot šeit attīstās CaO un Fe_2O_3 dzeltāngans savienojums ar zemu kušanas punktu. Tāds māls, piemēram, ir pie SK 1a vēl stipri porains (poras rada izdalījusies CO_2 gāze). Ja pacelam temperatūru tikai par 1 SK, rodas dzelzskāļķa silikāts un līdz ar to saķepe, bet tūlīt arī sākas visas klinkera masas mīksttapšana — kušana. Parasti šo mālu saķepe iestājas starp 0,1a—2a SK¹⁸. Ar lielāku CaO saturu masas staigums samazinās, izdalījusies CO_2 padara masu porainu un saķepējušā laukumā parādās pūtes¹⁷.

Protams, CaO drīkst būt mālā tikai smalkā dispersijā.

Iespaidis mainās, kad mālā ar kaļķu saturu vēl ir klāt MgO . Tāds izejas materiāls jau ir labs klinkeru māls. Kā piemērs noder daži Ungārijas „k e r a m i t” klinkeru māli, kušiem intervāls starp saķepi un mīksttapšanu ir 3—5 SK, vēl pietiekams klinkeru apdedzināšanai kapsulās. Šādā veidā pagatavo augstvērtīgus ražojumus.

Tā tad MgO nelielā daudzumā (drīkst būt tikai daži procenti) nav kaitīgs. MgO veicina saķepēšanu, pazeminot tās temperatūru, radot vienmērību un piedodot masai sīkstumu. Bez tam palielinās intervāls starp saķepi un mīksttapšanu — kušanu. Slikti tikai, ka sarukums šiem klinkeru māliem liels.

Vislabākās tomēr ir alkalijas: lēna un vienmērīga saķepe, kas iestājas ilgi pirms mīksttapšanas. To var būt daudz.

Ja māls satur ievērojamus vairumus (20%) laukšpata vai radniecīgus minerālus, tad, ja nav kaitīgu piemaisījumu, tāds māls noteikti derīgs klinkeru izgatavošanai.

Fe_2O_3 kā tāds uzskatāms kā krāsotājs. 1000° temperatūrā tas gaiši sarkans, augstākās temperatūrās rodas sarkanbrūna krāsa. Viņa krāsošanas spēja ir intensīvāka pie blīvākām, mazāk porainām masām. Intensitāte atkarājas vēl no kramskābes, sevišķi

SiO_2 smalkā dispersijā, vairuma¹⁸. CaO , turpretim, intensitāti samazina, jo Fe_2O_3 ar kaļķi dod dzeltānas (pie saķepes zaļas) krāsas savienojumus.

Temperātūrās augstākās par 1200° , sevišķi reducētājā atmosfērā, rodas dzelzs oksiduloksids (Fe_3O_4) melnā krāsā. Starp sarkanbrūno Fe_2O_3 krāsu un reducēšanā ātri radušos melno Fe_3O_4 tad arī novērojamas dažādās brūno un zilgano krāsu toņu pārejas.

Masas krāsa pēc apdedzināšanas ir atkarīga no oksīda un oksīdula vairumiem¹⁹:

	Fe_2O_3	FeO
Ķiršu sarkana krāsa, kad . . .	5,35 ⁰ / ₀ un	0,12 ⁰ / ₀
Zaļpelēka krāsa, kad	3,43 ⁰ / ₀ .	1,85 ⁰ / ₀
Tumši violeta krāsa, kad. . .	2,14 ⁰ / ₀ .	3,01 ⁰ / ₀

Vispārīgi klinkera ražošanai der māli līdz 6—8% Fe_2O_3 ¹⁷, lielāks saturs jau kaitīgs.

Reducētājā atmosfērā radies FeO darbojas kā kuznis un piešķir masai spīdīgu, melnu krāsu. Reducēšanu var sākt tikai tad, kad masa saķepusi. Apdedzinot šādus mālus lēni paaugstina temperatūru oksidētājā atmosfērā un sāk reducēt tikai sarkankvēlē. Ja sāk reducēt ātrāk, klinkera virsma sablīvējas no Fe_3O_4 savienojuma, rodas it kā plēve — garoza, kas klinkera masas iekšienē radušās gāzes CO , CO_2 , SO_2 nelaiž ārā. Tas rada uzpūšanos un sūkļainu struktūru²⁰.

Vispārīgi, no vidēji dzelzs saturošiem klinkera māliem var izgatavot labus ražojumus, jo te starp saķepi un mīkstapšanu liels intervalls. Negatīva īpašība — klinkeri bieži viegli pieņem stiklainu struktūru un tad kļūst trausli²¹. Šīs jaunās parādības pie sevišķi trekniem dzelžainiem māliem novēršamas, piejaucot liesinātājas vielas. Der pielikt līdz 20% smalkas smiltis. Lielāks vairums traucē blīvas masas rašanos. Sevišķi laba ir klinkera šamotas pielikšana, kas paceļ gatava klinkera blīvumu. Ļoti plastiskus mālus ieteicams iepriekš $350\text{—}500^\circ\text{C}$ temperatūrā izkarsēt.

Jāmin vēl, ka maz dzelzi saturoši māli arī reducētājā apdedzināšanā var dot dzeltānganu drumslas krāsu, bet CaO saturoši māli zaļganu.

Dažreiz kā krāsotāju vielu vēl lietā MnO_2 , kas masu krāso brūnā vai melnā krāsā. Tas iedarbojas līdzīgi Fe_2O_3 — samazina porainību.

Al_2O_3 un SiO_2 pacel izturību ugunī. Tā tad to iedirbe pretēja šeit aplūkoto kušņu iedirbei.

b) **Minerāloģiskais sastāvs un smalkums.** Liela nozīme ir mālu minerāloģiskam sastāvam un smalkumam.

Atzīmējami šādi paņēmieni minerāloģiskā sastāva uzzināšanai:

- 1) racionālā analīze,
- 2) minerāloptiskā analīze pēc Larsēna²¹ un
- 3) rentgenoskopiskā metode²².

1) Racionālā analīze labi lietājama kaolīniem un ugunturīgiem māliem. Ar šo analīzi nosaka: māla substanci, vizlu, laukšpatu un kvarcu. Gan daži pētnieki²⁴ to lietā arī neugunturīgu klinķeru mālu raksturošanai, bet tas gan nav pareizi²⁵. Iegūtie rezultāti attiecībā uz mālu substanci ir ļoti apšaubāmi. Mēs vēl īsti skaidri nezinām, vai jēl maz parastos mālos ir mālu substance — kaolīnīts.

Derīga ir kvarca tiešā noteikšanas metode ar fosforskābi pēc Hirsch-Dawihla²⁶.

Patiesībā racionālā analīzē nenosaka minētos minerālus tieši kā tādus, bet tur ietilpst vesela rinda radniecisku savienojumu.

2) Minerāloptisko analīzi ar laušanas koeficientu noteikšanu var pilnīgi izdarīt tikai rupjākām frakcijām.

O. Ansheles's²⁷ aizrāda, ka mālos laušanas koeficientus var noteikt graudam, kuŗa caurmērs ir lielāks par 0,001 mm. Lai tos aplūkotu konverģentā gaismā, tad jābūt vismaz $\varnothing 0,005$ mm.

3) Kvantitatīvā rentgenoskopiskā analīze komplikēta un prasa speciālu iekārtu: rentgenoskopiskā spektra līniju fotometrēšanas aparātu, kādu mūsu universitātei nav.

Tur, kur šīs ierīces ir, šī metode būtu ļoti ieteicama. Šķiet, ka tikai ar to mēs droši varēsīm pareizi noteikt īstos māla minerālus un to vairumus.

c) **Piedevu ietekme.** Bieži klinķera mālos ir sastopami laukšpats, vizla un kvarcs. Laukšpats ir vairāk alkalijas saturošs, mazāk Ca un Mg saturošs. Sevišķi pirmais vēlams, jo aizkausē māla masā poras.

Kvarcam lielos graudos ir negatīva ietekme, jo caur dažādu saraušanos, mainot modifikācijas, klinķerā rodas iekšēji spraugumi un klinķers saplaisā.

Saķepēšanu veicina mālu smalkums. Pat māla substance koloidālā veidā saķep samērā zemās temperatūrās.

Bieži vien dabiskie klinkera māli, lai uzlabotu ražojumu kvalitāti, jāpapildina. Dažādu piedevu ietekmi ir pētījis Dr. Hirsch's²⁸.

10% dažādu kušņu ietekme uz saķepšanu:

Apdedzin. pakāpe SK	Ūdens uzsūkšanas spēja %				
	Māls	Laukšpats	Krīts	Magnēzīts	Dolomīts
010a	13,7	14,3	14,2	15,6	17,4
08a	12,9	13,5	14,0	15,5	16,6
05a	11,7	9,1	13,7	11,5	14,0
01a	7,0	2,0	9,2	6,5	12,3
2a	5,2	1,7	8,7	1,5	9,4
3a	4,3	0,2	1,7	1,5	2,5
4a					0,7

Liesinātais māls pats sāk saķepēt pie SK 3a.

Kā no tabulas redzams, laukšpats dod mālam diezgan pilnīgu saķepi jau pie SK 01a, bet krīts, dolomīts un magnēzīts — pie SK 3a.

Lai paceltu izturību ugunī, liesina klinkera mālus ar smiltīm, ugunturīgo mālu un šamotu. Abi pēdējie palielina intervallu starp saķepi un miksttapšanu.

Vienkāršāka un praktiskāka ir dažādu mālu samaisīšana. Tā piem., kāds māls ar smalku SiO₂ apdedzinot dod stipri porainu drumslu un kļūst par klinkeru tikai pie SK 3a, bet piemaisot šim mālam nedaudz merģelmāla, labs klinkers iegūstams jau SK 2a temperatūrā.

Vēl piegriezīsimies piedevu spiedes pretestības ietekmēšanai.

Dr. H. Hirsch's uzrāda šādu tabulu:

Apdedzināšanas pakāpe	Skaitļi — kg/cm ²			
	3 a	4 a	5 a	6 a
Nemaisīts māls	290	320	415	
50% ugunturīga māla	410	440	520	
50% Fe ₂ O ₃	360	410	450	
50% laukšpata	465	490	540	
50% mangānmāla	465	505	560	
50% magnēzīta	180	310	380	680
50% dolomīta	245	530	700	

Katra piedeva likta atsevišķi.

Apskatot tabulu redzam, ka Mn-māls un laukšpats iedarbojas labvēlīgi. Īpata ir MgCO₃ un dolomīta iedarbe. Zemās temperatūrās

spiede pamazinās (karbonāti padara drumsli porainu), augstākās temperatūrās spiede strauji pieaug. Protams, lietājot piedevas, jā-rūpējas par to un izejas māla pamatīgu un vienmērīgu samaisīšanu.

Dažādie māli pēc sastāva ietilpināmi vairā-kās klasēs³⁰:

1) kaolīns	— balti	izdegoši izstrādājumi
2) ugunturīgie māli	— dzeltāni	" "
3) klinkera māli	— brūni	" "
4) klinkera māli	— sarkani	" "
5) ķieģeļu māli	—	" "
6) merģeļa māli	— dzeltāni	" "
7) krāsns podiņu māli	— gaiši	" "

Kāda krāsns podiņu māļa sastāvs šāds:

karsēšanas zudums	— 16,70/0	CaO	— 16,40/0
SiO ₂	— 45,90/0	MgO	— 2,50/0
Al ₂ O ₃	— 11,00/0	K ₂ O + Na ₂ O	— 3,40/0
Fe ₂ O ₃	— 4,00/0		

Ķieģeļu mālu sastāvs līdzinās vieglāk kūstošiem klinkeru māliem, tikai tiem daudz vairāk kvarca, kāpēc tie nesaķep.

Dažādu valšķu klinkera mālu sastāvs un īpašības atzīmētas 1. tabulā.

Holandes klinkeru māli viegli kūst. Tikai ar sevišķiem paņēmieniem (zemas krāsns, sika temperatūras rēgulēšana) izdo-das no tiem izgatavot klinkerus. Klinkerus dedzinot tur iznāk sa-mērā daudz brāķu.

L. Ū. silikātu tehnoloģijas katedras pārzinis nel. profesors Dr. E. Rozenšteins²⁹, pētīdams dažādos Latvijas mālus, bija novērojis, ka daži māli, galvenā kārtā devona formācijas, it kā uzrāda klinkeru māliem vajadzīgās īpašības:

1) tie nesatur, vai arī satur ļoti maz CO₂, tā tad tie ir ogļskābā kaļķa un magnija brīvi;

2) likās, ka tiem intervalls starp saķepēšanu un mikstapšanu-kušanu ir pietiekoši liels;

3) tiem varēja nojaust lielu mēchanisku izturību.

Šos un vēl veselu rindu citu mūsu nozīmīgāko un raksturīgāko mālu izpētīju un pārbaudīju to noderību klinkeru ražošanai, pietu-roties iepriekš minētiem novērtēšanas principiem.

Klinkera mālu sastāvs

	Kars. zud. %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	K ₂ O+Na ₂ O %	K o p a	Māla subst. %	Kvarcs %	Laukšpats %	Karbonāti %
Amerikas:													
Burlington, Jowa	—	77,40	11,74	—	3,29	1,60	1,91	4,23	100,17*	—	—	—	—
Minneapolis, Min.	—	61,10	24,08	—	8,06	2,53	1,77	2,45	99,99*	—	—	—	—
Akron, O.	—	65,82	21,92	—	7,48	0,57	0,50	3,72	100,00*	—	—	—	—
Anglijas:													
North Jorkshire	—	72,25	18,08	—	8,57	0,39	0,02	0,61	99,92*	—	—	—	—
Nezin. vietas	5,30	70,22	13,67	—	6,80	zim.	1,30	3,37	100,66	—	—	—	—
Holandes:													
1.	13,4	66,6	12,3	0,6	4,0	11,1	2,7	2,7	100,0*	31,3	36,3	12,4	20,0
2.	9,0	71,4	14,8	0,9	7,0	1,1	1,8	3,0	100,0*	54,7	33,8	11,5	—
Krievijas:													
1.	5,40	57,10	21,29	—	7,31	CaCO ₃ 0,29	1,53	3,66	96,45	—	—	—	—
2.	2,48	77,44	9,82	—	5,34	—	0,36	3,87	99,31	—	—	—	—
3.	3,61	61,96	15,76	—	6,17	0,97	2,64	7,18	97,86	—	—	—	—
Polijas:													
Izbica's 1.	—	79,0	9,4	—	2,83	0,83	0,66	2,95	100,0*	—	—	—	—
„ 2.	—	74,74	9,06	—	2,44	6,47	1,12	0,27	100,0*	—	—	—	—
„ 3.	—	81,4	8,85	—	2,65	1,33	0,83	2,16	100,0*	—	—	—	—
Ungārijas:													
Schattau's	0,30	65,73	13,29	—	4,43	9,82	0,72	5,61	99,90	—	—	—	—
Szegedin	—	61,23	21,09	—	7,43	4,11	3,07	3,06	99,99*	—	—	—	—
Budapeštas keramīts	—	54,11	18,63	—	5,55	16,38	4,52	0,81	100,00*	—	—	—	—
Nezin. vietas keramīts 1.	11,4	69,3	11,7	0,7	3,6	9,8	1,2	3,7	100,0*	35,4	36,5	15,1	13,0
Nezin. vietas keramīts 2.	10,5	65,0	13,7	0,8	3,8	9,3	4,3	3,2	100,0*	33,8	36,3	13,9	16,0
Vācijas:													
Bokhornas (Oldenburgā) a)	5,30	70,22	13,0	—	6,80	—	1,30	3,37	99,99*	—	—	—	—
„ „ b)	6,6	75,7	13,9	0,9	5,8	0,2	0,4	3,1	100*	41,5	51,7	6,8	—
Heisterholz	7,38	60,84	18,24	0,96	6,45	1,90	1,0	2,27	—	—	—	—	—
Ise-Nied. Lausitz	6,30	67,40	25,30	—	5,80	0,08	0,02	2,00	—	—	—	—	—
Nezin. vietas	8,4	65,6	18,2	1,1	8,1	0,6	2,4	4,0	100,0*	58,7	28,6	12,7	—
„ „	10,2	59,2	25,1	0,9	9,5	0,2	1,7	3,4	100,0*	79,7	19,9	0,4	—
„ „	6,2	65,2	21,2	1,0	6,8	0,4	3,2	2,2	100,0*	64,4	29,3	6,3	—
„ „	6,2	59,5	21,5	0,7	10,2	1,1	2,5	4,2	100,0*	87,1	9,2	3,7	—
„ „	9,2	62,1	18,1	1,1	6,3	4,0	4,2	4,2	100,0*	52,6	23,0	14,0	—
Zinzendorf's	13,44	47,64	36,82	nen.	1,84	0,03	zim.	0,29	100,06	—	—	—	—

*) Rezultāti attiecināti uz izkarsētu paraugu. **) Paraugi iepriekš apdedzināti reduc. atm. 1100°C. ***) Paraugi

b u l a.

pēc literatūras datiem.

Krāsa	Max. sarukums %	Max. sarukuma t°	Klinkerēšanās t°	Saņepēšanās t°	Uzpūšanās mīkstsēps. t°	SK kušanas t°	Mikstapūšanās zem slodzes t°	Piezīmes	Literatūra
—	—	—	—	—	—	—	—		Dümler, Klinker ihre Verw. und Herst., 1926, S. 11.
—	—	—	SK 6a	—	—	—	—		Dümler, loc. cit. Keramos 1931, Bd. 10. № 25—26 S. 677.
—	—	1160 1140	1140 1080	1140 1140	1180 1280	1180 1320	—	Slikti māls Labs māls	T. Z. 1932, S. 1092. H. Hirsch.
—	—	—	—	—	—	—	—		Budnikoff, Keramič. tehnol. II. d. 1p. 414, 1933.
—	—	—	—	—	—	—	—		T. Z. 1931, 73.
—	—	—	—	—	—	—	—		Dümler, loc. cit.
blāvi sark.	4—12,9	1160	1140	1160	1180	1230	—	Sev. izturīgi klinkeri, tikai kapsulās	T. Z. 1932, S. 955, 980.
"	4—11,8	1140	1140	1160	1180	1200	—		
—	—	—	—	—	—	—	—		Prof. Ehlgötz, Klinkerstrassen, S. 5, 1932.
tumši sark.	6,6	1250	1250	1300	1350	1420	—		T. Z. 1933, S. 844.
—	—	—	—	—	—	—	—		T. Z. 1932, S. 955, 980.
sarkans	16,0	1100	1100	1100	1200	1320	—	sāk. **)	
koši sark.	9,4	1100	1040	1100	1300	1460	1200	beigas	
tumši sark.	5,9	1100	1080	1100	1250	1400	1360	sāk. ***)	
asins sark.	8,3	1000	960	1000	1100	1320	1150	beigas	F. Singer, Die Keramik etc., S. 343.
blāvi sark.	6,3	1100	1100	1140	1200	1200	1200		
—	—	—	—	1120	—	1750	—		

iepriekš apdedzināti oksid. atm. 1000°C.

EKSPERIMENTĀLĀ DAĻA UN REZULTĀTU IZVĒRTĒJUMS.

1. Pētījumiem lietāto mālu raksturojums un apzīmējums.

Mūsu tehniski nozīmīgākie bezakmeņu māli ģeoloģiskās izcelšanās ziņā iedalāmi:

- 1) devona formācijas mālos:
 - a) vidus devona formācijas „a” nodaļas,
 - b) augšdevona formācijas — „c” un „e” nodaļas;
- 2) kvartārās formācijas mālos:

b) merģeļa māli — treknie — slokšņu māli,	}	pārskalotie māli,
a) merģeļa māli — smilšainie,		
c) izskalotie brūnie un		

 - d) izskalotie zaļie māli (gleijmāli);
- 3) terciārās un permas formācijas mālos.

Katrai šai grupai ir savas īpatnības, kas tad arī nosaka to izlietāšanas iespējamības.

Lielāko vērību turpmākos pētījumos piegriezu vidusdevona formācijas „a” nodaļas māliem, tāpēc šo mālu izpētīto paraugu skaits ir vislielākais.

Devona formācijas iegulumi Latvijā ir diezgan izplatīti, tikai ar pārtraukumiem.

Vidusdevona māli diezgan spēcīgās kārtās sastopami vairākās vietās Ziemeļvidzemē, tad ap Siguldu, Cēsīm un arī Kurzemē ap Dundagu.

Ar ko tas atšķiras no morēnu māla? Vispirms ar savu ģeoloģisko izcelšanos. Zinātnieki aizrāda, ka tas esot dažādu minerālu mēchaniskas sadēdēšanas produkts tuksnešainā (tā tad sausā un karstā — aridā) klimatā. Otrkārt, ar savu ārējo izskatu.

Devona māli sastopami dažādās krāsās: brūni-dzeltānā, brūnā, sarkanā, violetā un zaļā. Parasti viņi ir ar ligzdveidīgiem citās krāsās mālu (sevišķi zaļganu) ieslēgumiem.

Dažu šo krājumu izplatību un spēcīgumu ir pētījuši Z. Lancmanis ar J. Eiduku²². Minētā darbā mēģināts mālus sagrupēt pēc krāsām vairākās grupās.

Augšdevona formācijas „c” un „e” nodaļu māli ir jūras nogulumu. Tie ir samērā smalkāki ar un bez ogļskābā kalķa un magnija satura.

Kvartārās formācijas vissvarīgākie ir pārskalo tie un sīkās kārtiņās noguls nētie treknie mergēļa māli — slokšņu māli. Tie ir izejmateriāls iesarkaniem un sārtiem ķieģeļiem.

Liesākos smilšainos mergēļa mālus līdz šim lietā t. s. balto ķieģeļu ražošanai Kalnciema apkārtņē.

Izskalo tie māli, kā pats vārds norāda, cēlušies ogļskābiem ūdeņiem šķīdinoši iedarbojoties uz mergēļa māliem. Parasti izskalošanās notiek tikai virsējā kārtā, dziļākās kārtās kaļķis atkal uzkrājas t. s. konkrēciju veidā (salīdz. 28. lpp.).

Izskalo tie zaļie māli — glejmāli atrodami parasti zemākās vietās, kur tie radušies pārveidojoties brūnajiem māliem zem mitruma un organisko vielu ietekmes (salīdz. 28. lpp.).

Terciārās formācijas māli sastopami Kurzemes dienvidvakaru daļā zem brūnogles³³.

Turpmākiem pētījumiem izlietāti šādi mālu paraugi:

Nē.Nē pēc kārtas	Apzīmē- jums	Mālu krāsa	Atrašanās vieta dabā	Slāņa biezums cm
<i>Devona formācijas māli:</i>				
1	TB	Brūna ar zaļiem līdzdveidīgiem iesl.	Tūjas Jūrasdzeni, cepļa raktuves virsējā kārtā, zem 59 cm augsnas un mālainas grants	167
2	TS	Koši sarkana	Turpat, cepļa raktuves nākošā kārtā	80
3	TV	Violeta	Turpat, cepļa raktuves nākošā kārtā	120
4	TZ	Zaļa	Turpat, jūras krasta atsegumā	40
5	IE	Dzeltāni-sark.	Idus Mežvidi, cepļa raktuves virsējā kārtā zem 35 cm augsnas	35
6	IS	Koši sarkana	Turpat, sekojošā kārtā zem IE	50—60
7	IV	Sarkani-violeta	Turpat, zem IZ	60—100
8	IW	Zaļgani-violeta	Turpat, zem IV	70
9	IZ	Zaļa	Turpat, zem IS	50
10	D	Sarkana, zaļiem līdzdveidīgiem iesl.	Dundagas m. Tendera cepļa raktuves virsējie slāņi	
11	L	Sarkana	Cēsu apk. Bušaslejas-Lībānu sengultnes nogāze	apm. 30
12	S	Sarkana	Siguldas-Lorupes nogāzes atsegums pie šosejas	
13	RL	Sarkani-violeta	Cēsu Lodes lielceļa malas atseg., tūliņ aiz Raunas tilta	apm. 100
14	C	Koši sarkana	Cēsu pilsētas upītes krastā, pie smilšu alām	> 100
15	CE	Sarkana	Cēsu Egliša cepļa raktuves, vistrekn. māls	

Nē.Nē pēc kārtas	Apzīmē- jums	Mālu krāsa	Atrašanās vieta dabā	Slāņa biezums cm
16	EA	Sarkana	Turpat, sienas apakšējā kārtā (8,93—10,43 m)	150
17	EV	Sarkana	Cēsu Eglīša cepļa raktuves sienas virs. kārtā (3,4—4,4 m)	100
18	G	Zaļa	Pret Glūdas muižu, Cēsis, nogāzes leņķī	180
19	CV	Violeta	Cēsu Mūrlejas kalna nogāze, cepļa raktuves	
20	CS	Sarkana	Turpat	
21	CG	Sarkana	Cēsu pilsētas apbūves gab. vecā cepļa kalna nogāzē pie Jansona mājām .	apm. 100

Augšdevona formācijas „c” nodaļas māli:

22	NSZ	Zaļa	Nāves sala ⁸⁶⁾ , virs šķiedru ģipša . . .	60
23	BZ	Zaļa	Baltakmeņu ģipša lautzaves, virs ģipša	nez.

Augšdevona formācijas „e” nodaļas māls:

24	D/2	Gaiši zaļš	Daugavas kreisā krastā pie Bramberģes, zem sarkaniem māliem ⁸⁷⁾ . .	apm. 50
----	-----	----------------------	--	---------

Kvartārās formācijas māli:

a) glejnmāls:

25	KG1	Zaļa	Kazdangas Cepļa pusm.	nez.
----	-----	----------------	-------------------------------	------

b) izskalotie un pa daļai izskalotie māli:

26	PI	Brūna	Peterfeldes izskalots māla mergelis .	
27	V	Brūna	Varnoviču, bij. Langes ķieģeļnīcas raktuves	nez.
28	R	Brūna	Rikšēni, Ergļu pag., podniecības raktuves virsējā kārtā (pa daļai izsk.) .	apm. 50

c) slokšņu māls:

29	LEm	Brūna	Liel-Erces mālu raktuves (Šmita cem. fab.) vidus kārtā, Jelgavas līdzenumā	
----	-----	-----------------	--	--

d) smilšainais mergeļa māls:

30	TBm	Pel.-brūna	Tailora un Bruža ķieģeļnīcas vidus kārtā, Kalnciema	
----	-----	----------------------	---	--

Terciārās formācijas māls:

31	M	Pelēka	Letižas labā krastā Pulvernieku mājas rob., Kurzemē, tieši zem brūnogleš (Dosa ievākts paraugs 1913. g.)	nez.
----	---	------------------	--	------

2. Mālu ķīmiskā analīze.

Analīzes izdarītas pēc vispāri atzītām metodēm, pieturoties galv. kārtā pie klasiskajiem W. F. Hillebrand'a³⁴ priekšrakstiem.

1 g mālu uzslēgts ar 5—6 g KNaCO₃. Kramskābe noteikta, kā parasti to dara, 2 reizes iztvaicējot sālsskābo šķīdumu uz ūdens vannas porcelāna bļodā un karsējot to apm. 1 st. žāvējamā skapī (120° C), filtrējot u. t. t.

Filtrātam pievieno uzslēgto atlikumu pēc SiO₂ apstrādāšanas ar H₂F₂ un izgulsnē R₂O₃. Iegūtās nogulsnes vēl reizi pārgulsnē, lai atsvabinātos no absorbētiem Ca un Mg savienojumiem. Tad tās izšķīdina sērskābē un iepilda šķīdumu mērkolbā. Šo šķīdumu izlietā Fe, TiO₂ un MnO noteikšanai.

Mālos nedrīkst Fe saturu noteikt reducējot Fe⁺⁺⁺ par Fe⁺⁺ ar metalliem (piem. Cd) un tad titrējot ar KMnO₄ šķīdumu. Tā iegūstam nepareizus rezultātus — lielāku Fe₂O₃ daudzumu. Tas tāpēc, ka mālos esošais Ti⁺⁺⁺ reducējas par Ti⁺⁺ un titrējot līdzī, oksidēdamies patērējot svārstīgu KMnO₄ vairumu³⁵.

Salīdzināmie mēģinājumi:

Apzīmējums	Fe ₂ O ₃		
	Reduc. ar H ₂ S %	Reduc. ar Cd %	Kļūda %
IE	9,31	10,02	+ 0,71
IS	9,86	10,81	+ 0,95
IV	7,31	8,11	+ 0,80
IW	6,70	7,31	+ 0,61
D	6,52	7,00	+ 0,48
G	5,88	6,52	+ 0,64
EV	6,52	7,00	+ 0,48
EA	7,32	7,63	+ 0,31

Kļūda, lietājot Cd metodi, var sasniegt, kā redzam tabulā, apm. 1% no absolūtā Fe₂O₃ vairuma.

Tāpēc es daļai mālu (no Nr. 1. — Nr. 18.) Fe₂O₃ noteicu ar H₂S metodi, reducējot Fe⁺⁺⁺ par Fe⁺⁺ un tad ar n/25 KMnO₄ titrējot, pārējiem paraugiem jōdometriski pēc Mohr'a³⁶. Metode dod ļoti labus rezultātus.

TiO₂ noteicu ar Weller'a kolorimetrisko metodi.

2. tabula.

№ №	Apzīmējums	Karstēšanas zud., %	CO ₂ , %	SiO ₂ , %	Fe ₂ O ₃ , %	TiO ₂ , %	MnO, %	Al ₂ O ₃ , %	CaO, %	MgO, %	K ₂ O, %	Na ₂ O, %	SO ₂ , %	Корр, %
<i>Vidusdevona formācijas māli:</i>														
1	TB	4,90	—	60,70	8,91	1,18	0,02	16,14	0,46	2,71	4,22	0,60	—	99,84
2	TS	3,07	—	73,47	5,41	1,1	0,05	12,64	0,40	1,35	3,04	0,63	—	100,06
3	TV	3,42	—	72,40	5,25	0,95	0,066	13,09	0,40	1,50	3,35	0,41	—	99,88
4	TZ	3,06	—	74,19	3,34	1,06	0,032	13,31	0,38	1,47	3,41	0,63	—	99,74
5	IE	6,09	—	57,39	9,31	1,03	0,049	19,87	0,28	2,36	3,85	0,97	—	99,84
6	IS	5,18	—	65,12	9,86	1,04	0,042	18,40	0,38	2,57	4,47	0,91	—	99,97
7	IV	5,12	0,66	58,16	7,31	1,15	0,064	15,55	0,98	2,05	4,60	0,63	—	100,10
8	IW	3,71	—	70,30	6,70	1,12	0,025	13,68	0,24	1,43	3,10	0,55	—	99,73
9	IZ	3,77	—	71,46	4,77	1,03	0,03	13,25	0,24	1,90	3,47	0,97	—	99,86
10	D	3,77	—	71,46	4,77	1,03	0,068	13,25	0,24	2,10	3,48	0,87	—	99,70
11	L	5,15	1,32	64,32	6,52	1,1	0,09	12,69	0,26	1,36	3,91	0,87	—	100,10
12	L	2,80	—	72,60	5,58	0,9	0,03	12,69	0,26	1,36	3,91	0,87	—	100,10
13	S	3,90	—	67,12	6,42	1,02	0,03	16,05	0,58	1,37	3,79	0,76	—	100,01
14	RL	5,12	—	53,80	12,41	1,21	0,03	21,31	0,60	2,10	4,41	1,02	—	99,75
15	C	4,64	—	57,34	8,98	1,3	0,05	20,68	0,70	2,07	5,02	0,69	—	99,71
16	CE	5,34	—	55,80	9,68	0,8	—	20,33	0,50	2,14	5,42	0,06	—	100,07
17	EA	4,47	—	62,40	7,32	1,0	—	16,98	0,56	1,53	3,78	0,22	—	100,47
18	EV	4,08	—	66,24	6,52	0,90	nen.	15,38	0,35	1,83	4,52	—	—	99,82
19	G	5,46	—	57,50	5,88	1,15	—	21,47	0,35	2,43	5,86	0,22	—	100,10
20	CV	3,64	—	71,20	5,72	0,7	—	13,12	0,56	1,53	3,78	0,22	—	100,47
21	CS	5,20	—	61,34	8,05	0,83	—	17,51	0,28	1,67	3,46	0,78	—	99,78
22	CG	4,27	—	60,20	9,14	0,83	—	17,30	0,22	2,39	5,34	0,12	—	99,81
<i>Augsdevona formācijas „e” nodalas māli:</i>														
22	NSZ	11,52	9,54	51,52	5,64	0,73	0,03	14,70	3,00	6,36	5,69	0,62	—	99,81
23	BZ	7,08	4,66	55,12	6,67	0,89	0,007	17,83	0,59	5,06	6,22	0,61	0,23	100,31
24	D/2	26,10	24,20	28,30	3,96	0,51	0,077	9,65	15,90	12,32	3,24	0,08	—	100,18
<i>Kvartārs formācijas māli:</i>														
25	KG1	8,38	—	62,36	4,52	1,1	nen.	16,42	0,70	1,93	3,22	1,32	—	99,95
26	Pl	7,42	—	61,12	6,88	0,97	—	15,65	0,8	2,14	4,81	0,21	—	100,000
27	V	8,64	2,6	54,42	8,38	1,01	0,055	16,92	3,84	2,96	3,29	1,32	—	99,98
28	R	11,82	6,4	51,62	6,70	0,9	nen.	14,04	7,04	4,24	2,92	1,30	—	99,78
29	LEm	11,84	6,22	49,88	6,66	0,92	—	15,45	7,14	4,14	4,86	—	—	99,89
30	TBm	12,07	10,42	59,00	2,20	0,54	0,007	8,43	8,92	5,10	3,95	—	—	100,22
31	M	11,24	—	61,17	0,69	1,27	nen.	22,36	0,65	0,7	1,64	—	—	99,72
<i>Terciarās formācijas māli:</i>														

Mangānu noteicu kolorimetriski pēc Marshall'a un H. S. Walters'a metodes³⁷.

Kalcijs noteikts kā CaO , magnijs kā $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$.

Alkalijs noteiktas pēc Laurence Smith'a metodes. Kaliju un natriju svēru kā sulfātus.

Katru no tiem atsevišķi atradu pēc indirektās metodes³⁸, nosakot alkaliu sulfātos SO_2 daudzumu.

Ar šo metodi var noteikt pilnīgi pareizi $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ summu, atsevišķu oksidu noteikšana mazāk precīza.

Iegūtie rezultāti sakopoti 2. tabulā.

3. Mālu smalkuma noteikšana.

Mālu smalkuma noteikšanai ir ļoti daudzas metodes³⁹. Ļoti noderīga un vienkārša ir angļu sedimentācijas metode, kuŗu modificējis pedologs J. Vītiņš⁴⁰.

Pēc J. Vītiņa mālu atduļķošanas metodes, kuŗu arī es izraudzījos saviem nolūkiem, 10 g mālu vāra Erlenmeyer'a traukā ar 200 ccm destillēta ūdens apm. 6 stundas. Mālu šķidrināšanai pielej dažus pilienus ammōnjaka. Duļķi pēc tam pārlej vārāmā traukā ar apm. $\frac{1}{2}$ litra tilpumu un uzpilda ar ūdeni 10 cm augstumā. Pēc 24 stundu stāvēšanas ūdenī suspendētās un kolloidālā stāvoklī atrodošās daļiņas nolej vai nosūc ar sifonu lielākā traukā. Vārāmā traukā atlikušās daļiņas no jauna uzduļķo destillētā ūdenī. Ūdens stabam tāpat jābūt 10 cm augstam. Pēc 24 stundām, ja ūdens ir duļķains, atkal nolej šķidrumu. Uzduļķošanas un noliešanas manipulācijas ik pēc 24 stundām atkārtoti tik ilgi, kamēr šķidrums vairs nav duļķains. 24 stundu laikā paspēj nosēsties daļiņas, kuŗu caurmērs ir lielāks par 0,001 mm, turpretim daļiņas sākot no 0,001 mm caurmērā un mazākas, līdz pat kolloidālam stāvoklim, paliek ūdenī peldot un tiek nolietas.

Pēc šo vissikāko daļiņu nodalīšanas, atlikumu joprojām apstrādā ar destillētu ūdeni tādā pašā kārtā, kā tikko aprakstīts, tālāk, tikai ar to starpību, ka nākošām frakcijām 24 stundu vietā ļauj nogulsnēties ik pēc 6 stundām (II frakcija ar daļiņu lielumu no 0,001—0,002 mm), tad ik pēc 10 minūtēm (III frakcija ar daļiņu lielumu no 0,002—0,014 mm) un tālāk ik pēc 1 minūtes (IV frakcija ar daļiņu lielumu no 0,014—0,040 mm). Rupjas daļiņas, kuŗu caurmērs pārsniedz 0,04 mm, 1 min. paspēj nogulsnēties un sastāda

V frakciju — atduļķošanas atlikumu, kuru ar dažāda rupjuma sietiem vēl var sadalīt sīkākās apakšfrakcijās.

Māla merģelus pirms atduļķošanas apstrādā ar sālskābi kaļķa un magnēzija karbonātu sadalīšanai.

Silikātu tehnoloģijas laborātorijā minēto metodi ar labām sekēm lietā jau ilgāk kā 10 gadus⁷. Šās metodes priekšrocība tā, ka iegūstam atsevišķās frakcijas tik daudz (dažus grammus), ka varam tās izmeklēt gan ķīmiski, gan minerāloģiski.

Iegūtie rezultāti sakopoti 3. tabulā.

3. tabula.
Mālu atduļķošanas rezultāti.

№ №	Apzīmējums	I. fr.	II. fr.	III. fr.	IV. fr.	V. fr.	Kopā	CO ₂
		11dz 1 μ	1—2 μ	2—14 μ	14—40 μ	> 40 μ		
		%	%	%	%	%	%	
<i>Vidusdevona formācijas māli:</i>								
1	TB	21,9	4,1	36,6	13,0	24,4	100,0	—
2	TS	15,2	3,6	2,8	14,8	38,4	100,0	—
3	TV	12,8	1,1	34,3	20,0	31,8	100,0	—
4	TZ	26,8	5,9	16,0	20,9	30,3	99,9	—
5	IE	23,7	13,0	40,7	11,8	10,8	100,0	—
6	IS	21,8	12,5	40,2	14,3	11,2	100,0	—
7	IV	3,0	10,4	24,4	24,2	37,0	99,0	0,6
8	IW	12,6	3,2	22,1	20,0	43,1	100,0	—
9	IZ	7,3	15,8	23,1	13,1	40,7	100,0	1,30
10	D	21,0	3,0	30,0	17,0	26,0	97,0	—
11	L	31	12	30	17	9	99	—
12	S	6	1,2	12	18	62	99,2	—
13	RL	30,0	13,9	36,0	15	5,0	99,9	—
14	C	18,4	24,1	31,0	13,4	13,0	99,9	—
15	CE	31,8	22,2	35,5	6,4	4,1	100,0	—
16	EA	29,0	16,1	42,0	11,0	1,7	99,8	—
17	EV	26,5	11,0	36,0	17,2	9,0	99,7	—
18	G	59,6	16,2	21,0	2,1	0,8	99,7	—
19	CV	37	9	25	21,1	7,8	99,9	—
20	CS	32,5	8	17,5	23	18,6	99,6	—
21	CG	25	10,5	37,6	24	3	100,1	—
<i>Augšdevona formācijas māli:</i>								
22	NSZ	58,1	21,2	8,2	1,9	0,3	89,7	5,4
23	D/2	32,6	3,3	11,0	1,0	—	47,9	24,2
<i>Kvartārās formācijas māli:</i>								
24	KGI	39,5	9,3	30,1	16,3	4,3	99,7	—
25	PI	17	39	29	6	9	100	—
26	V	28	9,5	22	20	14	93,5	2,6
27	R	15	10,5	29,5	23,8	6,2	85,0	6,4
28	LEm	42,7	10,5	21,4	6,5	0,9	82,0	6,22
29	TBm	10	8	13	17	27	75	10,5
<i>Terciārās formācijas māls:</i>								
30	M	42,3	20,8	19,3	16,5	0,9	99,8	—

4. Mālu minerāloģiskais sastāvs.

Ievadā aizrādīju, ka mūsu mālu minerāloģiskā sastāva noteikšanai nav pilnā mērā lietājamās racionālās analīzes metodes, tāpēc šīs metodes nelietāju.

Mālu minerāloģisko sastāvu noteicu minerāloptiskā ceļā tikai kvalitatīvi.

Apskatot mūsu devona formācijas mālus konstatēju, ka to sastāvā ietilpst: daudz kvarca, vizlas (galv. kārtā biotīts), nedaudz laukšpata, dzelzs hidroksīds u. c. grūti identificējami minerāli.

Kvartārās formācijas mālos vizlas maz, bet toties tie bieži satur Ca un Mg karbonātus.

Pamēģināju arī noteikt mūsu mālu minerāloģisko sastāvu rentgenoskopiskām metodēm. Iegūtie rezultāti apmierināja. Šie pētījumi vēl nav noslēgti. Pēc šo darbu nobeigšanas par rentgenoskopiskas mālu izmeklēšanas rezultātiem rakstīšu kādā citā darbā.

Visumā jāsaka, ka tieši tehnoloģijai pilnīga kvantitatīva minerāloģiskā satura zināšana nav nepieciešama. Gan nepieciešami zināt, vai māla paraugs nesatur kaitīgus piemaisījumus (pirīti, lieli kalkakmens graudi).

No izmeklētiem māliem neviens kaitīgus piemaisījumus nesaturēja.

Zināmus norādījumus par mālu minerāloģisko sastāvu dod vēl ķīmiskā analīze. Ir pat paņēmieni, kas, balstoties uz analīzes rezultātiem, apleš mālu minerāloģisko sastāvu. Es apmierinājos tikai ar augstāk aizrādītām noteikšanām, jo ar tām man tehniskām vajadzībām pietika.

5. Keramiskās pamatīpašības.

Noteicu šādas mālu īpašības:

- a) iejaucamā ūdens vairumu,
- b) gaisa sarukumu,
- c) plasticitāti,
- d) stiepes pretestību,
- e) ugunturību — Seger'a pirokopu (piramīdu) noliekšanāskušanas punktu,
- f) klinkerēšanās temperatūru,
- g) saķepēšanas temperatūru un
- h) mīkstapšanas - deformēšanās temperatūru zem slodzes.

a) Iejaucamā ūdens daudzumu noteicu mīcot izmērcētus mālus ar dažādu ūdens vairumu tik ilgi, kamēr tie top homogēni un nelīp pie rokām. Tad noteiktu vairumu mālu izžāvē un tā atrod svara zudumu, kas līdzinās iejaucamā ūdens vairumam.

b) No šādas mālu mīklas ģipša izveidņos izveido plāksnītes apm. $4 \times 4 \times 1$ cm. Plāksnītes izņem no izveidņiem, uznes ar bīdām mēra palīdzību pa diagonāli 50 mm attālumā zīmes. Paraugus izžāvē gaisā, tad žāvējamā skapī 120°C temperatūrā. Pēc tam atdzisušiem paraugiem izmēri atstatumu starp zīmēm. Izmēru samazināšanos izsaka procentuāli, kas dod gaisa sarukumu.

c) Plasticitāti noteicu pēc Rieke's ^{41, 42} metodes, kā starpību starp iejaucamā ūdens vairumu un izrullēšanas robežu (kad apm. $\varnothing 3$ mm māla spiekītis rullējot sairst atsevišķos sīkos gabaliņos).

Izmeklēto mālu iejaucamā ūdens vairums, gaisa sarukums un plasticitāte pēc Rieke's atzīmēti 4. tabulā.

d) Stiepes pretestība noteikta pēc Dümmler'a⁴⁴, izgatavojot no dažiem plastiskākiem māliem astotniekveidīgus ķermeņus un tos izžāvējot 120°C temperatūrā.

Paraugi sarauti ar Michaelis'a raušanas aparātu.

Mēģinājumi izdarīti arī ar normālsmiltīm liesinātiem (1:1) paraugiem.

Rezultāti redzami sekojošā tabulā.

Apzīmējums	Gaisa sarukums		Svara zudums žāv. 120°C		Stiepes pretestība kg/cm^2	
	Neliesin. paraugs %	Liesin. 1:1 par. %	Neliesin. paraugs %	Liesin. 1:1 par. %	Neliesin. paraugs	Liesin. paraugs
C	6,2	2,8	25,4	16,4	8,0	5,0
CE	7,0	4,0	27,9	19,9	10	5,5
EA	5,6	3,4	24,6	17,7	11,5	5,4
G	8,0	5,4	nen.	19,4	11,5	8,2
NSZ	7,4	3,2	27,8	15,8	5,5	1
KGI	—	5,8	—	16,4	9	8

e) Ugunturības (kušanas temperatūras) uzzināšanai no māliem izgatavotu trīsstūrīgu piramīdu kušanas temperatūra noteikta pēc DIN 1063 priekšrakstiem oksidētājā atmosfērā.

f/g) Klinkerēšanās temperatūra ir tā temperatūra, kurā 2 st. ilgi apdedzināta priekšmeta ūdensuzsūkšanas spēja ir $\leq 5\%$.

4. tabula.

Apzīmējums	Iejaukamā ūdens vairums %	Izrullēšanas robeža %	Plasticitāte pēc Rieke's	Gaisa sarukums 120° %	Gaisa saruk. not. liet. par. ūdens saturs %
<i>Vidusdevona formācijas māli:</i>					
TB	23,8	18,4	5,4	6,6	19,2
TS	18,6	14,3	4,3	5,2	—
TV	21,8	15,2	6,6	6,0	—
TZ	19,4	13,3	6,1	4,4	16,4
IE	29,6	22,5	7,1	8,4	28,5
IS	25,1	20,1	5,0	7,8	24,1
IV	22,7	16,4	6,3	5,8	19,9
IW	19,5	15,5	4,0	5,5	18,1
IZ	20,6	13,5	7,1	6,4	19,6
D	23,3	17,0	6,3	6,0	—
L	26,5	20,8	5,7	7,5	—
S	21,4	14,8	6,6	—	—
RL	28,9	21,7	7,2	7,6	26,1
C	28,2	19,9	8,3	6,2	25,4
CE	30,3	21,4	8,9	7,0	27,9
EA	27,0	18,8	8,2	5,6	24,6
EV	25,8	18,9	6,9	7,4	25,7
G	29,8	22,4	7,4	8,0	—
CV	24,8	17,6	7,2	—	—
CS	24,0	16,5	7,5	—	—
CG	26,2	19,9	6,3	—	—
<i>Augšdevona formācijas māli:</i>					
NSZ	27,6	22,2	5,4	6,2	26,5
D/2	20,3	15,7	4,6	—	—
<i>Kvartārās formācijas māli:</i>					
KG1	26,4	19,2	7,2	8,8	25,1
P	26,6	18,6	8,0	10,0	25,8
V	26,8	19,2	7,6	10,0	27,7
R	23,7	16,4	7,3	8,5	22,8
LEm	25,5	18,6	6,9	8,0	24,0
TBm	20,1	14,8	5,3	2,6	—
<i>Terciārās u. c. formāciju māli:</i>					
M	26,7	18,3	8,4	—	—
Cetlicās kaolīns	35,0	28,7	6,3	—	—
Ca-bentonīts *)	52,0	37,4	14,6	—	—

*) Bentonīts — vulkāniskas dabas minerāls, ļoti plastisks. 2,5 g bentonīta (2—3 ccm pulvera) uzbriest, iejaukti ūdenī, līdz 4,5—15 ccm⁴³).

5. tabula.

Dažādu mālu sarukums un ūdensuzsūkšanas spēja.

Apzīmējums	A p d e d z i n ā š a n a s t e m p e r ā t ū r a C°													
	950° (stāvus)		1000° (guļus)		1050° (stāvus)		1050° (guļus)		1100° (guļus)		1150° (guļus)		1200° (guļus)	
	Saru- kums %	Ūdens- uzs.sp. %	Saru- kums %	Ūdens- uzs.sp. %	Saru- kums %	Ūdens- uzs.sp. %	Saru- kums %	Ūdens- uzs.sp. %	Saru- kums %	Ūdens- uzs.sp. %	Saru- kums %	Ūdens- uzs.sp. %	Saru- kums %	Ūdens- uzs.sp. %

Vidusdevona formācijas māli:

TB	3,3	13,7	6,1	4,7	9,1	4,4	8,8	0	-2,9	6,4	0	5,8	—	—
												uzp.		
TS	0,4	14,0	—	—	2,9	10,1	—	—	5,8	2,3	5,0	3,9	4,2	0
TV	1,2	12,9	—	—	1,2	9,1	—	—	5,8	1,7	6,2	3,0	uzp.	6,8
TZ	0,8	12,8	—	—	1,6	10,3	—	—	3,3	6,9	3,3	7,2	5,0	1,4
TJ	1,0	11,4	—	—	4,6	7,3	5,4	7,5	5,4	1,8	5,0	0	-1,2	5,4
IE	3,7	13,9	7,1	4,4	10,4	2,7	11,2	0	—	0	0	3,1	—	—
												uzp.		
IS	4,2	8,8	7,1	6,2	10,4	0,6	10,0	0	0	0	8,2	0	—	—
IV	1,6	14,1	7,1	10,7	2,9	8,6	5,8	6,3	7,1	0	7,5	0,8	1,7	3,0
														uzp.
IW	0,8	12,5	—	—	2,5	10,0	—	—	5,8	4,0	5,0	5,7	3,4	1,2
IZ	1,2	10,3	—	—	3,3	7,0	5,4	5,0	7,1	2,3	6,3	0	-2,1	2,2
IM	2,1	15,8	—	—	6,2	7,7	5,8	4,1	7,9	0	8,3	0	—	—
D	0,8	13,5	—	—	4,6	8,1	—	—	3,3	3,2	7,1	0	uzp.	—
													kūst.	
C	2,9	11,4	7,5	4,1	10,0	0,7	10,8	0	7,1	0	0,8	0	—	—
CE	2,9	11,5	7,1	4,7	10,4	1,2	10,8	0	0	5,4	-0,8	0	—	—
EA	1,2	10,6	3,3	7,3	5,0	3,4	7,5	3,7	7,1	0	7,1	0	—	—
EV	1,2	12,9	—	—	—	—	2,5	8,0	7,1	3,1	6,3	3,7	2,5	1,6
G	2,5	12,8	1,2	8,1	7,9	1,8	6,2	1,1	4,6	0	6,3	0	—	—
CV	1,1	12,8	2,1	7,3	4,6	6,7	—	—	5,8	0	7,1	1,6	uzp.	8,0
CS	2,1	11,3	3,3	9,2	3,7	6,4	6,7	5,0	8,3	1,0	8,3	0	—	—

Kvartārās un terciārās formācijas māli:

P _I	2,1	14,4	6,2	3,6	10,4	0,7	10,8	0	sāk kūst	15,0	-6,2	—	—	—
											st.uzp.			
V	3,3	10,2	6,7	7,2	8,3	0	10,0	0	sāk kūst	0	st.	—	—	—
LE _m	1,6	22,8	2,1	20,2	7,5	5,6	10,0	0,9	izku- sis	—	uzp. iz- kūst	—	—	—
TB _m	1,6	27,3	—	—	0,8	15,5	—	—	1,7	10	1,2	2,5	galīgi izkūst	—
M	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,0	—	—	16,8	1,2

6. tabula.

Apzīmējums	Al ₂ O ₃ saturs %	Ugunturība : SK deformēšanās-kušana		Klinkerēšanās t°	Kopējais sarukums %	Saķepēšanās t°	Kopējais sarukums %	Intervalls starp saķep. un kuš. temp. °C
		SK	apm. °C					
<i>Vidusdevona formācijas māli :</i>								
TB	16,14	8/9	1.260	1.000	6,1	1.050	8,8	210
TS	12,64	9	1.280	1.100	5,8	1.200	4,2	80
TV	13,09	9/10	1.290	1.100	5,8	1.100	5,8	190
TZ	13,31	13	1.380	1.200	5,0	1.200	5,0	180
TJ	—	—	—	1.100	5,4	1.100	5,0	—
IE	19,87	9	1.280	1.000	7,1	1.050	11,2	230
IS	18,40	8	1.250	1.000	7,1	1.050	10,4	200
IV	15,55	8/9	1.260	1.050	5,8	1.100	7,1	160
IW	13,68	9	1.280	1.100	5,8	1.200	3,4	80
IZ	13,25	9/10	1.290	1.050	5,4	1.100	7,1	190
IM	—	—	—	1.050	5,8	1.100	7,9	—
D	16,68	9	1.280	1.100	3,3	1.150	7,1	130
L	12,69	10	1.300	—	—	—	—	—
S	16,05	9	1.280	—	—	—	—	—
RL	21,31	13	1.380	—	—	—	—	—
C	20,68	12	1.350	1.000	7,5	1.050	10,0	300
CE	20,33	12	1.350	1.000	7,1	1.050	10,8	300
EA	16,98	10/11	1.310	1.050	5,0	1.100	7,1	210
EV	15,38	12/13	1.360	1.100	7,1	1.200	2,5	160
G	21,47	14	1.410	1.050	7,9	1.050	7,9	360
CV	13,12	10	1.300	1.050	4,6	1.100	5,8	200
CS	17,51	11	1.320	1.050	6,6	1.100	8,3	220
CG	17,30	8	1.250	—	—	—	—	—
<i>Kvartārās formācijas māli :</i>								
KG ₁	16,42	9	1.280	—	—	—	—	—
PI	15,65	7/8	1.240	1.000	6,2	1.050	10,4	190
V	16,92	5a	1.180	1.000	6,7	1.050	8,3	130
R	14,04	2a/3a	1.130	—	—	—	—	80
LE _m	15,45	2a/3a	1.130	1.050	7,5	1.050	10,0	ap 70
TB _m	8,43	7	1.230	1.150	1,2	nesaķep.	—	—
<i>Terciārās formācijas māls :</i>								
M	22,36	27	1.610	1.150	—	1.200	16,8	410

Saķepēšana ir iestājusies tad, kad drumslas ūdensuzsūkšanas spēja pēc 2 st. ilgās apdedzināšanas konstantā temperatūrā ir $\leq 2\%$ ^{45, 46}.

Klinkerēšanās un saķepēšanās temperatūras noteikšanai sausā ceļā (skat. turpmāk) sapresētas (spiediens apm. 200 kg/cm²) māla

plāksnītes (apm. $24 \times 24 \times 5$ mm), kas apdedzinātas oksidētājā atmosfērā dažādās temperatūrās.

Paraugi ielikti krāsnī dažas reizes guļus, citas reizes (lielāko daļu) stāvus.

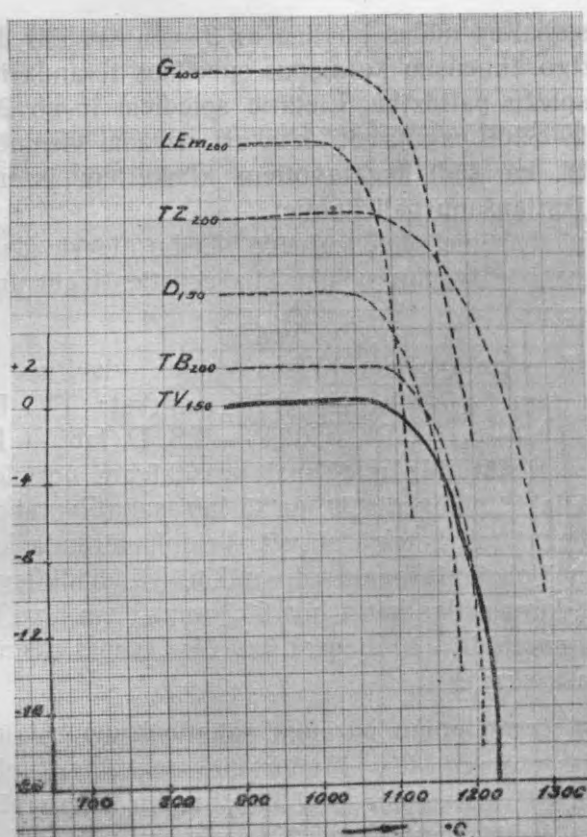
Apdedzināšana izdarīta Berlīnes T. H. keramikas laborātorijas Simonis-Rieke kriptola krāsnī. Temperatūru mēriju ar Pt—PtRh termoelementu.

Iegūtie rezultāti sakopoti 5. un 6. tabulā.

h) Mālu deformēšanās temperatūra zem slodzes. Šo skaitļu nozīmi daudzi autori speciālos darbos ir uzsvēruši.

Noteikšana izdarīta pēc DIN 1064 noteikumiem (slodze ir 1 kg/cm^2) ar Stegera sistēmas aparātu Berlīnes T. H. keramikas laborātorijā. Cilindru vietā lietāti kubīni, kas iepriekš apdedzināti apm. 1000°C temperatūrā, daži nebija apdedzināti (atšķirība izmēģinājumos nebija konstatējama). Dažos izmēģ. iegūtās liknes attēlotas fotodiagr. Nr. 1, bet visi rezultāti sakopoti sekojošā tabulā.

Apzīmējums	Saplakšana			Izmēģināto paraugu izskats
	3 mm ta $^\circ\text{C}$	10cm $^\circ\text{C}$	20cm $^\circ\text{C}$ te	
<i>Vidusdevona formāc. māli:</i>				
TB200	1.100	—	1.210	Masa nebija uzpūsta, bet stipri sablīvēta,
TS200	1.130	1.220	1.250	" " " " " "
TV150	1.080	—	1.230	" " " " " "
TZ200	1.090	1.240	1.290	" " " " " " atgādina akmeņprecl — zaļgani pelēkā krāsā.
D150	1.060	—	1.180	Masa nebija uzpūsta, bet stipri sablīvēta.
CE200	1.020	1.140	1.190	Masa vienmērīga, blīva,
EA200	1.110	1.190	1.240	" " " " " "
CV200	1.100	1.200	1.230	" " " " " "
EV200	1.050	1.150	1.200	" " " " " "
G200	1.060	1.160	1.200	" " " " " "
CS200	1.100	1.180	1.220	" " " " " "
<i>Kvartārās formāc. māli:</i>				
PI ₂₀₀	1.050	1.150	1.180	Masa vienmērīga, blīva, plaisas.
LE _{m200}	1.030	1.100	1.120	Masa pilnīgi sakritusi, stiklveidīga.
TB _{m200}	1.140	—	1.200	Masa nevienmērīga, vietām pūslīši.



Fotodiagr. № 1.

Lai varētu vēl noteiktāk spriest par mālu noderību klinkeru ražošanai un pārbaudīt gatavu paraugu īpašības, izdarīta to tehnoloģiska izmeklēšana.

6. Tehnoloģiskā izmeklēšana.

Klinkerus izgatavo pēc 2 metodēm: slapjās un sausās. Ražojot pēc slapjās metodes, mālu sagatavošana galvenos vilcienos ir tāda pati, kā ķieģeļus ražojot. Parasti vēl, lai iegūtu asas formas, te pievieno pēcpresēšanu. Tādējādi izgatavo mazāk izturīgos fasādes un pamatu klinkerus.

Pēc slapjās metodes strādā daudzas Oldenburgas fabrikas.

Sauso metodi lietā augstvērtīgu, ar lielu spiedes pretestību (bruģu klinkeru), ražojumu izgatavošanai, kas notiek šādi: izžāvē-

tus, smalki samaltus mālus miklina ar 3—5% (vidēji) ūdens un izpresē vajadzīgo dimensiju ķermeņus speciālos tērauda ievaidņos ar hidraulisko spiežu palīdzību. Lietātie spiedieni ir no 200—500 atmosfairu lieli. Šādi pagatavoti klinkeri uzrāda vienmērīgu struktūru. Aizrāda, ka šādi izgatavotiem klinkeriem intervalls starp saķepi un mīksttapšanu palielinoties.

Es lietāju abas metodes, galveno vērību piegriezdams sausajai metodei, jo mans galvenais nolūks bija censties iegūt augstvērtīgos (bruģu) klinkerus.

a) **Slapjā sagatavošana.** Visus mālus vispirms mērcēju 3 nedēļas. Pie tam izrādījās, ka grūti izmirkst: TV, IW, C, TS, sliktāk kā vidēji — S, IV, RL, vidēji — TB, D, labi — IS, IE R, V. Tad ļāvu tiem iežūt līdz mīcīšanai vajadzīgam normālmīklumam. Ar rokām tos labi homogenizēju, un tā labi sagatavotai māla mīklai ļāvu dažas dienas mitrā telpā stāvēt. Veidoju tērauda kubikveidīgā formā, iestampājot tanī sagatavoto mīklu. Tādējādi ieguvu mazus māla kubikus, kuŗu malas katra bija 60,3 mm. Tiem ļāvu ilgāku laiku žūt istabas temperatūrā (10 dienas), tad žāvēju virs susināmā skapja un beidzot pašā skapī.

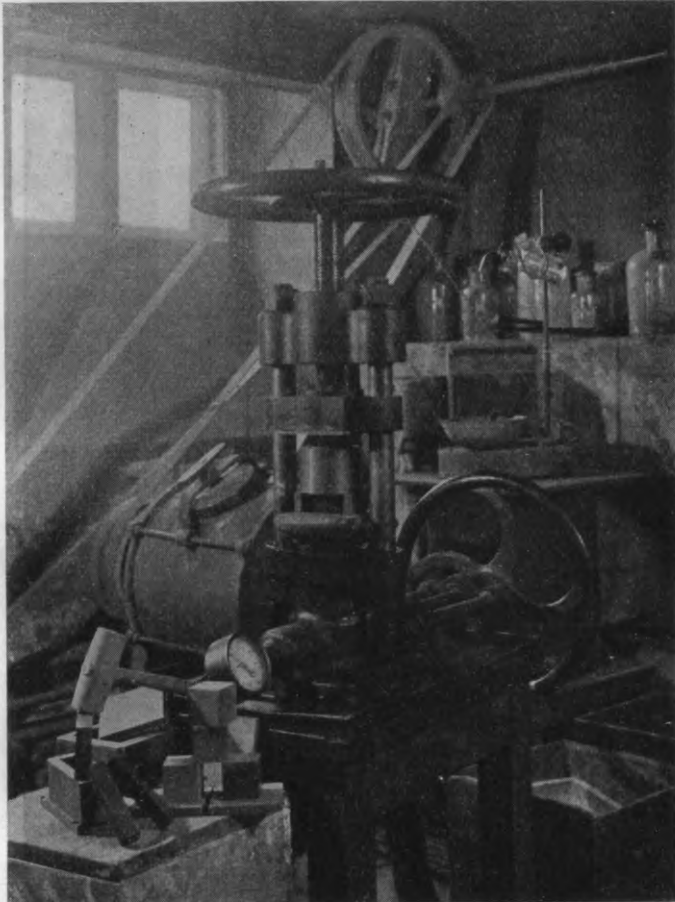
b) **Sausā izmēģināmo paraugu sagatavošana.** Vairākus kilogramus labi izžāvētu (es žāvēju uz centrālās apkurināšanas dūmu kanāļiem) mālu samal lielās bumbu dzirnavās. Pulverveidīgo masu izsijā caur sietu 225 acis/cm². Tā arī caur sietu 900 un 2500 izgāja pilnīgi, bet uz 5000 ac/cm² palika 2% atlikuma. Masa nedrīkst būt pārāk smalka, jo tad presējot izdalās ļoti grūti gaiss un rodas kļūdas. Šādi sagatavoto masu iepilda slēgtos traukos, kuŗos to uzglabā turpmākām vajadzībām.

Manā rīcībā bija trejādi ievaidņi: kubiku, stienīšu un plākšņu veidošanai.

Izgatavojot paraugus, atsver vajadzīgo masas daudzumu (1 kubikam vajaga 300 g, stienītim ap 150 g), ko miklina ar pulverizatora palīdzību, visu laiku labi maisot. Sagatavoto masu iepilda speciālos šim nolūkam konstruētos tērauda ievaidņos, un sapresēšanu izdara ar hidraulisko presi, lietājot dažādus spiedienus. Klinkeru presējot spiedienam ir nozīme: jo tas lielāks, jo apdedzināto paraugu spiedes pretestība ir lielāka, bet ir viens maksimums, kuŗu pārsniegt nav nozīmes⁴⁷. Lai no mālu masas presējot varētu izklūt gaiss laukā, tad ievaidņu sienās ieurbtī speciāli caurumiņi.

Nosakot mitrumu samiklinātā masā, izrādījās, ka miklināšanai bija vajadzīgs: TS — 5,5%, L — 4,6%, D — 7,6%, C — 9,2 un R — 6,5% ūdens.

Paraugu sagatavošanā izlietātā mašīnērija, ievaidņi u. t. t. attēloti fotografiskā uzņēmumā Nr. 1.



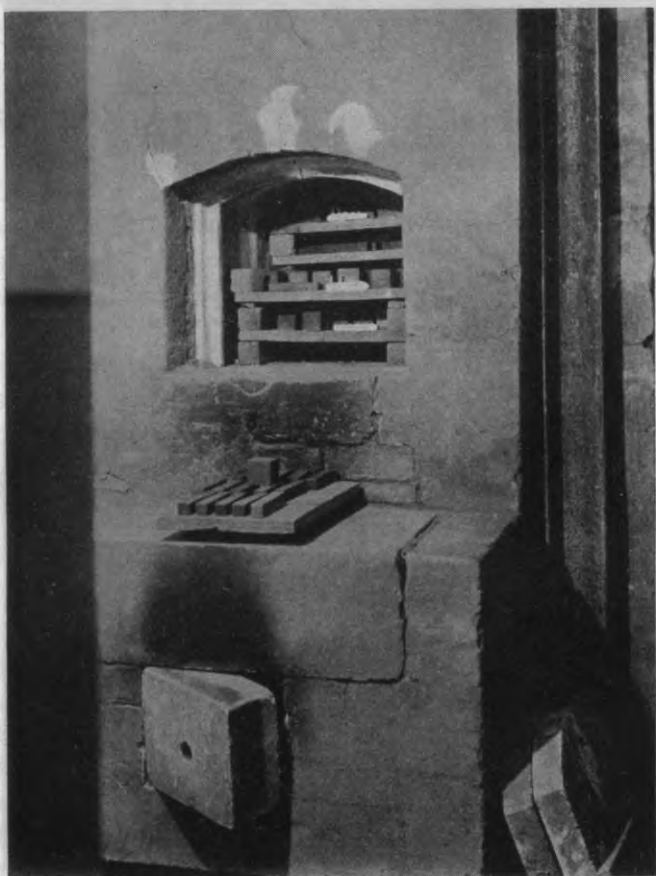
Fotografija № 1.

Sagatavotos paraugus izžāvēja gaisā, pēc kam izlietāja apdedzināšanai, ko izdarīju Silikātu tehnoloģijas laboratorijas lielajā mufelā krāsnī.

Izpresētos kubikus, kam katras malas gaņums pirms apdedzināšanas bija 5,28 cm, novietoju minētajā krāsnī vairākos stāvos uz

šamotas plāksnēm katru atsevišķi. Iekraušanas veidu parāda pieliktais fotografiskais attēls Nr. 2.

Apdedzināšana turpinājās nepārtraukti 4—5 dienas (dienu un nakti). Krāsns vidū esošo temperatūru, kuŗu norādīja Pt—Rh pirometrs, nolasīja un atzīmēja katru stundu. Pirometra stāvokli un krāsns attēlu sniedz pievienotā fotogrāfija Nr. 3.



Fotogrāfija № 2.

Lai kontrolētu ar oglēm kurināmā mufelā iekšienē dažādās vietās esošo temperatūru, tad mufelē ievietoju arī vairākas Seger'a piramīdas.

Sīku kurināšanas gaitu norāda pievienotās pēc Jürgel'a parauga sastādītās diagrammas (skat.).

Pavisam izdarītas 8 apdedzināšanas.
Pēc krāsns atdzišanas paraugus izņēma, un tiem noteicu zemāk aplūkotās īpašības.



Fotografija № 3.

a) Kopējais sarukums: izmēri atstatumus starp 2 uz priekšmeta virsmas uzvilkām svītriņām pirms un pēc apdedzināšanas. Atņem mazāko skaitli no lielākā un attiecina uz sākuma izmēru. Izsaka procentos.

b) Ūdens uzsūkšanas spēja: pēc E. Köler'a⁴⁸ apdedz. nosvērtus paraugus 4 stundas ūdenī vāra. Tad tanī pašā ūdenī paraugus vēl atstāj 2 dienas. Tādā veidā pilnīgi piesūcas visas vaļējās

poras, kas, lietājot citus paņēmienus, ne vienmēr notiek. Pēc tam izņem paraugus no ūdens, ar drānu apslauka un sver. Svara pieaugums, izteikts %, ir parauga ūdens uzsūkšanas spēja.

$$c) \text{ Šķietamā porainība} = \frac{G_g - G_t}{V} \cdot 100, \text{ kur}$$

G_g — ar ūdeni piesātinātā ķermeņa svars (salīdz. b),

G_t — sausa parauga svars,

V — parauga tilpums.

Parauga tilpumus noteicu pēc Archimeda principa.

d) **Spiedes pretestība:** apdedzinātos kubikus saspiedu ar 50-tonnīgo hidraulisko spiedi, ko laipnā kārtā atļāva izlietāt māchanikas fakultāte.

Sīkāk šīs un citas vēlāk lietātās metodes aprakstītas kādā Vācijas keramiķu biedrības izdevumā⁴⁹.

Tabulās atzīmēta apdedzināto paraugu atrašanās vieta krāsni:

„p“ — mufeļa priekšā (5., 6. un 7. rindā), kur temperatūra viszemākā;

„v“ — mufeļa vidū (3. un 4. rindā), kur temp. vidēja;

„d“ — mufeļa dibenā (1. un 2. rindā), kur visaugstākā temp.

Tabulās atzīmētās temperatūras ir norādījuši Seger'a piroskopi.

Vēl novērtēts apdedzināto paraugu izskats, krāsa un struktūra:

„k“ — kārpaina struktūra;

„kr“ — kārpaina un raiba (atsev. tumšāki laukumi) struktūra,

„st“ — stiklaina,

„g“ — granītaina, ar atsevišķiem dažādas krāsas graudiem kā granītā un

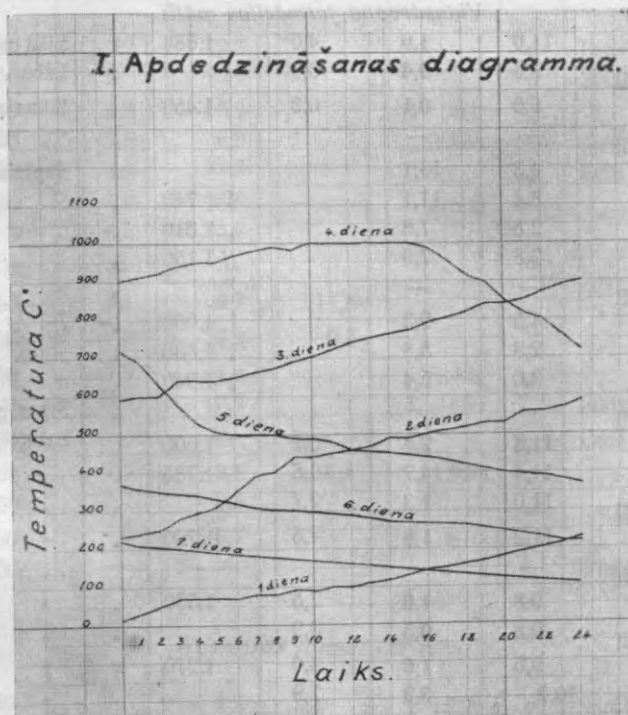
„p“ — pārdedzināta masa ar gāzes pūslīšiem, pūtēm.

c) **Apdedzināšanas.** Pirmā apdedzināšana. Pirmā apdedzināšana izdarīta oksidētājā atmosfērā apm. 950° C temperatūrā (sk. fotodiagr. Nr. 2).

Iegūtie rezultāti parādīti sekojošā tabulā. (Skat. 60. un 61. lapp.).

Dubultoti skaitļi pie mālu apzīmējumiem — burtiem norāda spiedienu kg/cm², ar kādu kubiki (arī stieniši) sapresēti (tāpēc, ka mūsu hidrauliskās spiedes manometrs rāda atmosfāras uz spiedoga virsmu = 50 cm², kubika virsma = apm. 25 cm²). Latīņu divi „II“

nozīmē, ka apzīmēto paraugu vēl otrreiz apdedzina nākošā apdedzināšanā. „2“ ir divreiz apdedzināta kubika apzīmējums. „I“ norāda, ka spiedes pretestība noteikta perpendikulāri presēšanas virzienam, „//“ — parāllēli, ar „fl“ apzīmētas plāksnes — flīzes.



Fotodiagr. № 2.

Dažiem paraugiem jau žūstot gaisā bija radušās sikas plaisas, proti: 2(TS₁₀₀), 3(TV₂₅₀), 14(V₂₅₀), 14(V₂₀₀), 15(R₂₅₀), 15(R₃₅₀), 9(D₅₀), 12(RL_{100s}), 5(IS₂₀₀), 7(IW₁₃₀). Plaisāšana arī turpmāk novērota sevišķi bieži 14(V) un 15(R) paraugiem. Paraugš 12(RL_{100s}) ir presēts no sausiem, nemaz nemiklinātiem māliem. Neapdedzinātā veidā tas ļoti drupans, apdedzināts uzrāda diezgan labu, lai gan porainība liela, mēchanisku izturību.

Apskatot iegūtos tabulā sakopotos rezultātus, redzam, ka samērā smilšainie un ogļskābo kaļķi saturošie paraugi plaisā. Tomēr šeit nevaram vainot tikai sastāvu, jo, kā redzēsim vēlāk, turpmāk daudzi no tagadējiem kļūdainiem paraugiem ir pilnīgi bez defek-

I Apdedzināšanas (līdz 1000°) rezultāti.

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais sarukums %	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Šķietamā porainība %	Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats, struktūra
<i>Vidusdevona formācijas māli:</i>							
1.	TB100	11,0	1,6	4,0	1.384	v	Sīka plaisiņa
	▪ 200II	9,6	0,4	0,9		▪	Labs
	▪ 350	8,0	0,1	0,3	1.453	▪	Sīkas plaisiņas k
	▪ 200fl	—	—			▪	" "
2.	TS 50	4,3	13,1			d	Saplaisājis
	▪ 100	3,4	11,1		I 740	▪	" "
	▪ 250	2,8	7,6		▪ 1.310	▪	" "
	▪ 250	2,8	7,9		// 1.150	▪	" "
	▪ 250fl	—	—			▪	" "
3.	TV100	4,5	9,3		I 1.000	▪	" "
	▪ 250	2,8	5,8		▪ 1.830	▪	" k
	▪ 350	3,0	5,4		▪ 1.940	▪	" "
	▪ 250fl	—	—			▪	Sīkas plaisiņas
4.	IE100	11,5	2,5	6,1	1.000	▪	Labs
	▪ 150	11,4	4,7	10,5	1.735	▪	" "
	▪ 200II	11,0	1,3	2,7		▪	" "
	▪ 250	11,2	1,8	4,5	1.790	▪	" "
	▪ 200fl	—	—			▪	" "
5.	IS 250	9,8	1,0	2,5	1.530	▪	" kr
	▪ 250II	9,8	0,3	0,9		▪	" "
	▪ 200	9,5	1,6	4,0	1.270	v	" "
	▪ 150II	10,2	3,3	7,9		▪	" "
	▪ 250fl	—	—			▪	Plaisiņa
6.	IV300	3,4	7,3		I 1,460	d	Stkplais.
	▪ 100	4,0	12,8		▪ 590	▪	" "
	▪ 250II	4,2	9,4			▪	Labs
	▪ 250fl	—	—			▪	" "
7.	IW300	1,9	10,6		// 650	▪	Plaisiņa
	▪ 250	2,1	11,3		I 760	▪	" "
	▪ 150II	1,9	15,5			▪	Labs
	▪ 130	3,4	20,6		▪ 1.200	▪	Plaisiņa
	▪ 350fl	—	—			▪	Labs
8.	IZ 200	3,4	7,1		▪ 1.100	▪	Saplaisājis
9.	D 50	3,0	15,4		▪ 630	p	Sīkas plaisas
	▪ 150II	2,8	12,2			▪	Labs
	▪ 250	3,0	8,1		▪ 1.600	▪	Stkplais.
	▪ 250fl	—	—			▪	" "

I Apdedzināšanas (līdz 1000°) rezultāti (turpinājums).

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais sarūkums %	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Šķīletamā porainība %	Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats, struktūra
10.	L 350	0,2	12,2			p	Labs
	▪ 150II	0	15,9			„	Sika plaisiņa
	▪ 250	0,4	13,9		I 400	„	„
11.	S 350	2,8	6,9		„ 1.585	„	„
	▪ 150II	3,4	12,9			„	Labs
	▪ 50	4,2	15,0		500	„	„
	▪ 5II	6,6	25,9			„	„
	▪ 300fi	—	—			„	„
12.	RL250II	8,1	4,7	11,3		„	„
	▪ 200II	7,9	5,3	9,5		„	„
	▪ 150	7,9	4,0		1.404	„	„
	▪ 100s	8,1	10,2		I 860	„	Plaisiņa
	▪ 250fi	—	—			„	Labs
13.	C 200	7,6	3,1	7,4	1.920	„	„
	▪ 150II	5,7	6,8			„	„
	▪ 150	7,0	6,7		916	„	„
	▪ 200fi	—	—			„	Sika plaisiņa

Kvartārās formācijas māli:

14.	V 250	7,0	7,5		I 1.120	v	Saplaisājis
	▪ 50	7,8	12,7		„ 600	„	„
	▪ 150	6,4	7,7		„ 1.030	„	Niecīgs plaisājums
	▪ 200fi	—	—		—	„	„
	▪ 200II	6,4	8,0			„	„
15.	R 350	1,9	10,5		„ 1.400	„	Saplaisājis
	▪ 250	2,1	12,5		„ 1.260	„	„
	▪ 150II	2,1	17,4			„	Labs
	▪ 100II	2,1	19,8			„	„
	▪ 150fi	—	—			„	„

p = apm. 950°.

v = „ 970°.

d = „ 1.000°.

tiem. Daļa vainas katrā ziņā piedēvējama sagatavošanai: masa ir bijusi par slapju un par smalku.

Krāsa paraugiem gaiši sarkanbrūna.

Klinkerējušies, t. i. ar ūdens uzsūkšanas spēju zem 5%, ir 13(C), 12(RL), 4(IE), 5(IS) un 1(TB). Šie ir tie māli, kas satur visvairāk kušņu.

Stiprāk presētiem paraugiem sarukums un arī porainība ir mazāka kā vājāk presētiem. Vislielākais sarukums ir 4(IE₁₀₀) un 1(TB₁₀₀). Spiedes pretestība pieaug līdz ar presēšanas spiedienu un porainības samazināšanos. Lielāko stiprību uzrāda 13(C₂₀₀) paraugs. Bez tam spiedes pretestība ir atkarīga no virziena, kurā paraugu spiež. Jau te piemērs ar 2(TS₂₅₀) gaiši rāda, ka lielāka spiedes pretestība ir presēšanas virzienam perpendikulāri, mazāka paralēlā virzienā (kaut gan, liekas, vajadzētu būt otrādi). Turpmākie mēģinājumi še izteikto vēl vairāk apstiprinās.

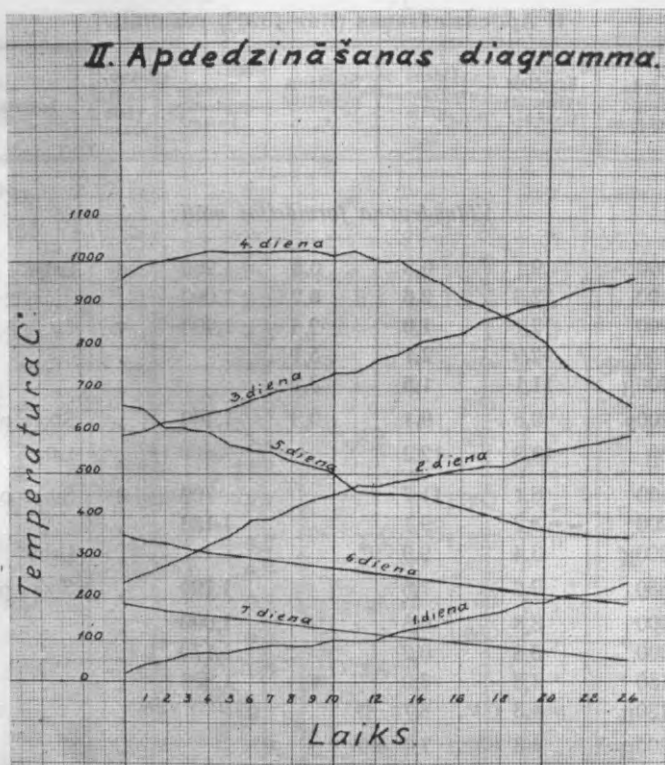
Flīzes iznāk samērā labas. Drumslas struktūrā nekādas izšķirības no kubikiem nav. Var domāt, ka, ja iznāks labi klinkeri kubiku veidā, nebūs grūti arī ražot labas flīzes. Tāpēc (sevišķi vēl te jāņem vērā krāsns izmantojamā telpa) mēģinājumus turpmāk ar tām ierobežošu.

Otrā apdedzināšana. Šī apdedzināšana arī ir oksidētāja. Temperatūra dažus desmitus gradus augstāka par pirmo. Pie paraugu ielikšanas krāsnī novērotas sīkas plaisas šādiem paraugiem: 14(V₂₀₀), 14(V₁₀₀), 14(V₁₅₀), 15(R₃₀₀), 15(R₂₅₀), 15(R₁₀₀), 13(C₂₅₀), 13(C₃₀₀) un 12(RL₁₅₀).

Apdedzināšanas gaita redzama pieliktā diagrammā (sk. fotodiagr. Nr. 3), bet iegūtie rezultāti sekojošā tabulā. (Skat. 64. un 65. lapp.

Aplūkojot tabulu, redzam, ka klinkeru skaits pieaudzis, klāt pienākuši vēl: 6(IV), 11(S), 9(D), 14(V) un 15(R) paraugi. Plaisiņas, kas apdedzinot it kā izzūd, tomēr jūtami negatīvi ietekmē spiedes pretestību — 13(C₃₀₀, C₂₅₀). Tiem māliem, kas satur sevišķi daudz dzelzs oksīdu: 12(RL), 5(IS) un gandrīz jau pilnīgi saķepuši, otrreizējā apdedzināšana veicina trauslumu (masa palikusi it kā stiklaina), sakarā ar ko pamazinās spiedes pretestība.

Citiem paraugiem, kuriem agrāk porainība bija liela, mēchaniskās īpašības, tos otrreiz apdedzinot, stipri uzlabojās — 14(V₂₀₀₂), 15(R₁₀₀₂).



Fotodiagr. № 3.

Krāsa paraugiem sarkanbrūna.

Dažu izpresētu, bet neapdedzinātu kubiku tilpuma svars (g):

	$\frac{g}{g}$	
13. (C ₁₀₀)	1,8	12. (RL ₁₀₀)
4. (IE ₂₀₀)	1,9	12. (RL ₃₅₀)

Apdedzināta 4(IE₂₀₀) g = 2,4 (sīkāki dati atrodami trešās apdedzināšanas tabulā).

Trešā apdedzināšana. Šī arī ir oksidētāja apdedzināšana, un paraugi apdedzināti līdz 1070°.

Sīkai mufeļa temperatūras kontrolei arī sānos ievietotas Seger'a piramidas.

Šās apdedzināšanas uzdevums noskaidrot: 1) presēšanas spiediena ietekmi (galīgi) uz mēchanisko izturību arī saķepušiem

II Apdedzināšanas (līdz 1020°) rezultāti.

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais sarukums %	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Šķietamā porainība %	Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats, struktūra
1	TB300	9,1	0,3	0,8	1.260	d	Labs
	• 100	12,3	2,6	6,2	1.000	•	•
	• 200	12,1	1,0	2,6	1.408	v	•
	• 150	12,9	2,1	5,1		•	•
	• 200II	11,1	1,5	3,7		•	•
	• 2002	9,8	0,1	0,3	1.160	•	Sīkas plaisiņas
	• 5II	13,8	12,2			•	Labs
2	TS100	6,1	11,7		700	d	Sīkas plaisiņas
	• 200	3,2	9,1		1.130	•	•
	• 300II	3,4	9,0			•	Labs
	• 350	2,6	7,5		1.190	•	Sīkas plaisiņas
3	TV200	3,8	6,8		1.000	•	•
	• 300	3,8	6,2		1.170	•	•
	• 150	4,3	7,0		1.360	•	•
	• 130II	4,3	8,7			•	•
	• 200II	4,3	7,7			•	•
4	IE300	10,2	0,7	1,8	1.000	p	Labs
	• 200	11,9	2,8	6,8	1.308	•	•
	• 200II	11,9	2,0	5,0	—	•	•
	• 2002	11,9	0,4	1,0	1.340	•	•
5	IS150	12,9	0,2	0,5	1.000	v	•
	• 150	11,5	0,7		—	•	•
	• 2502	10,4	0,1	0,3	1.000	•	•
	• 1502	12,1	0,3	0,7	1.000	p	•
6	• 250	10,4	0,4	0,1	1.470	•	•
	IV150	6,7	7,4		1.030	d	•
	• 2522	7,0	4,6	10,6	1.700	•	•
	• 250II	5,9	5,3		—	•	•
7	• 300	5,3	3,8	9,0	1.730	•	•
	IW150II	4,5	9,7		1.260	•	Ļoti sīkas plaisiņas
	• 250	3,8	8,1		1.460	•	Sīkas plaisiņas
	• 150II	4,7	11,1		—	•	Labs
8	• 350	3,4	7,8		1.100	•	Sīkas plaisiņas
	IZ150	5,7	6,5		1.150	v	•

kr

II. apdedzināšanas (līdz 1020°) rezultāti. (Turpinājums.)

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais saūkums %	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Šķietamā porainība %	Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsnī	Izskats, struktūra
9	D50II	8,7	7,9			v	Labs
	" 150	6,2	5,3		1.500	"	"
	" 150 ₂	6,1	5,8		1.500	"	"
	" 300	5,9	3,5	8,3	1.220	"	"
10	L200II	3,4	8,6			d	"
	" 150 ₂	4,0	8,7		1.020	"	Sikas plaisiņas
11	S200	5,7	5,2		970	"	Labs
	" 300	5,4	3,7	8,2	1.080	v	"
	" 5II	12,0	14,2			"	"
	" 150 ₂	7,9	5,7		1.360	"	"
12	RL300	9,1	0,7	1,0	1.300	p	"
	" 150	10,0	0,7			"	"
	" 250 ₂	11,2	0,3	0,7	1.000	"	"
	" 200 ₂	11,9	0,8	2,0	1.000	"	"
	" 150II	11,0	1,5	3,8		"	"
13	C150 ₂	11,9	0	0	1.500	v	"
	" 150	11,7	0,2	0,6	1.960	"	"
	" 300	9,8	0	0,1	1.005	"	"
	" 250	9,8	0		—	"	"
	" 250	9,1	0	0	1.050	"	"

Kvartārās formācijas māli:

14	V100II	12,9	3,3	7,9	—	d	"
	" 150	11,9	1,4	3,4	1.090	"	Plaisas
	" 200 ₂	11,2	0,7	1,8	2.000	"	"
	" 200	10,4	0,9	2,2	1.690	"	"
15	R150 ₂	6,2	7,2	—	1.130	"	"
	" 100	5,8	9,3	—	660	v	"
	" 100 ₂	6,4	9,1	—	820	"	"
	" 250II	4,9	5,9	—	—	d	Labs
	" 300	5,3	3,7	8,0	1.350	"	Plaisas

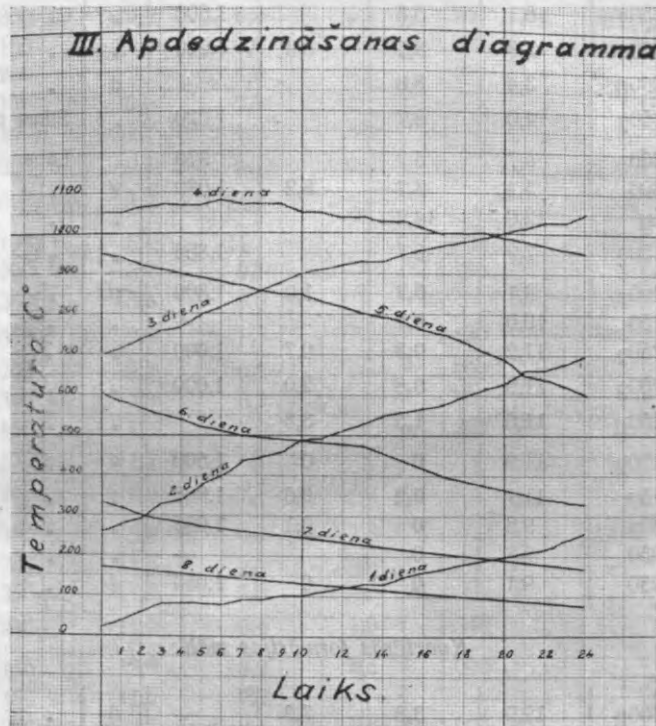
p = apm. 970°

v = " 990°

d = " 1020°

paraugiem, 2) otrreizējas apdedzināšanas ietekmi saķepušiem paraugiem [1(TB), 11(RL), 11(IE), 13(V)], 3) dažādu mālu kombināciju īpašības, 4) klinkeru miltu un graudu kā liesinātāju nozīmi un 5) slajā ceļā veidotu paraugu īpašības.

Apdedzināšanas gaita redzama fotodiagr. Nr. 4, iegūtie rezultāti sekojošā tabulā. (Skat. 67., 68. un 69. lapp.)



Fotodiagr. № 4.

Šī apdedzināšana gadījās aukstā laikā. Krāsniņ bija ļoti liela velkme, tāpēc temperatūras tās garenvirzienā tik dažādas. Šķērsvirzienā temperatūras diezgan vienmērīgas, kā to norādīja Seger'a piramīdas. Pirometrs bija ievietots vairāk uz priekšu kā otrā krāsni, starp „p“ un „v“ robežu, tāpēc tas norāda šķietami mazāk (īstenībā tas tā nav, pat ir otrādi, jo vēl norādītiem grādiem jāpieskaita korektūra par 60° , kas bija pirometra priekšējā galā, tā tad: $T^\circ + 0,5(60^\circ - 20^\circ) = 1070^\circ + 20^\circ = 1090^\circ \text{ C}$.

III. apdedzināšanas (līdz 1070°) rezultāti.

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais sarūmums %	Odens uzskāšanas spēja %	Šķietamā porainība %	Tilpuma svars	Parauga svars		Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats un struktūra	
						pirms apdedzināšanas g	pēc apdedzināšanas g				
<i>Vidusdevona formācijas māli:</i>											
1	TB 5	18,6	3,8	9,3	2,36			I 1.204	p	Labs, kōnisks	k
	50	16,1	0,1	0,4	2,55	215	210	1.470	"	"	} Gaiši brūni k
	100	13,8	0,1	0,2	2,56	230	220	1.840	"	"	
	150 _{s1}	13,8	1,7	4,3	2,49	250	225	830	"	Deformējies	
	200 ₂	11,9	0,1	0,3	2,57	240	240	1.730	"	Labs, kōnisks	
	200	10,0	0,0	0	2,51	265	240	1.810	"	"	
	250	9,1	0,0	0,1	2,49	290	270	1.020	"	"	
	s	9,4	1,8	3,9	2,12	325	300	310	"	"	
2	TS 50	11,9	2,4	5,7	2,38	235	225	I 1.160	d	Plais., kōnisks	kr
	100 ₂	11,8	2,6	6,3	2,38	240	240	1.840	"	"	} Kīrš- brūni kr
	100	11,2	2,6	6,1	2,38	230	225	//1.030	"	"	
	200	7,8	0,6	1,5	2,42	275	270	I 1.940	"	"	
	300	7,0	0,5	1,2	2,43	285	275	1.980	"	Labs, kōnisks	
	300 ₂	8,1	0,7	1,8	2,44	265	265	1.730	"	"	
	s	9,6	1,3	3,0	2,35	370	360	620	"	Saplais. no rupjas grants)	
3	TV 50	12,7	2,9	6,9	2,38	320	315	I 1.120	v	Labs, kōnisks	} Kīrš- brūni kr
	100	11,0	2,7	6,4	2,39	230	225	1.920	"	"	
	130 ₂	9,1	1,4	3,4	2,44	260	260	2.070	"	Sīk. plais.	
	150	10,6	2,7	6,5	2,39	240	230	1.680	"	Labs, kōnisks	
	200	8,7	0,7	1,8	2,45	275	265	2.000	"	"	
	200 ₂	7,8	1,3	3,3	2,46	280	280	2.160	"	"	
	300	6,6	0,5	1,4	2,46	300	295	2.300	"	Sīk. pres. plais. kōnisks	
	s	10,1	2,6	6,1	2,36	360	355	530	"	Preseš. kļūda	
4	IE 50	16,3	0,2	0,5	2,59	225	210	I 1.200	p	Labs, kōnisks	kr
	100	15,1	0,1	0,2	2,59	225	215	1.600	"	"	} Brūni k
	200	12,7	0,0	0	2,58	260	240	2.410	"	"	
	250	11,5	0	0	2,59	260	240	2.350	"	"	
	200 ₂	13,2	0	0	2,58	230	230	1.700	"	"	
	s	16,2	0,4	0,9	2,28	275	255	320	"	"	
5	IS 50	14,4	0	0	2,46	225	215	I 2.180	d	Sīk. pl., kōn.	} Tumsbrūni
	150	7,6	0	0	2,29	250	235	1.130	"	Labs, kōnisks gandrīz deformējies	
	100	10,0	0	0	2,36	240	225	1.190	"	Labs	
	s	5,0	8,8	15,9	1,79	325	305	400	"	It kā uzpūties	

III. apdedzināšanas (līdz 1070°) rezultāti. (Turpinājums.)

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais sarukums %	Udens uzsūkšanas spēja %	Šķietamā porainība %	Tilpuma svars	Parauga svars		Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats un struktūra
						pirms apdedzināšanas g	pēc apdedzināšanas g			
6	IV 50	12,7	0,3	0,7	2,45	230	215	I 1.230	d	Labs, kōnisks
	" 100	12,9	0,3	0,8	2,46	230	215	" 1.840	"	" " "
	" 150	12,9	0,3	0,8	2,46	225	215	" 1.530	"	" " "
	" 250	7,8	0,3	0,8	2,41	275	255	" 1.240	"	" " "
	" 250 ₂	8,1	0,3	0,6	2,40	265	265	" 2.180	"	" " "
	s	11,3	0,9	2,3	2,08	345	325	" 940	"	" " "
7	IW 50	11,9	4,6	10,7	2,29	220	215	I 1.010	"	" " "
	" 150 ₂	10,0	3,2	7,7	2,38	240	245	" 1.730	"	" " "
	" 100	11,0	4,2	9,7	2,33	230	225	" 1.400	"	Sīk. pl., kōn.
	" 250	8,5	2,5	6,1	2,41	275	260	" 1.820	"	Labs, kōnisks
	" s	11,3	3,0	7,0	2,31	340	325	" 790	"	" " Tumši br.
	IZ 300	6,2	0,6	1,4	2,40	305	300	I 1.840	"	Plais., kōnisks
8	D 50	12,1	4,1	9,6	2,33	225	215	" 1.200	p	Labs, kōnisks
	" 50 ₂	12,3	2,9	7,0	2,38	225	225	" 1.770	"	" " "
	" 100	12,1	2,8	6,6	2,40	230	220	" 1.280	"	" " "
	" 200	8,7	0,4	1,0	2,45	280	265	" 1.530	v	" " "
	" 200	7,9	0,3	0,7	2,42	280	260	// 740	"	" " "
	" 350	6,8	0,6	1,4	2,46	325	300	I 1.970	"	" " "
	s	12,8	1,2	2,8	2,31	330	310	" 603	"	" " "
9	L 200 ₂	6,8	3,3	7,9	2,34	265	265	" 1.750	d	" " "
	" 250	5,9	0,4	1,0	2,32	280	275	" 1.580	"	Pres., sīk. pl.
10	S 53	15,5	8,0	7,1	2,13	—	—	" 630	v	Labs, kōnisks
	" 50	13,6	1,6	3,9	2,46	225	210	" 990	"	" " "
	" 150	10,4	0,4	1,0	2,48	255	250	" 1.290	"	" " "
	" 200 _{sl}	—	4,8	11,1	2,30	275	255	" 490	p	Nedaudz def.
	" 250	7,8	0,3	0,7	2,47	295	275	" 2.160	v	Pres., pl. kōn.
	s	12,1	1,0	2,3	2,31	345	335	" 350	"	Rupjigr.plaisa
11	RL 50	13,4	0	0	2,55	240	225	" 720	p	Labs, kōnisks
	" 100	15,3	0	0	2,56	225	215	" 330	"	It kā uzpūties
	" 150 ₂	—	0,1	0,3	2,27	250	240	" 240	"	Uzpūties
	" 150	12,5	0	0	2,53	250	235	" 940	"	Mazliet uzp.,k.
	" s	15,9	0,3	0,8	2,27	280	260	" 240	"	Labs, kōnisks
	" s	12,9	0,0	0,1	2,09	295	270	" 500	"	" " "
12	C 50	14,2	0	0	2,54	240	215	" 900	"	" " "
	" 100	11,0	0	0	2,52	240	215	" 110	"	" " "
	" 100	14,2	0	0	2,55	260	240	// 650	"	" " "
	" 150	13,4	0	0	2,54	—	—	// 150	"	" " "
	" 200	11,0	0	0	2,54	260	240	I 410	"	Bija apk.ar sm.
	" s	12,9	0,2	0,5	2,20	320	300	" 362	"	Labs, kōnisks

Kīršbrūni

k

Brūni

kr

Brūni

kr

Tumši brūni

kr

Kīršbrūni

kr

kr

kr

k

p

p

p

p

p

III. apdedzināšanas (līdz 1070°) rezultāti. (Turpinājums.)

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais sarūķums %	Udens uzsūkšanas spēja %	Šķietamā porainība %	Tilpuma svars	Parauga svars		Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats un struktūra	
						pirms apdedzināšanas g	pēc apdedzināšanas g				
<i>Kvartārās formācijas māli:</i>											
13	V 50	11,9	7,1	15,6	2,19	225	205	I 390	p	Saplais., kōn.	Brūni kr
	" 100 ₂	13,2	2,2	5,4	2,42	215	215	" 1.280	"	Labs, kōniskis	
	" 100	11,0	6,4	14,2	2,22	240	210	" 720	"	" "	
	" 250	9,1	1,8	4,3	2,39	280	275	" 1.420	"	" "	
	" s	14,7	2,1	4,8	2,22	295	260	" 260	"	" "	
14	R 50	17,6	0	0	2,41	205	185	" 1.150	v	Sīk. pl., kōn.	Tumši brūni
	" 100	15,7	0	0	2,41	220	200	" 850	"	Saplais.	
	" 200	11,9	0	0	2,37	270	230	" 1.130	"	" "	
	" 250	7,2	0	0	2,23	300	255	" 1.270	"	" "	
	" 250 ₂	7,2	0	0	2,19	250	250	" 570	"	Sapl., sāk def.	
	" s	11,3	0,1	0,3	2,07	310	285	" 258	"	Def. kļ. mīksts	

Vidusdevona formācijas mālu maisījumi:

15	TBTS 100	12,9	1,2	3,1	2,48	235	225	1.800	v	Niecīga plaisa	Brūna kr
	" 150	10,0	0	0	2,50	270	250	1.710	"	Labs, kōniskis	
16	TBTV 100	11,9	0,2	0,6	2,50	250	240	I 1.640	"	Sīk. plais., kōn.	k
	" 150	11,7	0,3	0,7	2,51	270	250	" 1.800	"	Labs, kōniskis	
17	TBTZ 100	10,6	0,3	0,7	2,48	265	250	" 1.839	d	Niec. pl., kōn.	kr
	" 150	11,0	0,3	0,8	2,47	260	240	" 2.000	v	Labs, kōniskis	
18	IEIV 100	12,9	0,1	0,2	2,51	250	225	// 510	"	" "	Tumši brūni k
	" 150	11,0	0,1	0,3	2,48	270	250	I 1.930	"	" "	
19	ISIW 100	12,9	0,3	0,7	2,53	250	225	" 1.550	d	" "	kr
	" 150	11,9	0,2	0,6	2,53	360	240	// 920	"	" "	
20	CTS 100	11,0	0,3	0,4	2,51	285	240	I 1.300	v	" "	k
	" 150	8,1	0,2	9,5	2,47	290	260	" 1.920	"	" "	

Vidusdevona formācijas mālu maisījums ar apdedzinātām mālu drumslām:

21	30TB 100	11,5	0,1	0,2	2,55	260	240	I 1.800	p	Labs, kōniskis	kr
22	30IE 100	12,5	0,2	0,6	2,58	250	230	" 1.000	v	" "	
	" 150	10,6	0,1	0,2	2,57	275	255	" 1.640	"	" "	Tumši brūni
23	30RL 100	11,0	0	0	2,56	250	240	// 530	"	" "	
	" 150	9,5	0	0	2,50	275	255	I 2.130	"	" "	
24	30C 100	7,5	0	0	2,48	280	265	" 1.130	p	" "	kr
25	30DTB 100	11,0	1,5	3,8	2,47	250	230	" 1.650	v	" "	

p = apm. 1020°—1040°C

v = „ 1060°—1100°C

d = vairāk par 1100°—1120°C

Ar „s“ apzīmēti slapjā ceļā veidotie paraugi. Divus paraugus: 1(TB_{150sl}) un 10(S_{200sl}) noslodzēja, pirmo ar 2,1 kg un otro ar 2,5 kg uz visas virsmas (25 cm²). Šāds svars apm. būtu, kad izmēģin. paraugiem uzkrātu 8 kārtas kubiku citu uz cita. Pie tam TB deformējās stiprāk kā S, tomēr visumā galīgi formu nezaudēja, tikai saplaka.

Šinī apdedzināšanā izmēģināju arī vēl praksē lietāto starpkārtu apkaisīšanu ar smiltīm. Nokaisīju 12(C₂₀₀), tam uzliku virsū 12(C₁₅₀). Paraugi izrādījās pēc apdedzināšanas ļoti labi. Piekušanu nenovēroju.

Ieliekot paraugus krāsnī, plaisas ievērotas 14(R₅₀) un 14(R₂₅₀).

Par klinkeriem kļuvuši tagad gandrīz vai visi paraugi. Apstiprinās slēdziens, ka otrreizēji apdedzinātiem paraugiem, kuŗu porainība otrreiz apdedzinot manāmi nesamazinās, spiedes pretestība krit: 1(TB), 4(IE), 2(TS), 12(C).

Svars otrreiz apdedzinot vairs nemainās, kā to norāda attiecīgie dati. Te jāaizrāda, ka svēršanu izdarīju uz atsperu svāriem, uz kuŗiem var nosvērt apm. ar precīzītāti līdz 5 g. Precīzāka svēršana, nosakot porainību, izteic to pašu; salīdzināts: 1(TB₂₀₀₂), 2(TS₃₀₀₂), 13(V₁₀₀₂), 3(TV₂₀₀₂), 6(IV₂₅₀₂), 8(D₅₀₂), 11(RL₁₅₀₂), 10(S₅₃), 14(R₂₅₀₂). Svāra samazināšanās novērojama tikai tais paraugos, kas sāk uzpūsties — 11(RL₁₅₀₂).

Jau agrāk izteiktā doma par spiedes pretestības atkarību no virziena pierādās galīgi arī šoreiz.

Liekas, ka presēšanas spiediena lielumam pie galīgi saķepušiem paraugiem jau mazāka nozīme: 11(RL), 12(C), 4(IE), 14(R).

Mālu kombinācijas apzīmētas ar to sastāvā ietilpstošo komponentu zīmēm, sagatavotas rūpīgi, samaisot 50% katras masas kopā. Liekas, no tām iegūstami izturīgāki, galvenā kārtā sīkstāki klinkeri jau zemākās temperātūrās.

Paraugi, apzīmēti ar 30 un vienu, diviem, trim vai četriem burtiem, sastāv no pirmā apzīmējuma 30% apdedzinātu smalki sasmalcinātu (sijājot tās cauri sietam, kuŗa acs \varnothing 1 mm) drumslu (šamotas) un sekojoša apzīmējuma (ja tāds ir) 70% mālu maisījuma.

Redzam, ka drumslas atstāj labvēlīgu ietekmi, sevišķi samērā viegli saķepējošos paraugos samazinās sarūkums — 11(RL) paraugos — un ievē-

rojami paaugstinās spiedes pretestība (2130 kg/cm²).

Kas attiecas uz slapjā ceļā veidotiem paraugiem — redzam, ka to mēchaniskās īpašības krietni vājākas par sausā ceļā veidoto paraugu stiprību. Labākais 6. paraugs (IV_s) uzrāda 940 kg/cm², sliktākais 12 (C_s) — 190 kg/cm², vidēji ap 500 kg/cm² spiedes pretestību.

Šoreiz jo spilgti apdedzinātos paraugos parādās mazākā mērā jau agrāk novērotais kōniskums (tabulā atzīmēts ar „kōn.“). Tas ceļas no tā, ka presējot kubika augšējā daļa iznāk blīvāka, kāpēc tai mazāks sarukums nekā apakšējai daļai, kas mazāk blīva.

Raibums lielāks liesākiem un mazākā spiedienā sapresētiem paraugiem.

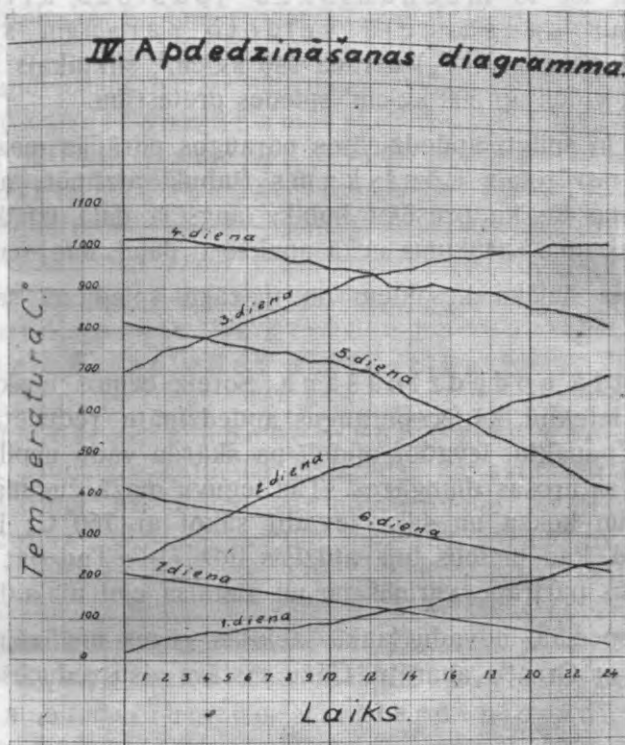
Ceturrtā apdedzināšana. Šoreiz centos noskaidrot reducēšanas ietekmi, kāpēc paraugus apdedzināju reducētājā atmosfērā. Tā panākta, ievadot mufelī pa skārda vadu nepilnīgi saderušas, CO saturošas dūmgāzes. Tās ieguvu mazā čuguna krāsnijā no oglēm un koksa un sāku ievadīt sākot ar 760° C; ievadīšana izbeigta tad, kad mufelis bija atdzisis līdz 710°. Tad pat visās apdedzināšanās pārtrauc kurināšanu un aiztaisa ciet aizlaidni.

Caur speciālo novadu laukā izejošās gāzes analizēju, nosakot to sastāvu ar Orsat'a aparātu. Gāžu sastāvs visu reducēšanas laiku bija šāds:

	CO ₂	CO
5 minutes pēc ogļu uzbēršanas	15,0%	2,0%
Tuvu laikam, kad ogles uzber	15,6%	1,0%
Priekš ogļu uzbēršanas	16,6%	0,8%
Starplaikā	14,4%	2,4%

Apdedzinātas bez vecām kompozīcijām vēl jaunas, proti dažī māli, liesināti ar 50% smalku Daugavas smilšu (caur sietu 225 ac/cm² iziet pilnīgi, uz 900 ac/cm² paliek 21%, uz sieta 2500 ac/cm² — 67%), kas apzīmēti ar 50 un attiecīgiem burtiem un dažī vēl ar 50% smalcinātu Daugavas smilšu (caur sietu 225 ac/cm² iziet pilnīgi, uz 900 ac/cm² paliek 2%, uz 2500 ac/cm² — 60%, kas apzīmēti

ar 50, attiec. burtiem un vēl krustiņu „+“. Apdedzināšanas gaitu norāda pieliktā diagramma, iegūtos rezultātus sekojošā tabula (sk. fotodiagr. Nr. 5).



Fotodiagr. № 5.

Temperatūra mufelī šoreiz bija sadalījusies diezgan nevienmērīgi, un arī reducēšanās tāpat noritējusi; sevišķi tas sakāms par divi apakšējiem stāviem. Paraugu blāvā un laukumainā virsma cēlusies ūdens tvaikiem un oglēs daļiņām klātesot reducētājā gāzē.

Kōniskums novērojams arī šoreiz. Vispār tas lielāks stipri sarūkošiem (taukiem) māliem un stiprāk apdedzinātiem paraugiem.

Bieži plaisā tās kārtiņas, kas vēlāk piepresētas.

Novērojama liela krāsu dažādība, sevišķi pie 13(RL).

Ieliekot paraugus krāsnī, plaisiņas ievērotas: 16(R₂₀₀), 13(RL₅₀), 13(RL₁₅₀), 15(V₃₀₀) un 14(C₁₅₀).

VI. Reducētājas (ar dūmgāzi) apdedzināšanas (līdz 1020°) rezultāti.

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais sarukums %	Kōniskums mm	Ūdens uzstikšanas spēja %	Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašāns vieta krāsni	Izskats un struktūra
<i>Vidusdevona formācijas māli:</i>							
1.	TB 50	14,2		2,4	650	p	Sīk. pl., gaiš. br. ar pel. k ēn.
	" 100	10,6		4,6	370	"	Sīk. pl., gaiš. br. ar pel.
	" 200	8,7		1,5	1.600	"	" " " " " "
	" s	11,3		1,1	380	"	Labs " " " " "
2.	TS 50	9,1		0,7	950	v	Plais. " br. pelēks k
	" 100	11,0		0,8	1.220	"	Labs " " " "
	" 200	7,2	52×49	0,7	1.530	"	" " " " " "
	" 250	6,2		0,6	1.800	"	Sīk. pl., apakšā melns
	" s	9,4		2,1	220	"	Atplisīš 1/5 h
3.	TV 50	12,4		0,4	1.540	"	Dzelt. pel., gaiš. ēn., labs
	" 150	11,0	45×47	0,5	1.070	"	" " " " " "
	" 250	6,8		0,4	1.680	"	" " " " " sīk. pl.
	" s	10,0		0,7	390	"	" " " " " labs
4.	TZ100	12,5		0,6	1.830	d	" " " " " sapl.
	" 150	7,2		0,4	2.130	"	" " " " " labs
5.	IE s	12,9		9,6	—	p	Iezaļg. pelēks, vid. pārpl.
6.	IS 50	14,2		1,2	630	"	Brūng. " ar ēn., labs
	" 150	11,9	45×46	0,4	1.200	"	" " " ar vīl., "
	" 250	10,0		0,4	820	"	" " " plais.
	" s	14,7		0,8	440	"	" " " labs
7.	IV 50	10,6	45×47	4,7	750	"	Iezaļg. " labs
	" 200	7,8		3,3	770	"	" " " "
	" 150	10,0		0,6	1.120	"	" " " "
	" s	11,3		3,7	350	"	" " " "
8.	IW 50	11,0		0,9	1.850	v	Zaļg. pelēks, labs kr
	" 200	8,1		0,8	1.070	"	" " " " kr
	" s	11,0		2,8	700	"	" " " " kr
9.	IZ 50	12,1	43×46	0,6	1.600	d	Dzelt. pel., gaiš. ēn., labs
	" 150	6,6		0,5	1.160	"	" " " " "
10.	D 50	12,5		3,8	550	p	Tumš. iezaļg. pel., labs
	" 100	11,9		5,1	1.090	v	" " " " "
	" 150	10,0		1,1	850	p	" " " " "
	" 250	6,2		0,4	1.310	v	" " " " sīk. pl.
	" s	10,1	51×54	0,6	460	"	" " " " labs
11.	L150	8,1		0,6	1.070	"	Gaiš. brūn. pel. ēn. iepl. 1/5 h

IV. reducētājas (ar dūmgāzi) apdedzināšanas (līdz 1020°) rezultāti. (1. turpinājums.)

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais saturukums %	Köniskums mm	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats un struktūra
12.	S 50	11,9		0,4	1.150	v	Zaļg. dzelt., sīk. plais.
	„ 100	10,1		0,3	1.220	„	„ „ labs
	„ 250	7,8		0,3	1.140	„	„ „ sīk. plais.
	„ s	11,0		1,2	400	„	„ „ labs
13.	RL 50	8,1		13,1	200	p	Sark. sašķieb. iepl. 1/3 h
	„ 100	10,0		5,2	360	„	„ „ ar ēn. apmierin.
	„ 150	9,1		5,8	650	„	„ „ „ labs
	„ 350	9,1		0,3	960	„	„ „ „ iepl. 1/5 h
	„ s	15,4		0,6	480	„	„ „ „ labs
14.	C 50	13,4		0,7	470	„	„ „ pel., mazl. sašķieb.
	„ 100	11,9		0,1	1.500	„	„ „ „ labs
	„ 150	9,1		1,4	650	„	„ „ „ grumbiņas
	„ 250	9,1	46×48	2,1	650	„	„ „ „ plaisiņas
	„ s	15,4		0,2	510	„	„ „ lezaļg. dzelt., labs
<i>Kvartārās formācijas māli:</i>							
15.	V 50	—		—	—	p	Brūng. pelēks, saplīts. kr
	„ 100	13,8		—	—	„	„ „ „ „
	„ 300	9,1		1,9	1.100	„	„ „ „ plaisiņ.
	„ s	13,8		3,0	375	„	„ „ „ „
16.	R 50	—		Stipri poraini	—	„	Gaiš. rož., liel. plais.
	„ 100	—		—	—	„	„ „ „ „
	„ 200	14,2		—	—	„	„ „ „ maz.
	„ s	14,6		1,0	600	„	„ „ Brūng. pelēks, labs
<i>Vidusdevona formācijas mālu maisījumi:</i>							
17.	TBTS100	11,9		0,8	1.117	v	Zaļg. pel., viet. spožs, labs
18.	TBTV150	11,0		0,2	1.100	„	Zaļg. pel., spožs, labs
<i>Vidusdevona formācijas mālu maisījums ar apdedz. māla drumslām:</i>							
19.	IEIV150	10,0		0	1.429	v	Zaļg. pel., spožs, labs
20.	30C150	8,1		0	2.300—3.000	„	Zaļg. pel., v. sp., labs kr
21.	30TB150	9,1		0	2.230	„	„ „ „ „
22.	30DTB150	6,2		0,1	1.800	„	„ „ „ m. sp., sīk. pl. kr
<i>Vidusdevona formācijas mālu maisījums ar smiltīm:</i>							
23.	50TB200+	5,3		2,4	630	v	Sīk. pl. } Brūngani ar
	„ 150+	7,1		0,8	840	„	„ „ } pelēk. ēnām
	„ 100+	8,1		2,5	740	d	„ „ } un melnām
	„ 50+	8,1		1,2	350	„	„ „ } apakš. daļām

IV. reducētājas (ar dūmgāzi) apdedzināšanas (līdz 1020°) rezultāti. (2. turpinājums).

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais sa-rukums %	Kõnis-kums mm	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsnī	Izskats un struktūra
	50TB200	2,4		4,0	760	v	Sik. pl. } Brūngani ar Labs } pelēk. ēnām un melnām apakš. daļām
	100	6,2		3,8	370	d	
	50	6,3		3,5	310	.	
24.	50IE 150	8,1		2,7	590	.	Sik. pl. } Tumš. pel. ar retiem iebūr- laukumiem
	100+	10,4		2,0	900	.	
	100	9,1		3,45	730	.	
25.	50IS100+	7,2		0,8	910	.	Tumš. pel., sīk. plais.
26.	50IS150+	7,2		1,1	700	.	Tumš. pel., saplaisāj. sīk. plais.
	150	6,2		1,8	470	.	
27.	50RL 50+	9,1		2,5	610	.	Sik. pl. } Apakšpuse pelēka, virs- puse visiem paraugiem brūna
	100+	7,8		1,8	850	.	
	150+	5,3		1,8	800	v	
	200+	5,2		2,8	670	.	
	150	6,1		2,3	750	.	
	100	5,2		3,2	400	d	
	50	6,2		3,45	420	.	
28.	50C200+	5,3		3,4	740	v	Līdzīgi RL paraugiem
	150+	6,8		2,1	900	d	
	100+	8,1		2,8	450	.	
	50+	9,1		2,5	500	.	
	150	4,3		3,6	660	.	
	100	5,7		3,6	470	.	

Kvartārās formācijas māla maisījums ar smiltīm:

29.	50V100+	6,2	1,1	750	d	Tumš. pel., saplais.
	150+	6,2	1,4	570	.	.
	100	6,2	1,2	570	.	.

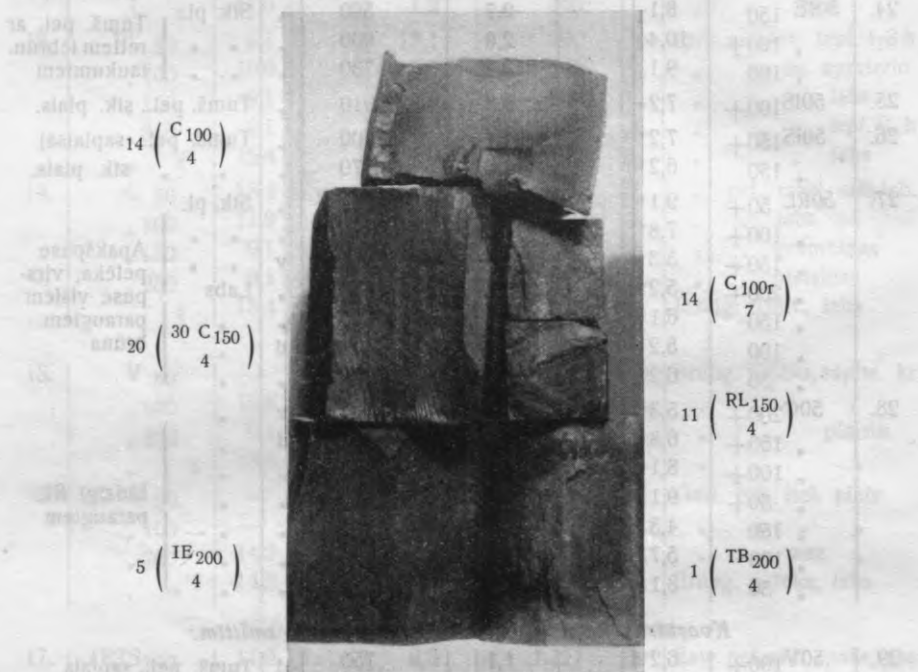
p = apm. 940°

v = " 960°

d = " 1.080° — 1120°

Aplūkojot iegūtos rezultātus sīkāk, redzam, ka ūdens uzsūkšanas spēja ir gandrīz visiem paraugiem maza — tā tad tie ir klinķerējušies. Spiedes pretestība neliesinātiem kubņiem jūtami neatšķiras no oksid. apdedz. paraugu spiedes pretestības. Dažos gadījumos tā it kā

pieaugusi, bet citos atkal samazinājusies. Cauri reducējušies mazāk ātri saņepoši paraugi: 2(TS), 10(D), 8(IW), 7(IV), 3(TV), 1(TB₅₀), 5(IE₅₀), 8(IW_s) (sk. fotogr. Nr. 5.), gandrīz pilnīgi reducējušies 14(C₅₀), 15(V), vidū nereducējušies: 12(S₁₀₀), 12(S₅₀), 1(TB₂₅₀), 6(IS₂₅₀), 9(IZ₁₅₀), 14(C₁₀₀), 6(IS₁₅₀) ar plaisām, kas, liekas, iet arī dziļāk. Vairākiem paraugiem reducēta ir samērā plāna kārtiņa apm. 0,5—1 cm, piem.: 5(IE₂₀₀) un 1(TB₂₀₀), dziļāk masa nereducēta — brūnā krāsā.



Fotografija № 4.

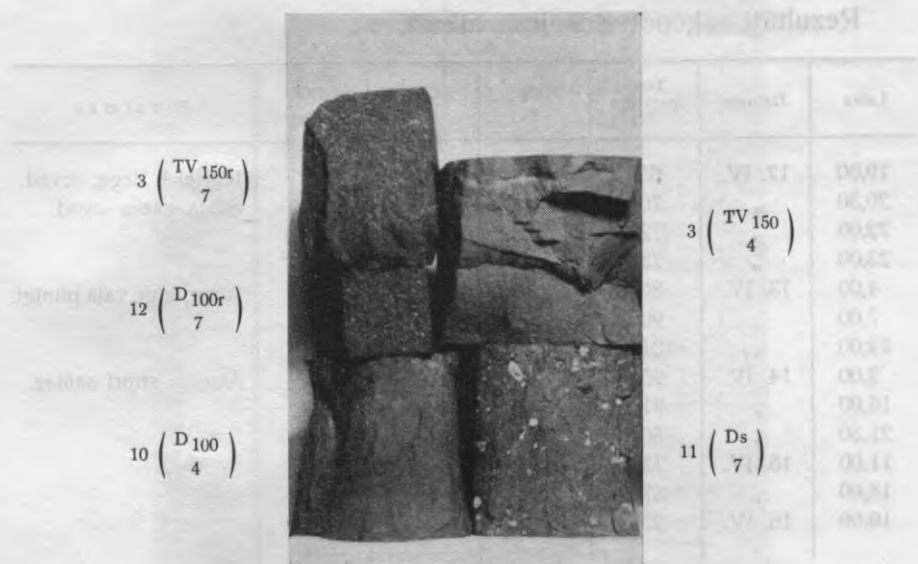
Tipiski stiklainas struktūras te nav [pa daļai 14(C₁₀₀)], lielākai daļai paraugu kārpaina struktūra, sevišķi liesinātiem paraugiem. Tie arī uzrāda lieliskas mehāniskas īpašības, sevišķi 20(30C₄) (sk. fotogr. Nr. 4).

Piezīme: apzīmējumos apakšējie skaitļi (1—8) norāda attiec. apdedzināšanas.

Raibā struktūra sastopama retāk.

Izšķirība starp ar 50% nesmalcinātām un smalcinātām smiltīm liesinātiem paraugiem nav liela. Pirmie ir irdenāki, ar lielāku porainību, otri ciešāki, un to porainība mazāka. Visumā 50% liesinātāja materiāla ir par daudz.

Spiežot šie paraugi, sasniedzot zināmu slodzi, pēkšņi sadrūp (irdenums), ne pakāpeniski, kā neliesinātie paraugi.



Fotografija № 5.

Šiem un arī visiem turpmākiem paraugiem spiedes pretestība noteikta perpendikulāri presēšanas virzienam.

Piektā reducētāja (ar gāzi) apdedzināšana. Ceturtajā apdedzināšanā reducētājs bija vājš (dūmgāzes nedaudzais CO), sekojošajā — piektajā centos noskaidrot stipra reducētāja — deggāzes ietekmi pagājušai (IV) apdedz. līdzīgās temperatūrās.

Deggāzi ievadīju pa apm. 0,8 cm iekš. caurm. gaŗu dzelzs cauruli mufeļa vidū. Caurule gulēja tieši uz pirmā stāva šamotas plāksnes.

Lai vieglāk un ātrāk noritētu atlikušā un iespējami caur spraugām ieklūstošā skābekļa saistīšana ar deggāzes H un C un tādējādi atkristu sprāgstošā gāzu maisījuma rašanās iespēja, caurules galā ievietoju platinētu asbesta šķiedru kūlīti (katalizators).

Gāzi ievadīju mufelī jau 700° temperatūrā. Iesākumā to laidu lēni (ātrumu novēroju pēc laika vienībā skalotnē izdalījušos gāzes pūslīšu vairuma), vēlāk atgriezu pievada aizgriezni pavisam vaļā. Gāzes strūkļa tad bija ļoti intensīva.

Visu laiku kontrolēts mufeļa iekšienē atrodošos gāzu sastāvs, iesūcot to ar aspirātoru caur speciālu mufeļa durvīs ierīkotu vadu stikla pudelē un analizējot ar Orsat'a aparātu.

Rezultāti sakopoti sekojošā tabulā.

Laiks	Datums	Temperatūra °C	O ₂ %	CO ₂ %	CO %	Piezīmes
19,00	12. IV.	650	5	13	—	Iepriekš. degg. ievad.
20,30	"	700	4	17	—	Sākta gāzes ievad.
22,00	"	720	1,2	18,8	—	
23,00	"	730	—	17,0	—	
4,00	13. IV.	800	—	12	1,6	Aizgr. atgr. vaļā pilnīgi.
7,00	"	900	—	5,6	9,0	
19,00	"	1010	—	6	9,0	
9,00	14. IV.	950	—	10,6	—	Ātrums stipri samaz.
16,00	"	910	—	11,0	0,6	
21,30	"	860	—	11	1,2	
11,00	15. IV.	730	—	10	2,0	
18,00	"	570	16	4,2	—	
19,00	16. IV.	270	21	—	—	

Atdzesēšanas sākumā (tūlīt pēc izturēšanas maksimālā temperatūrā) gāzes ātrums sāka samazināties. Kā vēlāk noskaidrojās, tam par iemeslu bija vada aizsprostošanās ar ļoti cietu (laikam grafitu) un arī vatveidīgu gāzes koksu.

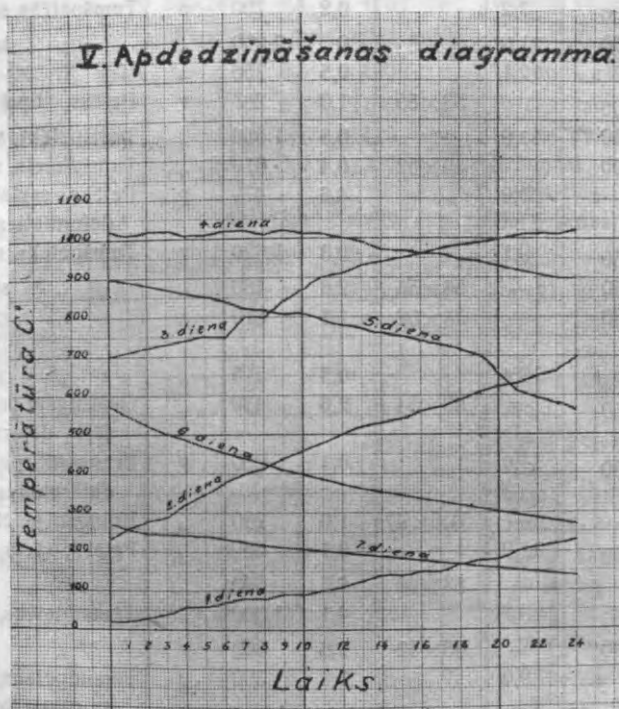
Kurināšanas gaitu pēc pirometra norādījumiem raksturo diagramma, rezultātus sniedz tabula (sk. fotodiagr. Nr. 6).

(Skat. tabulu 80., 81. un 82. lapp.)

Apskatot apdedzinātos paraugus redzam, ka visa masa ir pilnīgi reducējusies (sk. fotogr. Nr. 6). Brūnganie laukumi melnajā vai tumši pelēkajā fonā ir radušies pēcoksidācijā. Daudzi paraugi ir stipri deformējušies un uzpūtušies. Iemesls varētu būt pāragrais reducēšanas sākums un lielais dzelzs oksīda un kušņu saturs. Temperatūra visumā ir bijusi par augstu, jo daudzi paraugi jau sākuši deformēties.

Izpētītas jaunas masas; ar 10, 20 un 30% Daugavas smilšu liesināti līdz šim visu laiku pētītie māli. Apzīmējumi sastādīti pēc līdzšinējiem principiem, tikai 30% smilšu piemaisījums apzīmēts ar „70”, lai nesajuktu ar agrāk lietāto apzīmējumu (30% drumslas).

16(LE_m) apdedz. paraugs nav spējīgs saķepēt. Tas par visiem poraināks (CO₂ ietekme).



Fotodiagr. № 6.

Apskatot liesinātos paraugus redzam, ka liesināšana ļoti daudzos gadījumos ir ierosinājusi lielāku vai sīkāku plaisu rašanos (kvarca ietekme). Arī liesinātiem paraugiem ir ļoti niecīga porainība un tīri laba spiedes izturība. Dažu paraugu izturība ar piejaukto smilšu vairuma samazināšanu arī samazinās: 18 (20TB₁₅₀), 28(20IS₁₅₀), 31(10IV₁₅₀), 37(20RL₁₅₀), tas ir, to, kuŗi zemākā temperatūrā klinkerējas. Daudzu citu paraugu izturība, turpretim, palielinās: 23(10TV₁₅₀), 21(10TS₁₅₀), 34(10D₁₅₀), t. i. to, kuŗi satur ievērojami daudz SiO₂.

V. reducētājas (ar gāzi) apdedzināšanas (līdz 1020°) rezultāti.

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais sarukums %	Kōniskums mm	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats un struktūra
<i>Vidusdevona formācijas māli:</i>							
1	TB200	7,2		0,2	700	p	Tumšpelēks, sācis deform.
	„ 150	11,0		0	2.000	„	„ labs k
	„ s	12,1		0,5	750	„	„ „ k
2	TS100		53×55	1,3	285	v	Pelēks, stipri uzpūtis
	„ 150	11,9		0,5	1.550	„	Tumšpelēks, sīkas plaisas k
	„ 200		49×52	0,4	610	„	Tumšviolets, mazl. uzpūt.
	„ s	9,0		4,6	470	p	Pelēks, saplaisājis, sācis deformēties
3	TV150	9,1		0,3	1.620	v	Tumšpelēks, sīkas plaisas k
	„ 150	—	53×55	2,6	480	„	„ stipri def.
	„ 200	—	53×52	1,1	810	„	„ sīkas plaisas, sācis def.
	„ s	10,4		0,5	515	„	„ spožs, labs
4	TZ150	—	50×54	2,6	430	„	Gaišzilgani pelēks, saplaisājis, deformējies
5	IE150	11,0		0,1	680	p	Brūngani pelēks, sācis deformēties
	„ s	—	51,5×47	1,0	280	„	Brūngani pelēks, stipri def.
6	IS150	11,0		0,1	680	„	Pelēks, sācis deformēties
	„ s	—	53×49	0,5	540	„	„ „ „
7	IV150	8,7		4,1	1.390	„	Tēraudpelēks, labs k
	„ 200	—	66×52	2,3	300	v	„ stipri uzp.
	„ s	9,0		3,4	390	p	Tēraudpelēks, apķepējis ar gāzes koksu
8	IW150	8,1		0,2	1.390	v	Pelēks ar violetiem laukumiem, labs k
	„ s	9,0		1,7	390	p	Pelēks, sācis deformēties
9	IZ150	—	54×52	0,8	270	v	„ „ „
10	D150	7,2		3,6	1.160	„	„ „ „
	„ 200	—	53×56	0,6	515	„	„ „ „
	„ s	10,4		0,3	460	„	Tumši pelēks, labs
11	S150	—	60×50	1,3	165	„	Brūngani pelēks, stipri uzpūtis
12	RL150	—	50×52	0,2	350	p	Violeti brūns, sācis def.
	„ 200	—	51×53	0,2	865	„	„ „ „ „
	„ s	—	53×50	0,0	215	„	Tumši violets, sācis def.
13	C150	—	51×53	0,5	445	„	Brūngani pelēks, uzpūtis

V. reducētājas (ar gāzi) apdedzināšanas (līdz 1020°) rezultāti. (1. turpinājums.)

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais sarukums %	Koniskums mm	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Splēdes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats un struktūra
13	C ₂₀₀	4,3	50×51	0,0	760	p	Brūngani pelēks, sācis def.
	„ s	—	56×50	0,1	415	v	Violets, sācis deformēties
<i>Kvartārās formācijas māli:</i>							
14	V ₁₅₀	7,2		0,3	490	v	Uzpūties, sācis deform.
	„ 200	9,1		0,5	1100	p	Pelēks, labs
	„ s	13,8		0,8	190	v	Violeti pelēks, labs
15	R s	—	55×60	5,0	200	„	Brūngani pelēks, stipri uzpūties
16	LE _m 150	4,3		15,2	455	p	Gaiši brūns, labs
<i>Vidusdevona mālu maisījums ar smiltīm:</i>							
17	70TB150	7,2		0,6	1.200	d	Pelēks, saplaisājis k
18	20TB150	5,3		0,3	880	„	„ sīkas plaisas k
19	10TB150	5,0		0,0	770	v	„ sācis deformēties
20	20TS150	5,3		0,2	330	d	Violeti pelēks, labs
21	10TS150	7,2		0,2	1.490	„	„ „ sīkas pl. k
22	20TV150	9,1		0,4	510	„	Tumši pelēks, saplaisājis
23	10TV150	9,1		0,2	1.330	„	„ „ labs
24	70IE150	—	45×52	0,2	220	„	Pelēks, saplaisājis stipri deformējies
25	20IE150	—	50×45	0,2	515	„	Pelēks, saplaisājis, stipri deformējies
26	10IE150	—	51×45	0	360	v	Pelēks, ar violetiem laukumiem, stipri deform.
27	70IS150	5,3		0,3	740	d	Brūni pelēks, saplaisājis, sācis deformēties
28	20IS150	—	50×43	0,2	350	„	Brūni pelēks, saplaisājis, sācis deformēties
29	10IS150	—	54×44	0,1	200	v	Brūni pelēks, saplaisājis, sācis deformēties
30	20IV150	3,4		0,3	415	d	Brūni pelēks, sīkas plais., sācis deformēties
31	10IV150	—	48×55	0,3	270	„	Brūni pelēks, sācis def.
32	10IW150	—	50×51	0,3	385	„	Tumši pelēks, sācis def.
33	20D150	5,3		0,3	400	„	Tumši pelēks, spožs, sīkas plaisas
34	10D150	1,6		0,1	690	„	Tumši pelēks, spožs, sīkas plaisas
35	10S150	11,0		0,2	990	„	Tumši pelēks, sīkas pl. k
36	70RL150	—	50×40	0,3	415	„	Violets, ciets, saplācis

V. reducētājas (ar gāzi) apdedzināšanas (līdz 1020°) rezultāti. (2. turpinājums).

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais sarukums %	Kōniskums mm	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats un struktūra
37	20RL ₁₅₀	—	47×50	0,3	350	d	Violets, ciets, saplācis
38	10RL ₁₅₀	—	44×53	0	240	v	" " "
39	70C ₁₅₀	—	46×56	0,7	160	d	Pelēki spožs, ciets, saplācis
40	20C ₁₅₀	—	42×53	0,1	260	„	Pelēki spožs, ciets, saplācis
41	10C ₁₅₀	—	47×51	0,2	710	v	Violeti pelēks, ciets, saplaisājis

Kvartārās formācijas māla maisījums ar smilšm:

42	70V ₁₅₀	8,1	0,9	710	d	Brūngani pelēks, stipri saplaisājis
43	20V ₁₅₀	11,0	2,8	990	„	Brūngani pelēks, stipri saplaisājis
44	Stetinas	—	6,0	600	„	Tumšs

p = mazāk par 980° ap 940°;

v = " " 1000° " 980°;

d = " " 1080° " 1040°.



Fotografija № 6.

Sestā apdedzināšana. Šī apdedzināšana izdarīta oksidētājā atmosfērā. Apdedzināšanas nolūks: izpētīt tās pašas kompozīcijas, kas tika izmēģinātas reducētājā apdedz., un tādējādi iegūt salīdzināmus datus par oksidējoši un reducējoši apdedzinātiem paraugiem. Tālāk centos noskaidrot grūtāk saķepējošu jau apdedz. paraugu drumslu (TV, TS, D) liesināšanas īpatnības.

Liesināju, tāpat kā jau agrāk, ar 30% drumslu. Sastādītiem maisījumiem turpmāk lietāti, īsuma labad, šādi apzīmējumi:

70% TB mālu	+ 30% TV smalku drumslu	— 55 (K),
70% TB "	+ 30% D "	— 56 (P),
70% IV "	+ 30% TV "	— 57 (N),
70% C "	+ 30% TS "	— 50 (O).

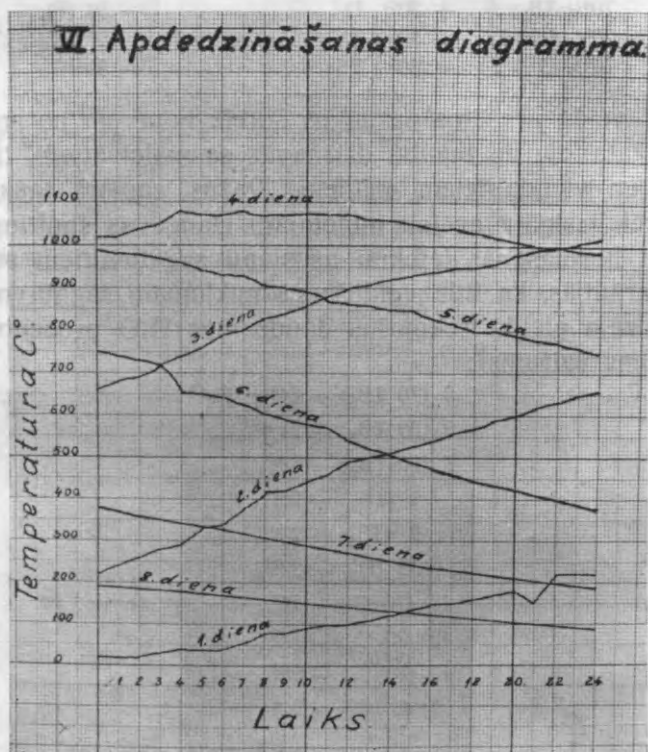
Slapjā veidā presētos paraugus šoreiz gatavoju no normālmīklas, ko sagatavoju no bumbu dzirnavās sasmalcinātiem, tā tad ļoti smalkiem un viendabīgiem māliem. Dažus, samērā taukus mālus pie tam vēl liesināju ar jau minētajām Daugavas smiltīm. Centos noskaidrot liesināšanas ietekmi uz slapji sagatavotiem paraugiem. Pie tam izrādījās, ka līdz veidošanas mīklumam sagatavotiem māliem vajadzēja pielikt sekojošus daudzumus H₂O procentos (iejaucamais ūdens vairums):

3 (70 TB _s)	— 24% H ₂ O
5 (20 TB _s)	— 24,6% "
7 (10 TB _s)	— 31% "
1 (TB _s)	— 25% "
9 (TS _s)	— 23% "
32 (D _s)	— 24% "
41 (70 C _s)	— 26% "
42 (20 C _s)	— 26% "
44 (10 C _s)	— 27% "
40 (C _s)	— 31% "
46 (70 V _s)	— 23% "
47 (20 V _s)	— 27% "
48 (10 V _s)	— 31,5% "
45 (V _s)	— 27% "

Te skaidri redzams, ka liesākas masas sagatavošanai vajadzīgs mazāks ūdens daudzums nekā treknāku maisījumu sagatavošanai. Šoreiz man bija jāpanāk ātra paraugu izžāvēšana. To veicu, ierīkojot uz su-

sināmā skapja kaut ko līdzīgu mākslīgai kaltei (sākumā temperatūra bija ap 40°). Divās dienās paraugi izžuva un bija gatavi apdedzināšanai. Žūšanas plaisas novēroju 10 V_s paraugam.

Mēģināju arī noskaidrot, kādas īpašības uzrāda apdegušie paraugi, kuŗu masas liesinātas ar smalki samaltām (es lietāju maltās smiltis, kuŗas sijājot caur sietu 2500 ac/cm² izgāja pilnīgi, bet uz sietā 4900 ac/cm² atstāja 15% atlikuma) smiltīm. Šiem paraugiem bez jau parastiem apzīmējumiem pievilks vēl krustiņš „+“.



Fotodiagr. № 7.

Izmēģināti arī vairāk dažādu mālu maisījumi. Īsuma pēc arī te apzīmējumi:

30% TB + 30% TV + 40% TS — 53 (U),

20% IE + 30% IS + 30% IV + 20% IW — 52 (H).

Iegūtie rezultāti sakopoti sekojošā tabulā, apdedzināšanas gaita redzama pieliktā diagrammā (sk. fotodiagr. Nr. 7).

VI. apdedzināšanas (oksidētājas) līdz 1070° rezultāti.

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais saturukums %	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Spiedes pretest. kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats un struktūra	
<i>Vidusdevona formācijas māli un maisījumi ar smiltīm:</i>							
1	TB ₁₅₀	11,0	0,4	1.690	p	Labs	kr
	„ 100	12,3	0,9	2.240	.	.	kr
	„ s	14,7	0,1	185	.	.	st
2	50TB ₁₅₀	3,4	8,0	610	d	Sīkas plaisas	
3	70TB ₁₅₀	7,6	0,4	1.080	.	.	
	70TB _s	11,3	4,3	320	.	Mazliet uzpūties	kr
4	70TB ₁₅₀ +	10,0	0,5	1.880	.	Sīkas plaisas	kr
5	20TB ₁₅₀	10,0	1,0	1.690	v	Labs, raupja virsma	kr
	20TB _s	12,8	0,9	394	.	Labs	
6	20TB ₁₅₀ +	10,4	0,2	1.850	.	Sīkas plaisas	k
7	10TB ₁₅₀	10,0	0,4	1.650	p	Labs	kr
	10TB _s	12,8	1,0	300	.	.	
8	10TB ₁₅₀ +	10,4	0,4	1.670	.	Ļoti sīkas plaisas	kr
9	TS ₁₅₀	6,2	5,8	1.590	.	Labs	
	„ s	11,3	3,2	675	v	.	
10	20TS ₁₅₀	5,3	6,1	1.110	d	Sīkas plaisas	
11	10TS ₁₅₀	6,1	7,5	1.170	v	.	
13	TV ₁₅₀	8,7	1,9	2.200	.	.	
14	40TV ₁₅₀	3,4	8,6	645	d	Ļoti sīkas plaisas	
15	20TV ₁₅₀	6,2	3,5	1.730	.	Sīkas plaisas	kr
16	20TV ₁₅₀ +	8,1	3,4	2.170	.	Plaisas	kr
17	10TV ₁₅₀	9,1	0,4	1.880	.	Sīkas plaisas	kr
	„ s	13,8	1,9	338	v	Labs	
18	TZ ₁₅₀	8,5	0,1	2.260	.	Sīkas plaisas	kr
19	IE ₁₅₀	13,8	0,3		p	Labs	
20	70IE ₁₅₀	8,1	4,9	675	d	Plaisas	kr
21	20IE ₁₅₀	10,0	2,6	740	v	Sīkas plaisas	
22	IS ₁₅₀	12,1	0,1		p	Labs	kr
23	70IS ₁₅₀	9,1	3,7	1.060	d	Sīkas plaisas	kr
24	20IS ₁₅₀	10,0	0,4	900	.	Labs	
25	10IS ₁₅₀	11,9	0,2	1.840	p	.	kr
26	IV ₁₅₀	8,9	5,2	620	.	Sīkas plaisas	
27	20IV ₁₅₀	7,1	5,8	1.300	d	.	
28	10IV ₁₅₀	6,7	6,8	1.180	p	Labs	
29	IW ₁₅₀	5,3	8,1	670	.	.	
30	10IW ₁₅₀	6,1	6,0	1.230	v	.	
31	IZ ₁₅₀	8,1	2,2	1.440	.	.	
32	D ₁₀₀	11,9	0,8	1.730	.	.	kr
	„ 150	7,8	4,8	1.800	p	.	
	„ s	12,1	0,5	715	v	.	

VI. apdedzināšanas (oksidētājas) līdz 1070° rezultāti. (Turpinājums).

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais sarukums %	Odens uzsūkšanas spēja %	Spiedes pretest. kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats un struktūra	
33	20D150	7,1	0,5	1.570	d	Labs, ļoti skaista sarkanbrūna krāsa	k
34	10D150	9,1	0,5	1.850	v	Labs	kr
35	S150	8,5	4,2	1.550	p	"	
36	10S150	7,1	2,9	1.560	v	"	kr
37	RL150	13,8	0,1		p	"	kr
38	70RL150	7,1	2,2	1.120	d	"	kr
39	20RL150	9,1	0,7	1.500	v	"	
40	C150	13,8	0,2	1.400	p	"	
	" s	15,4	0,5	320	"	"	
41	70C150	8,1	2,7	890	d	Ļoti sīkas plaisas	
	" s	12,1	4,5	475	"	Labs	
42	20C150	9,5	0,6	1.550	v	Ļoti sīkas plaisas	kr
	" s	11,0	0,4	370	d	Labs	
43	" 150+	10,4	0,1	1.700	v	Ļoti sīkas plaisas	
44	10C150	11,0	0,3	1.600	p	Labs	
	" s	12,8	0,2	400	"	"	

Kvartārās formācijas māli un maisījumi ar smiltīm:

45	V150	9,5	5,7	1.330	p	Saplaisājis	
	" s	15,4	1,2	190	v	Labs	
46	70V150	6,2	5,1	615	d	Saplaisājis	k
	" s	13,5	4,3	430	"	"	
47	20V150	8,7	0,3	1.090	v	"	
	" s	14,7	1,6	220	"	Sīkas plaisas	
48	10V150	9,1	5,4	890	p	Saplaisājis	
	" s	15,8	1,9	600	v	"	
49	R150	11,0	0,7	1.140	"	"	k
50	LE _m 150	9,1	2,4	1.250	v	Labs	
51	T150	1,9	15,2	815	p	Sīkas plaisas	

Vidusdevona formācijas mālu maisījumi:

52	H150	8,7	2,6	1.490	p	Sīkas plaisas	
53	U150	8,1	3,8	1.520	"	"	
54	K150	8,1	0,4	1.440	v	Labs	kr

Vidusdevona formācijas mālu maisījumi ar 30% apd. māla drumslām:

55	O150	9,1	0,1	1.320	d	Labs	kr
56	P150	7,6	0,1	1.040	"	Sīkas plaisas	
57	N150	7,8	0,6	1.800	"	Labs	

p = ap 1020°

v = " 1080°

d = " 1120°

Visi paraugi labi apdeguši — neviens nav sācis deformēties. To krāsa: dažādi brūni toņi. Paraugu virsma gluda un spoža.

Apskatīsim sīkāk iegūtos rezultātus. Visiem liesinātiem paraugiem novērojam sīku plaisu rašanos, kuņas tomēr manāmi neietekmē spiedes pretestību. Tās ir pa daļai radušās sagatavošanā, pa daļai žāvēšanā 48(20V₁₅₀), 49(R₁₅₀) un pa daļai apdedzināšanā.

Ātrāk saķepošas masas liesināšana ar grūtāk saķepošām drumslām izrādās ļoti labvēlīga, kā to pa daļai redzējām jau agrāk. Samazinās sarukums, izturība ugunī pieaug. Lielāko spiedes pretestību uzrāda 56(P) paraugs ar mazu ūdens uzsūkšanas spēju (0,11%) un mazāko sarukumu (7,6%).

Apskatot slapji presēto paraugu īpašības redzam, ka liesinātie tauko mālu paraugi visumā uzrāda labāku spiedes izturību nekā neliesinātie. Vieniem optimums sasniegts ar 30% smilšu piejaukšanu — 41(70C_s), dažiem 20% — 5(20TB_s), citiem 10% — 48(10V_s). Kaut kādu likumību šeit tomēr vēl nevar saskatīt.

No vairāku mālu maisījuma sastādītie paraugi uzrāda ievērojamu mēchanisku izturību, kā to jau konstatējām agrāk.

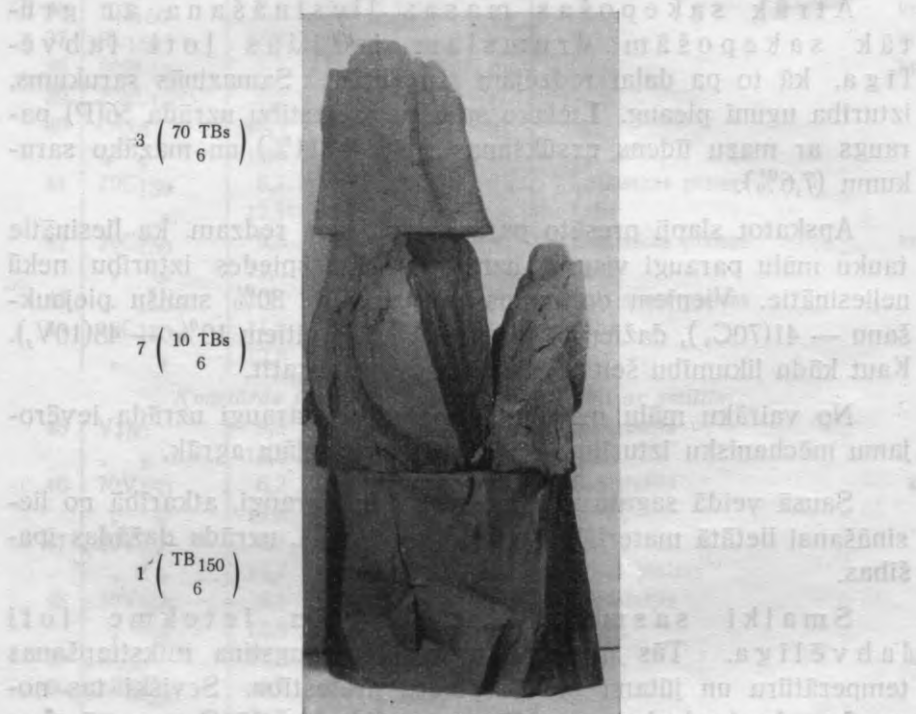
Sausā veidā sagatavotie un liesinātie paraugi, atkarībā no liesināšanai lietātā materiāla (smilšu) smalkuma, uzrāda dažādas īpašības.

Smalki sasmalcināto smilšu ietekme ļoti labvēlīga. Tās mazina sarukumu, paaugstina mīksttapšanas temperatūru un jūtami paceļ spiedes pretestību. Sevišķi tas nomanāms daudz dzelzs saturošā un viegli saķepošā C paraugā. Labākie rezultāti iegūti ar 20%—30% smilšu piejaukumiem. Svarīgi vēl tas, ka trauslums stipri samazinājies [42(20C₁₅₀₊)].

Ar nesmalcinātām smiltīm liesinātu paraugu izturība stipri atkarīga no pieliktā smilšu vairuma: ja smilšu daudz [2(50TB₁₅₀), 14(40TV₁₅₀), 3(70TB₁₅₀), 38(70C₁₅₀), 46(70V₁₅₀)], tad spiedes pretestība ievērojami samazinās. Paraugi kļūst trausli un masa irdena. Spiežot līdz ar maksimālās slodzes sasniegšanu sadrupšana notiek momentāli.

Mazākos vairumos (10—20%, atkarībā no liesināmās masas sastāva) smiltis neatstāj sliktu ietekmi uz TB paraugiem, pie D it kā pat spiedes izturību palielina, tāpat pie C, RL, bet samazināšanās novērojama V paraugam.

Visumā var sacīt, ka viegli saķepošiem māliem (sevišķi dzelzs bagātiem) liesināšana ar nedaudz smiltīm, kaut arī mazāk smalkā veidā, vēlama.



Fotografija № 7.

Šoreiz izmēģināti daži jauni māli: 51(T) — zināms Latgales māls (saturošs 4,9% CO₂) un jau reducējoši apdedzinātais 50(LE_m) māls. LE_m paraugs ir paspējis klinkerēties, kāpēc arī tā spiedes pretestība apmierina. T paraugs vēl stipri porains, kāpēc arī tā mēchaniskās īpašības nav ievērojamas.

Struktūras ainas labi redzamas attēlos. Slapjā ceļā veidotie paraugi nevienmērīgi, masā gaisa ieslēgumi, sevišķi to daudz ne-

liesinātā paraugā. Sausā ceļā veidotais paraugs pilnīgi vienmērīgs (sk. fotogr. Nr. 7).

Liesinātiem, sausā ceļā veidotiem paraugiem smalkās smiltis nav atšķiramas no pārējās masas (sk. fotogr. Nr. 9 un 10), bet rupjo smilšu graudiņi krasi izdalās (sk. fotogr. Nr. 8, 10 un 11).

3 $\left(\begin{matrix} 70 \text{ TB}_{150} \\ 6 \end{matrix} \right)$

4 $\left(\begin{matrix} 20 \text{ TB}_{150} \\ 6 \end{matrix} \right)$

7 $\left(\begin{matrix} 10 \text{ TB}_{150} \\ 6 \end{matrix} \right)$



Fotografija № 8.

Neliesinātam RL paraugam pa daļai stiklaina struktūra, bet liesinātiem paraugiem tā kļūst kārpaina.

Septītā reducētāja (ar deggāzi) apdedzināšana. Šinī apdedzināšanā reducēšana izdarīta ar deggāzi. Gāze ievadīta sākot ar 900°C, un 1 st. ievadīti 300 l. Reducēšana izbeigta tad, kad krāsns atdziestot atkal sasniedza 900°C. Reducēšana turpinājās 35 stundas.

Rezultātus skat. sekojošā tabulā, apdedz. gaitu norāda diagrammas (sk. fotodiagr. Nr. 8).

Rādītāji pie šiem apzīmētajiem norāda stāvu krāsnī.

Ar „r” apzīmētie paraugi izgatavoti no rupji sasmalcināta māla (sijāts caur sietu 100 ac/cm²), „kol” nozīmē, ka šie paraugi ievietoti kolekcijās.

VII. reducētājas (red. ar deggāzi) apdedzināšanas līdz 1050° rezultāti.

Dażādu mālu un masu apzīm.	Dażādu paraugu apzīmējums	Kopējais sarukums %	Izmēri mm	Ūdens uzskāšanas spējas %	Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsnī	Izskats un struktūra	
<i>Vidusdevona formācijas māli un mālu maisījumi:</i>								
1	TB150	—	42,7 × 49,0	0,0	274	p	Brūnganpel., sācis def.	k
	„ 150r	—	45,0 × 51,3	0,0	205	„	„ „ „ „	„
	„ s	—	50,6 × 53,8	0,5	280	„	Tumši pelēks, labs	„
	„ fl200	—	—	—	—	p ₃	Pelēki raibs, plaisa	„
2	TS150	0,6	52,2 × 52,3	0,6	1440	d ₂	Pelēkviol., labs	„
	„ 150r	7,6	48,7 × 50,6	0,7	955	„	„ „	„
	„ fl200	—	—	—	—	d ₄	Tumši pel., sīkas plaisas	„
3	TV150	—	45 × 56,9	0,6	300	d ₂	Pelēks, deform.	„
	„ 150r	8,1	48,5 × 49,3	0,6	1370	„	Pelēkviol., sīk. pl.	k
	„ fl200	—	—	—	—	d ₄	Pelēka, vairākas plaisas	„
4	TJ150	—	45 × 57	0,5	415	v	Pelēks ar br. tr., stipri def.	k
	„ 100	—	45,6 × 50,6	0,5	487	„	„ „ „ „ nedaudz def.	„
	„ fl150	—	—	—	—	v ₄	Pelēks ar br. traipiem, sīki pl.	„
5	IE150r	—	44,5 × 50,9	0,1	196	p	Pelēkbr., mazl. def.	k
	„ s	—	46,8 × 50,5	0,2	170	„	Pelēks, vidū vēl nereduc., labs	„
	„ fl250	—	—	—	—	p ₃	Pelēkbrūns, plaisa	„
6	IS150	—	35,1 \ 58,0	0,1	kol.	v	Brūns, stipri def.	st
7	IV250	—	46,0 × 52,8	0,6	390	„	Zaļganpel., sācis def.	k
	„ fl200	—	—	—	—	p ₃	„ sīkas pl.	„
8	IW150	6,0	49,6 × 48,2	0,6	1050	v ₂	„ labs	k
	„ fl350	—	—	—	—	v ₄	„ liela pl.	„
9	IZ150	9,1	48,0 × 49,6	0,7	1180	d	Sarkanbr., sīk. pl.	k
10	IM150	—	49,2 × 46,1	0,5	705	v ₂	Brūnganpel., labs	k
	„ 100	—	44,2 × 54,5	0,4	350	v	„ sācis def.	„
11	D200	—	51,4 × 47,2	0,1	kol.	v ₂	Pelēks, sācis def.	„
	„ 150	—	43,7 × 53,0	0,1	122	d ₂	Tumši pel., stipri def.	„
	„ 150r	9,1	48,0 × 51,5	0,7	887	„	Pelēks, sīk. pl.	„
	„ s	—	49,7 × 53,0	1,0	450	v	Tumšs, labs	„
	„ fl200	—	—	—	—	v ₄	Tumši pel., labs	„
12	RL150	—	44,1 × 51,4	0	185	p ₂	Brūnganpel., st. def.	st
	„ s	—	48,0 × 51,3	0,3	250	p	Brūns, labs	„
13	C150	—	43,2 × 50,5	0,0	kol.	p ₂	Sarkanviol., st. def.	„
	„ 100r	12,9	46,0 × 48,6	0,0	265	„	Violets, labs	st
	„ s	—	50,2 × 52,7	0,1	274	p	„ „	„
	„ fl200	—	—	—	—	„	Saplaisājis	„
14	EA150	—	45,4 × 56,0	0,0	370	ap ^{03a}	Pelēkbr., sācis def.	st
	„ 150r	9,1	48,0 × 51,3	0,3	295	„	„ labs	„
	„ 100	—	43,6 × 54,4	0,1	230	d	Pelēks, sācis def.	„
	„ fl150	—	—	—	—	d ₄	Pelēkbr., labs	„

VII. reducēlājas (red. ar deggāzi) apdedzināšanas līdz 1050° rezultāti. (Turpinājums.)

Dažādu mālu un masu apzīm.	Dažādu paraugu apzīmējums	Kopējais sarkums %	Izmēri mm	Ūdens uzskāšanas spējas %	Spiedes pretestība kg/cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats un struktūra	
15	EV ₁₅₀	7,9	48,6 × 50,0	0,5	570	d	Violets, labs	k
	„ _{150r}	7,6	48,8 × 52,0	0,4	655	„	„ „	
	„ ₁₀₀	11,0	47,0 × 50,5	0,5	817	„	„ „	
	„ _{fl150}	—	—	—	—	d ₄	Pelēkbrūns, labs	k
16	EC ₁₅₀	8,7	48,2 × 51,6	0,3	430	v ₂	„ „	
	„ ₁₀₀	—	46,9 × 50,1	0,4	338	d ₂	„ „ mazl. def.	
17	CP _{100r}	9,8	47,6 × 51,0	0,4	710	d	Pelēkviol., labs	k
18	G ₁₅₀	10,0	47,5 × 48,0	0,0	750	v ₂	Brūngans, labs	st
	„ _{150r}	11,2	46,9 × 47,7	0,1	590	p ₂	„ „	
	„ ₁₀₀	9,8	47,6 × 49,0	0,0	872	v ₂	„ „	
	„ _{fl150}	—	—	—	—	v ₃	„ „ ļoti labs	

Kvartārās formācijas māli:

19	V ₁₅₀	—	43,5 × 48,2	0,0	357	v ₂	Violetbr., plaisas	
	„ _{fl350}	—	—	—	—	v ₃	„ „ saplais.	
20	R ₁₅₀	8,7	48,2 × 47,3	0,0	370	v	Tumšs, pl.	s
	„ _s	—	48,5 × 52,2	0,3	—	p	„ „ labs	
	„ _{fl350}	—	—	—	475	v ₃	„ „	
21	LE _{m150}	12,9	46,0 × 49,5	0,2	270	v ₂	Tumši pel., labs	
22	T ₁₀₀	9,8	47,6 × 49,4	0,0	933	v	Melnš, labs	st

d = ap SK 04a, t. i. 1020—1040° C,

v = ap „ 05a, t. i. 1000° C,

p = ap „ 06a—07 a, t. i. 980—960° C.

Jaunie paraugi:

TJ — Tūjas un IM — Idus mālu maisījums tādās attiecībās, kādas ir attiecīgo vietu profila slāņu biezumu attiecībās.

1 kubika izgatavošanai lietāts šāds maisījums:

TJ:

TB — 105 g
 TS — 50 „
 TV — 75 „
 TZ — 25 „
 Kopā 255 g

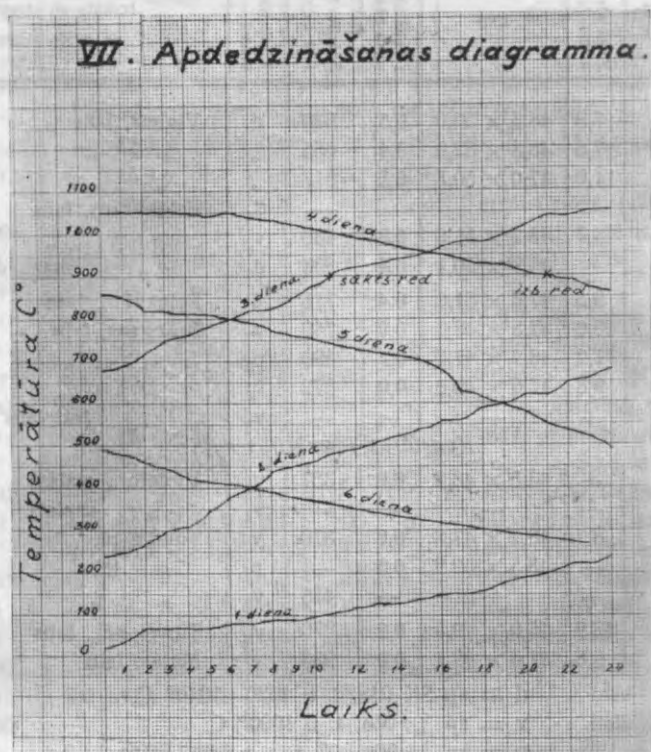
IM:

IE — 35 g
 IS — 60 „
 IZ — 40 „
 IW — 80 „
 IW — 70 „
 Kopā 285 g

EC ir EA un EV maisījums: 40% EA + 60% EV.

CP — Cēsu Eglīša raktuvju visu kārtu maisījums attiecībās, kas atbilst slāņu biezumam.

Paraugi spiesti ar numuriem uz augšu, šādu virzienu norāda arī pirmais izmērs. Otrs izmērs dubultots dod noslodzējamo laukumu.



Fotodiagr. № 8.

Apskatot iekšējo struktūru, redzam, ka masa ir viscaur reducēta. Virspuse bieži laukumaina. Laukumi rodas no pēcoksidēšanās.

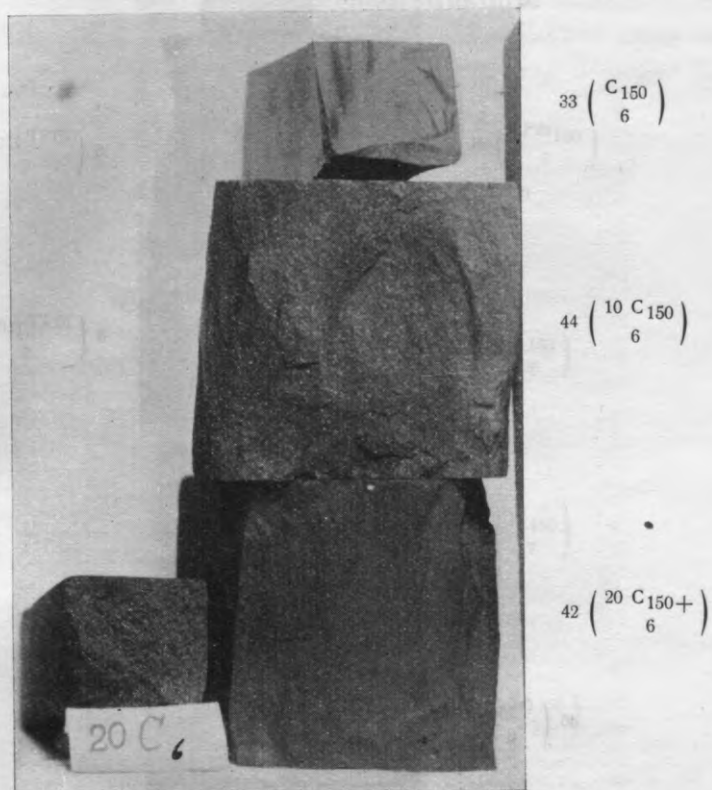
Drumstala zilganpelēka, gaišāka vai tumšāka.

Struktūras un blīvuma ziņā sausā ceļā veidotie paraugi stipri atšķiras no slapjā ceļā veidotiem paraugiem.

Līdzīga struktūra ir: 9(IZ), 19(V), 11(D), 21(LE_m) un 2(TS) (sk. fotogr. Nr. 12 un Nr. 5).

Aplūkojot uzmanīgāk 18(G) un dažus citus paraugus, redzam, ka sīkas plaisas žāvēšanā radušās bieži tiem paraugiem, kas pagatavoti no smalkajiem māliem. Māliem saņepot tās gan aizkusušas.

18(G_{100,r}) šādas plaisas neuzrāda. Arī struktūra tam ir citāda.
Veidojot smalkie G māli lipa pie formas.
17(CP_r) arī nav plaisiņu.



Fotografija № 9.

Smalkākie māli ātrāk kļūst mīksti un deformējas — 3(TV₁₅₀), turpretim 3(TV_{150,r}) nav deformējies (sk. fotogr. Nr. 5). Tas pats attiecināms uz citiem paraugiem:

(Skat. fotogr. Nr. 5 77. lapp.)

²(TS_{150,r}) nemaz nav deform.,

²(TS₁₅₀) mazliet ir deform.,

¹(TB_{100,r}) „ „ „

¹(TB₁₀₀) ir vairāk deform.,

¹³(C_{100,r}) labs,

¹³(C₁₅₀) ir deformējies.

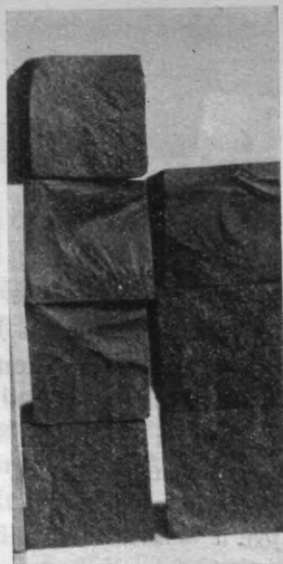


$$3 \begin{pmatrix} 70 \text{ TB}_{150+} \\ 6 \end{pmatrix}$$

$$6 \begin{pmatrix} 20 \text{ TB}_{150+} \\ 6 \end{pmatrix}$$

$$8 \begin{pmatrix} 10 \text{ TB}_{150+} \\ 6 \end{pmatrix}$$

Fotografija № 10.



$$46 \begin{pmatrix} O_{150} \\ 6 \end{pmatrix}$$

$$43 \begin{pmatrix} LEm_{150} \\ 6 \end{pmatrix}$$

$$38 \begin{pmatrix} V_{150} \\ 6 \end{pmatrix}$$

$$23 \begin{pmatrix} T_{100r} \\ 8 \end{pmatrix}$$

$$30 \begin{pmatrix} RL_{150} \\ 6 \end{pmatrix}$$

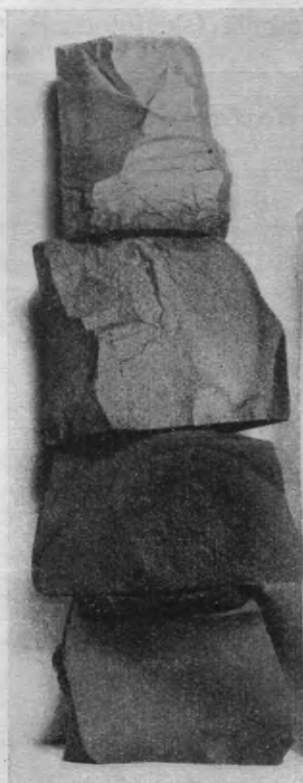
$$32 \begin{pmatrix} 20 \text{ RL}_{150} \\ 6 \end{pmatrix}$$

$$31 \begin{pmatrix} 70 \text{ RL}_{150} \\ 6 \end{pmatrix}$$

Fotografija № 11.

Sevišķi īpatnēja struktūra ir 14(EA_{150,7}) — t. s. granītainā struktūra (sk. fotogr. Nr. 13).

Visumā gandrīz visiem „r” paraugiem šādi vai citādi (gaiši vai tumši) laukumīni, kas rada granītaino struktūru.



$$21 \left(\begin{matrix} \text{LEm}_{150} \\ 7 \end{matrix} \right)$$

150

7

$$20 \left(\begin{matrix} \text{R}_{150} \\ 7 \end{matrix} \right)$$

$$6 \left(\begin{matrix} \text{IS}_{150} \\ 7 \end{matrix} \right)$$

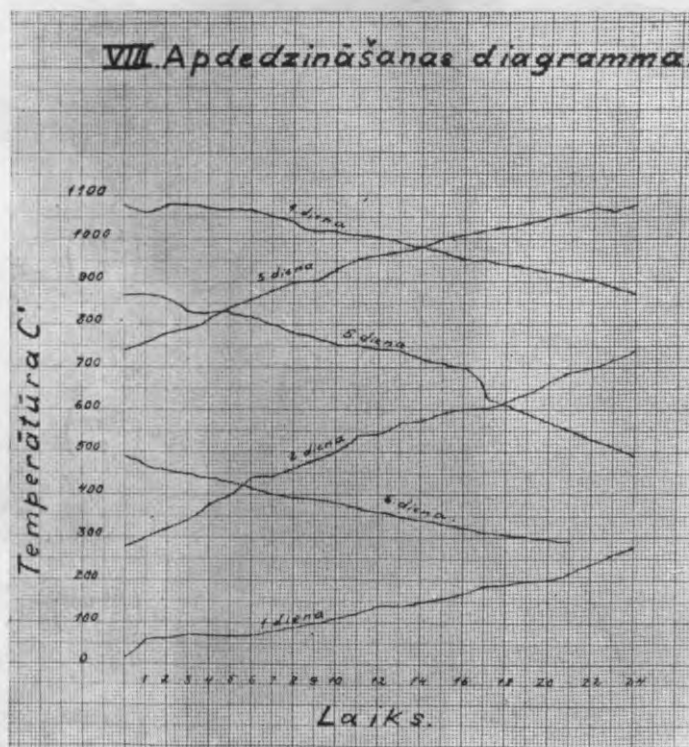
$$14 \left(\begin{matrix} \text{EA}_{150} \\ 7 \end{matrix} \right)$$

Fotografija № 12.

3(TV) un 2(TS) tikai gar malām granītaina struktūra, bet caur-
ejoša: 14(EA_{150,7}), 15(EV₇), 17(CP₇) u. c. (sk. fotogr. Nr. 13).
11(D_r) paraugā iekaisīti balti punkti, kas vēl labāk saskatāmi
11(D_s) paraugā (sk. fotogr. Nr. 5), tie ir laukšpata graudi.

Ļoti interesants paraugs ir 6(IS). Šinī paraugā ir sā-
kusies gāzes (O₂) atdalīšanās no Fe₂O₃ sadalī-
šanās. Parauga malās, kur masa ir bijusi šķidrāka, gāzes pūs-
liši ir paspējuši iziet ārā, bet vidū, kur masa ir bijusi vēl staigna,
gāzes burbuļi ir palikuši (sk. fotogr. Nr. 12).

Astotā oksidētāja (līdz 1070° C) apdedzināšana. Šī apdedzināšana izdarīta māla sasmalcināšanas pakāpes ietekmes noskaidrošanai, un lai apdedzinātu pietiekamu vairumu stienīšu stigrības un lieces pretestības noskaidrošanai. Apdedzināšanas gaita parādīta klātpieliktā diagrammā, apdedzināšanas rezultāti sakopoti sekojošā tabulā (sk. fotodiagr. 9). (Sk. tab. 98. un 99. lapp.)

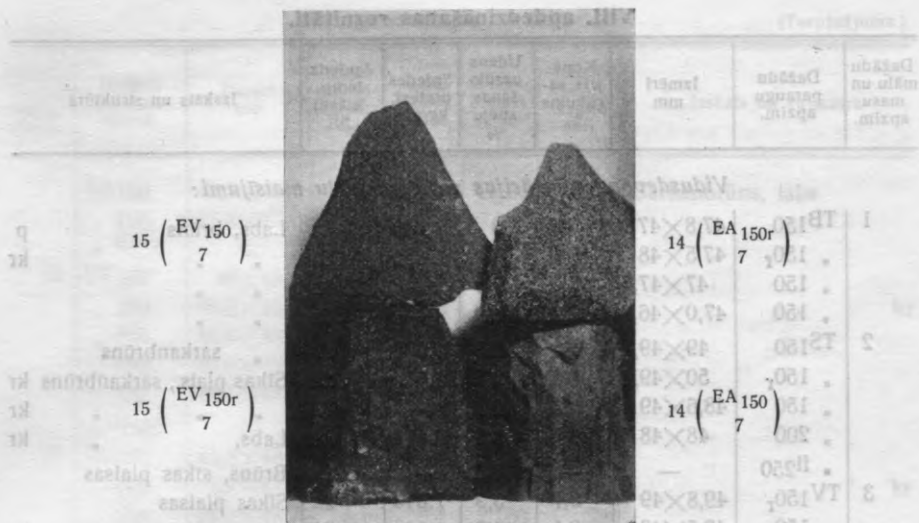


Fotodiagr. № 9.

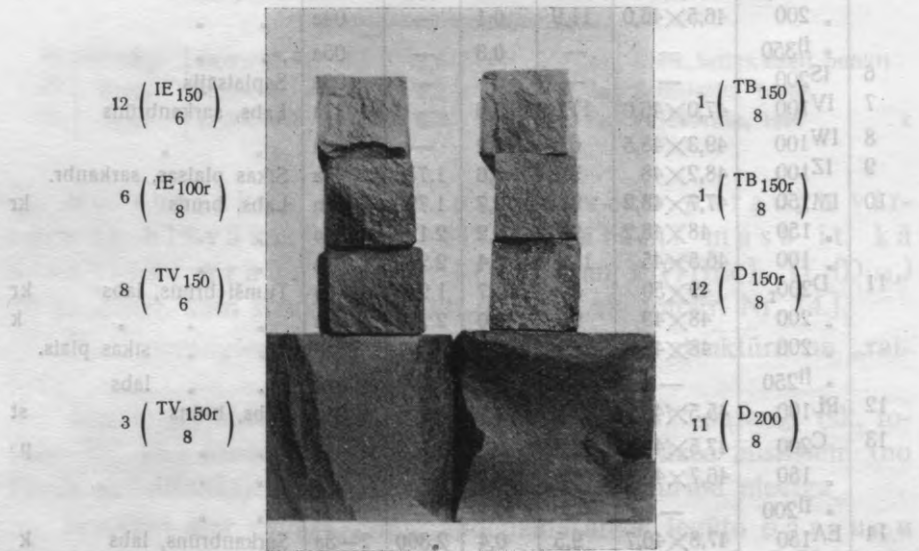
Kubiku nevienādās sablīvēšanās sekas, izgatavojot paraugus ar vienpusīgu masas sapresēšanu, jo spilgti saskatāmas šinī apdedzināšanā.

Lai gan kubiki guldīti krāsni sārskā, taču kubika augšā, kur uzpilda jaunu masu un kas presējot sablīvējas vairāk, sarukums ievērojami mazāks kā apakšā:

	Augšā	Apakšā
1 (TB150)	49,5 m/m	46,5 m/m
20 (T150)	50,5 "	48,0 "
17 (G100)	51,5 "	49,0 "



Fotografija № 13.



Fotografija № 14.

VIII. apdedzināšanas rezultāti.

Dažādu mālu un masu apzīm.	Dažādu paraugu apzīm.	Izmēri mm	Kopējais sarukums %	Udens uzsūkšanas spēja %	Spiedes pretest. kg/cm ²	Apdedz. temp. krāsnī SK	Izskats un struktūra
----------------------------	-----------------------	-----------	---------------------	--------------------------	-------------------------------------	-------------------------	----------------------

Vidusdevona formācijas māli un mālu maisījumi:

1	TB150	47,8×47	9,5	0	400	3a	Labs, brūns	p
	150 _r	47,5×48	10,0	0,4	1.880	03a	" "	kr
	150	47×47,5	11,0	0,1	—	03a	" "	
	150	47,0×46,0	11,0	0,9	—	02a	" "	
2	TS150	49×49,8	5,8	3,6	2.060	2a	" sarkanbrūns	
	150 _r	50×49,4	5,3	6,5	1.310	2a	Sīkas plais., sarkanbrūns	kr
	150	48,6×49	8,0	2,3	—	4a	" "	kr
	200	48×48	9,1	1,8	2.118	1—3a	Labs, " "	kr
	fl250	—	—	6,3	—	01a	Brūns, sīkas plaisas	
3	TV150 _r	49,8×49	5,7	3,9	1.340	2a	Sīkas plaisas	
	150	48,5×48	8,1	4,7	1.800	2a	" "	kr
	150	48,5×49,9	8,1	2,9	2.050	4a	Labs	
	150 _r	49,0×48,4	7,0	4,1	—	2—3a	" sarkanbrūns	kr
4	TJ150	48,5×48,5	8,1	1,9	2.180	2—3a	Plaisas, brūns	kr
	150	48,4×48,9	8,0	1,8	1.920	2—3a	" "	
	100	48,0×49,8	9,1	3,1	—	1a—3a	" "	
	100	48,0×47,4	9,1	1,4	1.630	ap 3a	" "	
5	IE200 _r	47,0×46,9	11,0	0,2	1.690	03a	Labs, brūns	kr
	200	46,5×46,0	11,9	0,1	—	04a	" "	
	fl350	—	—	0,3	—	05a	" "	
6	IS200	—	—	0	—	03a	Saplaisājis	
7	IV100	47,0×46,0	11,0	3,6	—	1a	Labs, sarkanbrūns	
8	IW100	49,3×48,5	6,6	6,2	—	4a	" "	
9	IZ100	48,2×48	9,1	0,6	1.730	4a	Sīkas plaisas, sarkanbr.	
10	IM150	47,7×48,2	9,6	2,7	1.790	02a	Labs, brūns	kr
	150	48×48,2	9,1	3,2	2.120	02a	" "	
	100	46,5×45	11,9	1,4	2.250	ap 3a	" "	
11	D200 _r	49×50	5,8	0,7	1.900	1—2a	Tumši brūns, labs	kr
	200	48×48	9,1	0,0	2.220	1—2a	" "	k
	200	48×49	9,1	0,0	—	4a	" " sīkas plais.	
	fl250	—	—	1,3	—	01a	" " labs	
12	RL100	45,5×45	13,8	0,1	905	04a	Labs, brūns	st
13	C200	47,5×46,7	10,3	0,0	1.710	04a	" "	p
	150	46,7×45,6	11,5	0,1	—	05a	" "	
	fl200	—	—	0,1	—	04a	" "	
14	EA150	47,8×46,7	9,5	0,4	2.360	2—3a	Sarkanbrūns, labs	k
	100	47,5×47,5	10,0	0,1	—	2a	" "	
	150	48,4×47,8	8,0	0,1	2.240	2a	" "	

VIII. apdedzināšanas rezultāti.

(Turpinājums.)

Dažādu mālu un masu apzīm.	Dažādu paraugu apzīm.	Izmēri mm	Kopējais sarukums %	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Spledē pretest. kg/cm ²	Apdedz. temp. krāsni SK	Izskats un struktūra
15	EA ₁₅₀	48,8×49	7,6	01,	1.100	4a	Sarkanbrūns, labs
	„ 100	47,8×47,0	9,5	0,6	2.080	1a	„ „
	„ fl ₁₅₀	—	—	0,8	—	01a	„ „
	EV ₁₀₀	49×48	5,8	6,8	—	1a	„ „
	„ 100	48,3×48,1	8,5	3,8	2.100	2a	„ „ kr
	„ 150	48,8×48,5	7,6	1,6	1.640	2a	„ „
	„ 150	49,0×48,2	5,8	3,5	1.810	2—3a	„ „
	„ 150	48,7×48,4	7,8	1,8	2.030	4a	„ „
16	„ fl ₁₅₀	—	—	6,9	—	01a	„ „
	EC ₁₀₀	48,3×48,6	8,5	4,4	—	1a	„ „
	„ 100	48×47,3	9,1	1,0	2.100	2a	„ „ kr
	„ 150	48,5×48,7	8,1	0,4	2.160	2a	„ „
17	„ 150	49,5×49,0	6,2	3,7	—	03a	„ „
	G ₁₀₀	48,5×49,5	8,1	0,2	330	4a	Sācis uzp., brūns, plais. p
	„ 150	50,0×51,5	5,3	0,3	370	3a	„ „ „ „ p
	„ 150	48,8×48,7	7,6	0,0	925	03a	Aizkus. plais., tag. labs p
	„ 100	48,7×48,7	7,8	0	740	2—3a	Labs, brūns p
	„ 100	47,5×46	10,0	0	—	02a	Ļoti labs, brūns
	„ fl ₁₅₀	—	—	0	—	02a	„ „ „
<i>Kvartārās formācijas māli:</i>							
18	CP _{100r}	48,0×47,8	9,1	6,6	—	4a	Plais., brūns, dzelt. punkti
19	V ₁₀₀	46,3×45,1	12,3	0,2	—	ap 3a	Saplaisājis, brūns
20	T ₁₅₀	49,3×49,3	6,7	0,3	—	3a	Peļēkbrūns, labs k

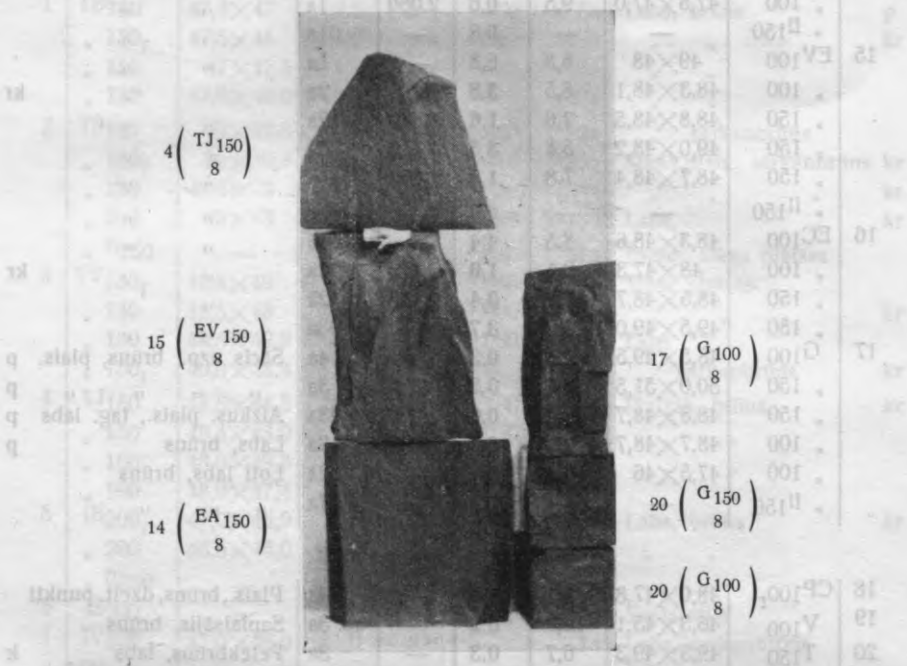
No rupjākās masas pagatavoto paraugu virsma ir blāvāka, un bieži saskatāmi masā it kā atsevišķi graudi [salīdz. 1 (TB₁₅₀) un 1 (TB_{150r}), 11 (D_{150r}) un 11 (D₂₀₀), kam struktūra spilgti dažāda; sk. fotogr. Nr. 14.].

Šiem paraugiem bieži novērojama kārpaina struktūra un „raibums“.

Augstākās temperatūrās apdedzinātie „17 (G)“ paraugi (sk. fotogr. Nr. 15.) uzpūtušies un visa masa pildīta gāzes pūslīšiem (no Fe₂O₃ sadalīšanās). Šo paraugu mehāniskā izturība niecīga.

Nosakot šinī un arī citās apdedzināšanās iegūto paraugu cietumus, izrādījās, ka tas svārstās starp 6—7 Mohs'a skālas, tā tad paraugi cietāki par tēraudu.

d) **Stigrība un lieces pretestība.** Labam klinkeram (galvenā kārtā te tālāk sacītais attiecināms uz bruģu klinkeriem) bez lielas spiedes pretestības vēl jāuzrāda ievērojams sīkstums. Klinkers nedrīkst būt trausls, jo tam ir jāiztur satiksmes līdzekļu triecieni — sitieni, un tas nedrīkst drupt.



Fotografija № 15.

Trauslumu nosaka ar vairākām metodēm, pēc dažādām mehāniskām pārbaudēm.

Diezgan labu kritēriju dod stigrības (Schlagbiegefestigkeit) noteikšana. Šim nolūkam izgatavoju speciālā tērauda ievaidnī sausi sapresējot stienīšveidīgus šādu izmēru ķermeņus: 24 mm × 24 mm × 120 mm. Tos apdedzināju kopā ar kubikiem IV, V, VII (reducētājās) un VI un VIII (oksidētājās) apdedzināšanās, tā tad tādus pašos apstākļos kā kubikus (kurināšanas gaitu sk. pievienotās fotodiagrammās).

Parasti stienīšus novietoju vairāk augšējos stāvos, t. i. trešajā un ceturtajā.

Apdedzinātiem paraugiem noteicu stigrību ar L. Ū. mēchanikas fakultātes Charpy veseļa aparātu.

Pendelveidīgo veseri atvēzē un tad palaiž vaļā. Atpakaļ ejot tas sit pa gareniski novietotā un abos galos atbalstītā stieniņa vidū, to pārsitot. Pie tam tiek patērēts darbs. Praktiski to atrod, atņemot no sākuma potenciālā (atvēzēts veseris) darba atlikušo darba vairumu.

Stigrību pārleš uz 1 cm² šķērsriezuma, izsakot $\frac{cmkg}{cm^2}$ pēc šādas formulas:

$$S = \frac{A_m - A_1}{F} = \frac{A mkg}{F cm^2}, \text{ kur}$$

S — stigrība,

A_m — kopējais darbs (šīnī gadīj. 10 mkg),

A_1 — atlikušais darbs,

F — izmēg. parauga šķērsriezuma laukums.

Lieces pretestības uzzināšanai tagad piegriez arvien lielāku uzmanību.

Lieces pretestību noteicu arī stienišiem ar mēchanikas fakultātes aparātu. Aplēšana izdarīta pēc formulas⁶⁰):

$$k_b = \frac{M}{W}; W(\text{pretest. mom.}) = \frac{bh^2}{6} (\text{prizm. st.}).$$

$$M (\text{lieces mom.}) = \frac{Pl}{4},$$

$$k_b = \frac{Pl \cdot 3}{bh^2 \cdot 2} \text{ kg/cm}^2;$$

b — platums (cm),

h — augstums (cm),

l — gaņums = 10 cm,

P — svars (kg).

$$K_b (\text{lieces pretestība}) = \frac{15P}{bh^2} \text{ kg/cm}^2.$$

Iegūtie rezultāti sakopoti sekojošās tabulās:

IV. reduc. apdedzināšanā apdedzināto stieniņu izmēgin. rezultāti.

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Izmēri mm	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Stīgrība cm/kg cm ²	Atrašanās vieta krāsni	Izskats un struktūra
--------------------------------	---------------------------	-----------	--------------------------	--------------------------------	------------------------	----------------------

Vidusdevona formācijas māli:

1	TB100	21×20	0,3	6,7	p	Labs, mazliet iellicis
	" 150	21×21	0,1	7,5	"	4 cm no gala plaisa
2	TS100	22×21	0,6	6,3	v	Labs
	" 150	23×22	0,5	6,5	"	Vidū sīkas plaisas
3	TV150	23×23	0,4	6,3	"	Labs
4	IE150	21×22	0	7,2	p	"
5	IS150	21×22	0,1	5,2	"	Mazliet uzpūties
6	IV150	22×23	0,9	6,5	v	Labs
7	IW150	22×25	0,4	6,0	"	"
8	IZ150	22×23	0,6	6,5	d	"
9	D100	22×21	4,9	7,2	p	"
	" 150	23×22	2,5	6,6	"	Sīkas plaisas
10	S150	22×22	0,5	6,0	d	Labs
11	RL150	22×21	0,1	7,2	p	"
12	C100	16×21	0,3	8,3	"	"
	" 150	21×22	0,2	7,1	"	"
	" 250	22×21	0,4	7,1	"	"

Kvartārās formācijas māls:

13	V150	22×22	0,3	5,8	v	Galos sīkas plaisas
----	------	-------	-----	-----	---	---------------------

Dažādu mālu maisījumi un mālu maisījumi ar smiltīm (50%):

14	TBTS200	22×23	0,5	6,6	v	Labs
15	TBTV150	22×21	0,4	6,2	"	"
16	IEIV150	21×21	0,6	6,4	p	"
17	50TB200	25×23	3,9	5,8	d	Visgarām vienā malā sīkas plaisas
18	50IE150	22×22	5,6	4,9	"	Vidū sīkas plaisas
19	50IS150	21×22	2,4	7,2	"	Labs
20	50L150	22×23	8,2	4,7	"	"
21	50RL150	24×23	2,5	5,3	"	"
22	50C150	22×22	3,4	6,8	"	4,5 cm. no gala plaisas
23	50V150	22×22	3,3	5,8	"	Labs

V. reduc. apdedzināšanā apdedzināto stienīšu izmēģ. rezultāti.

Dabūdu mā- lu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Izmēri mm	Ūdens uzsūk- šanas spēja %	Stigriba cm/kg cm ²	Atraša- nās vieta krāsni	Izskats un struktūra
<i>Vidusdevona formācijas māli un mālu maisījumi ar smiltīm (10—30%):</i>						
1	TB ₁₅₀	20×22	0,3	6,4	p	Labs
2	70TB ₁₅₀	23×22	2,4	5,6	d	"
3	20TB ₁₅₀	24×22	1,1	7,2	v	Gals sācis uzpūsties
4	TS ₁₅₀	22×23	1,4	5,6	p	Labs
5	20TS ₁₅₀	22×22	1,3	6,8	d	Visgarām sīkas plaisas
6	10TS ₁₅₀	22×22	1,4	6,8	v	Gals sācis uzpūsties
7	TV ₁₅₀	22×22	1,1	6,8	p	Labs
8	20TV ₁₅₀	21×22	2,7	7,2	d	3 cm no gala plaisa
9	10TV ₁₅₀	22×21	1,2	6,1	v	Labs
10	TZ ₁₅₀	22×22	3,0	5,8	"	5 cm no gala sīka plaisa
11	IE ₁₅₀	23×23	0,9	7,2	p	Sālcis, sācis uzpūsties
12	70IE ₁₅₀	21×21	1,1	7,5	d	Labs
13	20IE ₁₅₀	23×22	0,7	5,6	v	Vietām sīkas plaisas
14	10IE ₁₅₀	23×25	0,6	5,7	p	Sācis deformēties
15	IV ₁₅₀	22×24	3,8	6,3	"	Labs
16	20IV ₁₅₀	23×21	2,2	6,8	v	"
17	10IV ₁₅₀	24×22	1,2	6,3	"	"
18	IW ₁₅₀	23×22	1,1	7,5	d	"
19	10IW ₁₅₀	22×23	0,9	6,6	p	"
20	IZ ₁₅₀	22×22	1,0	6,8	v	Visgarām sīkas plaisas
21	D ₁₅₀	24×23	1,3	6,9	p	5 cm no gala sīkas plaisas
22	20D ₁₅₀	22×23	2,1	6,5	d	Labs
23	10D ₁₅₀	22×21	1,3	7,2	v	"
24	L ₁₅₀	23×22	5,2	7,4	p	Vidū sīkas plaisas
25	S ₁₅₀	22×23	0,9	6,6	"	Labs
26	10S ₁₅₀	21×22	0,7	6,1	d	"
27	RL ₁₅₀	23×23	0,4	8,2	p	"
28	70RL ₁₅₀	22×23	0	6,5	d	"
29	20RL ₁₅₀	27×28	3,2	—	v	Stipri uzpūties
30	10RL ₁₅₀	23×24	0,3	6,0	p	Sācis uzpūsties
31	C ₁₅₀	28×24	0,5	—	"	Sācis deformēties
32	70C ₁₅₀	22×23	0,6	5,6	d	4 cm no gala sīkas plaisas
33	20C ₁₅₀	23×23	0,6	6,3	v	Labs
34	10C ₁₅₀	23×24	0,4	6,0	p	Sācis deformēties
<i>Kvartārās formācijas māli un mālu maisījumi ar smiltīm:</i>						
35	V ₁₅₀	22×22	1,2	8,9	p	Labs
36	70V ₁₅₀	22×20	3,7	6,4	d	Ap vidu plaisas
37	10V ₁₅₀	20×22	3,6	7,5	p	" " "
38	R ₁₅₀	22×23	15,2	6,6	"	Labs, rožains
39	LE _{m150}	22×23	12,3	7,4	"	" "

VI. oksidētājā apdedzināšanā apdedzināto stieniņu izmēģ. rezultāti.

Dažādu mā- lu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Izmēri mm	Ūdens uzsūk- šanas spēja %	Stigrība cmkg cm ²	Atraša- nās vieta krāsni	Izskats un struktūra	
<i>Vidusdevona formācijas māli un mālu maisījumi ar smiltīm (10—50%):</i>							
1	TB ₁₅₀	21×21	0,1	7,4	p	Labs	k
2	50TB ₁₅₀	23×24	9,4	6,0	d	Viscaur sīkas plaisas	
3	70TB ₁₅₀ +	22×21	4,7	7,0	v	Labs	
	„ 150	21×20	1,1	7,7	d	3 cm no gala sīkas plaisas	kr
4	20TB ₁₅₀	22×22	1,0	7,0	v	Labs	kr
5	10TB ₁₅₀	21×22	1,0	7,1	p	„	kr
6	TS ₁₅₀	22×23	6,1	6,5	v	„	
7	10TS ₁₅₀	23×23	7,3	6,3	„	„	
8	TV ₁₅₀	22×23	0,6	6,5	„	„	kr
9	20TV ₁₅₀	22×20	4,4	6,7	„	Sīkas plaisas	
	„ 150	23×23	5,5	7,3	„	Labs	
10	10TV ₁₅₀	24×22	2,2	6,3	„	„	
11	TZ ₁₅₀	22×22	5,0	6,7	„	„	
12	IE ₁₅₀	21×23	0,3	7,8	p	„	kr
13	70IE ₁₅₀	22×22	12,7	6,9	„	Viscaur sīkas plaisas	
14	IS ₁₅₀	21×19	0,2	8,5	„	Labs	
15	70IS ₁₅₀	22×21	3,1	7,3	v	„	
16	20IS ₁₅₀	21×22	1,0	7,1	d	„	
17	10IS ₁₅₀	21×20	0,8	6,6	v	Ap vidu sīkas plaisas	kr
18	IV ₁₅₀	22×23	6,1	—	p	Labs	
19	20IV ₁₅₀	22×23	5,0	6,6	v	3 cm no gala sīka plaisa	
20	10IV ₁₅₀	22×21	3,0	7,0	„	3,5 „ „ „ „ „	
21	IW ₁₅₀	22×23	7,0	5,5	p	Labs	
22	10IW ₁₅₀	22×21	12,2	6,0	v	„	
23	IZ ₁₅₀	22×23	3,7	6,5	„	Viscaur sīkas plaisas	
24	D ₁₅₀	22×21	3,8	7,3	„	Labs	kr
25	20D ₁₅₀	22×23	2,8	6,6	d	„	
26	10D ₁₅₀	22×23	2,2	6,6	v	„	
27	L ₁₅₀	23×25	11,7	4,9	p	„	
28	S ₁₅₀	22×19	0,9	7,9	v	„	kr
29	10S ₁₅₀	22×22	0,9	6,8	d	„	kr
30	RL ₁₅₀	21×22	0	7,1	p	„	
31	70RL ₁₅₀	23×22	3,4	5,7	v	„	kr
32	20RL ₁₅₀	22×24	0,8	6,4	„	„	kr
33	C ₁₅₀	21×23	0	6,8	p	„	k
	„ 150	21×23	0	5,8	„	„	
34	70C ₁₅₀	22×21	2,1	6,5	v	„	
35	20C ₁₅₀	22×23	4,8	6,5	„	„	kr
36	10C ₁₅₀	21×22	0,1	7,0	p	„	

VI. oksidētājā apdedz. apdedzināto stieniņu izmēg. rezultāti. (Turpinājums).

Dzāžu mā- lu un masu apzīmējums	Dzāžu paraugu apzīmējums	Izmēri mm	Ūdens uzsūk- šanas spēja %	Stigrība cm/kg cm ²	Atraša- nās vieta krāsni	Izskats un struktūra
<i>Kvartārās formācijas māli un mālu maisījumi ar smiltīm (10—30%):</i>						
37	PI ₁₅₀	22×20	0,1	7,5	v	Labs
38	V ₁₅₀	21×21	1,6	7,3	p	„
39	70V ₁₅₀	22×21	5,1	6,0	d	Sīkas plaisas
40	20V ₁₅₀	22×25	5,1	5,9	v	Vidū sīkas plaisas
41	10V ₁₅₀	21×21	0,7	6,4	d	Labs
42	R ₁₅₀	21×21	2,1	6,2	v	„
43	LE _{m150}	21×23	1,2	7,9	„	Mazliet izliecies
44	T ₁₅₀	23×22	11,4	7,4	p	Labs
<i>Vidusdevona formācijas mālu maisījums ar 30% apd. mālu drumslām:</i>						
45	K ₁₅₀	21×20	0,2	6,6	v	Vietām sīkas plaisas
46	O ₁₅₀	22×20	0,1	7,5	„	4 cm no gala plaisa
<i>Vidusdevona formācijas mālu maisījumi:</i>						
47	H ₁₅₀	22×20	5,8	6,5	p	Labs
48	U ₁₅₀	22×20	8,0	6,4	„	„

VII. reduc. apdedzināšanā apdedzināto stieniņu izmēģinājumu rezultāti.

Dzāžu mā- lu un masu apzīmējums	Dzāžu paraugu apzīmējums	Izmēri mm	Ūdens uzsūk- šanas spēja %	Stigrība cm/kg cm ²	Lieces pret. kg/cm ²	Atraša- nās vieta krāsni	Izskats un struktūra
<i>Vidusdevona formācijas māli un mālu maisījumi:</i>							
1	TB ₁₅₀	21,6×21,2	0,4		353	p	Ap vidu sīk. pl., pelēkbr. k
	„ 100 _r	21,3×21,4	0,0	7,2		„	Pelēkbrūns, labs k
	„ 100	21,3×22,7	0,0	6,8		„	„ „ k
2	TS ₁₀₀	22,0×22,5	0,5		204	d ₃	Pelēkviolets, labs k
3	TV _{150_r}	22,3×21,7	1,0		214	„	Brūns, labs g
	„ 100 _r	22,0×21,5	1,5	7,0		„	„ sīkas plaisas g
4	TZ _{100_r}	22,7×21,3	7,9		125	„	Raibs, brūnganpelēks, labs g
5	TJ ₁₅₀	22,2×23,0	0,3	5,5		v ₄	Brūnganpelēks, labs k
	„ 100	21,8×22,4	0,4		190	v	Tumši pelēks, sīkas pl. k
6	IE _{100_r}	20,5×20,5	0,1	6,5		p	Brūngans, sīkas plaisas k
7	IS ₁₀₀	20,8×22,2	0,0		293	p ₂	„ sācis uzpūst. k
8	IV ₁₀₀	21,8×21,9	0,5		277	v ₂	Tumši pelēks, labs k
9	IW _{100_r}	22,0×21,9	4,3	5,8		v ₃	Sarkanbrūns, labs g
10	IZ ₁₀₀	21,5×20,8	2,2		237	v ₃	Sarkanpelēks, „ g
11	IM ₁₀₀	21,1×21,5	0,5	6,2		v ₄	Brūnganpelēks „ k
12	D _{100_r}	22,0×22,4	0,5	5,8		d ₃	Tumši pelēks, „ g
	„ 100 _r	22,0×22,4	0,6		165	v ₃	„ „ „ g

VII. reduc. apdedz. apdedzināto stieniņu izmēģinājumu rezultāti. (Turpinājums.)

Dažādu mā- lu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Izmēri mm	Ūdens uzsūk- šanas spēja %	Stīgrība cm/kg cm ²	Lieces pretest. kg/cm ²	Atraša- nās vieta krāsni	Izskats un struktūra	
13	RL100	21,6×23m5	0,0	—	190	p ₂	Brūns, labs	st
14	C100 _r	21,6×21,6	0,1	18,5	—	p ₃	Pelēkbrūns, sik. plais.	k
15	EA100	22,0×23,8	0	6,3	—	d ₃	„ laukum.	k
	„ 100	22,2×23,0	0,1	—	255	d ₂	„ „	k
16	EV150	22,4×24,0	0,5	6,1	—	d ₃	Pelēkviolets, labs	k
	„ 100	22,6×20,3	0,7	—	—	d ₂	„ saplais.	k
17	EC100	22,0×21,9	0,5	5,8	—	d ₃	„ labs	k
18	CP100 _r	21,7×22,0	0,5	6,9	—	„	Pelēkbrūns, sik. plais.	g
19	G150	21,6×21,0	0,3	—	—	v ₄	Saplīsis	
	„ 100	21,9×22,9	0,0	7,5	—	v ₃	Dzeltenbr., mazl. saliec.	k
<i>Kvartārās formācijas māli:</i>								
20	V100	21,1×20,3	0,1	6,5	—	p ₂	Violetpelēks, labs	k
21	R100	21,4×22,3	1,2	10,0	—	v ₃	Pelēks „	g
22	T100	22,3×21,9	0,2	6,8	—	v	Tumši pelēks „	k/g

VIII. oksid. apdedz. apdedzināto stieniņu izmēģinājumu rezultāti.

Dažādu mā- lu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Izmēri mm	Ūdens uzsūk- šanas spēja %	Stīgrība cm/kg cm ²	Lieces pretest. kg/cm ²	Apdedz. temp. krāsni SK	Izskats un struktūra	
<i>Vidusdevoņa formācijas māli un mālu maisījumi:</i>								
1	TB100 _r	21,5×20,5	0,9	—	314	05a	Labs, brūns	kr
	„ 100	21,3×21,5	0,3	—	—	05a	Vidū plaisas, brūns	
	„ 150 _r	21,6×22,2	0,7	6,8	—	04a	Labs, brūns	kr
	„ 150	21,7×22,3	0,2	6,8	—	04a	„ „	k
2	TS100 _r	22,6×22	7,1	5,6	—	2a—3a	„ „	kr
	„ 100	22×21,7	5,0	—	217	2a—3a	„ „	k
3	TV200 _r	22,7×25	2,6	11,3	—	2a	„ „	kr
	„ 100 _r	23×22	6,2	—	—	04a	„ „	
4	TZ100	22,7×23,5	6,4	—	116	1a—2a	„ „	k
	„ 100 _r	22,5×22,8	6,7	—	—	ap 2a	„ „	
5	TJ150	22×24,5	2,7	5,2	—	02a	„ „	kr
6	IE150 _r	21,7×21,8	2,3	7,0	—	05-06a	„ „	kr
	„ 100 _r	21×21,7	3,0	—	—	04a	„ „	
7	IS100	20,8×21,8	0,1	—	583	05a	„ „	k
8	IV100 _r	22,5×23	10,0	—	265	04a	„ „	
	„ 100	22,4×21,3	5,4	—	—	04a	„ „	k
9	IW100	23×24	6,7	—	—	01a	„ „	
10	IZ100	21,7×21	4,6	—	235	01a	„ „	k

VIII. oksid. apdedz. apdedzināto stieniņu izmēģinājumu rezultāti. (Turpinājums)

Dažādu mā- lu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Izmēri mm	Ūdens uzsūk- šanas spēja %	Stigrība cmkg cm ²	Lieces pretest. kg/cm ²	Apdedz. temp. krāsnī SK	Izskats un struktūra
11	IM ₁₀₀	22×21,8	3,5	—	—	05a	Labs, brūns
12	D _{100r}	22×23	1,6	5,5	—	2—3a	„ „
13	S ₁₅₀	22×21,8	1,3	—	—	01a	„ „
14	RL ₁₀₀	21×21	0	—	486	05a	„ „ st
15	C ₁₀₀	21,5×22,3	0,8	5,8	—	04a	Vidū stīk. plais., brūns kr
16	EA ₁₀₀	21,7×20,5	0,1	8,5	—	2a	Labs, brūns
	„ 100	21,7×21,6	0,4	—	392	1a	„ „
17	EV ₁₅₀	22,5×22,3	3,0	5,6	—	2a	„ „ k
	„ 100	22,3×21,9	3,7	—	—	2a	„ „
18	EC ₁₀₀	22,6×22,2	4,6	—	—	02a	„ „
	„ 150	22×23,4	0,5	6,4	—	2—3a	„ „ kr
19	CP _{100r}	22×21,5	3,2	5,9	—	2—3a	„ „ kr
20	G ₁₀₀	21,5×21,5	0,1	6,0	—	04a	„ „ st
	„ 150	22,8×23,7	0,1	6,1	—	01a	„ „ p

Kvartārās formācijas māli:

21	V ₁₀₀	21×20,5	0,7	6,5	—	02a	Vidū stīk. plais., brūns
22	R ₁₅₀	22×22	4,9	—	211	02a	Labs, gaiši brūns kr
23	T ₁₀₀	23×21,5	16,4	—	—	04a	„ „ „
	„ 100r	22×21,8	2,7	5,8	—	01a	„ „ „ kr

Apskatot iegūtos rezultātus redzam, ka stigrība paraugiem ir ap 6—7 cmkg/cm². Nav lielas izšķirības starp liesākiem un treknākiem paraugiem, pēdējie it kā uzrāda mazliet lielāku stigrību.

Presēšanas spiediena ietekme, kā redzams, nav liela.

Nav lielas izšķirības starp reducējoši un oksidējoši apdedzinātiem paraugiem. Ievērojama nozīme gan ir šķērsriezuma izmēriem. Parasti tie paraugi, kuriem mazs viens izmērs, uzrāda lielāku stigrību (IS, S) un otrādi (sk. tabulas).

Interesanti salīdzināt iegūtos stigrības datus ar citu materiālu stigrību. Literatūras datus salīdzināšanai nevar tieši lietāt, jo tur atzīmētie stigrības dati ie-

gūti ar citādu, daudz mazāku — 10 cmkg/cm² jaudas aparātu. Šāds aparāts keramiskām masām ir īsti piemērots, bet diemžēl mums Latvijā tāda nav.

Pēc Singer'a visiem šiem mēģinājumiem relatīva nozīme, un tos var salīdzināt tikai ar tādos pašos apstākļos iegūtiem rezultātiem (vienādas dimensijas izmēģ. ķermeņi un vienāda lieluma aparāti).

Tā kādai masai ar dažāda lieluma aparātiem atrasti šādi rezultāti:

Aparāta jaudas apzīmējums	Stigrība cmkg/cm ²
150 cmkg	0,95
10 „	2,07

Lai tomēr iegūtu saviem stigrības skaitļiem zināmu salīdzināšanas iespēju, izmantoju dažas iespējamības, ko man sniedza zinātniskais komandējums Vācijā 1934. un 1935. gadā. Tad es kādu laiku strādāju Berlīnes porcelāna manufaktūras izmēģinājumu laboratorijā. Tur manā rīcībā bija visādas masas un arī 10 cmkg stigrības noteikšanas aparāts.

Minētajā laboratorijā izgatavoju stienišus ar tādiem pašiem izmēriem, kā tiem stienišiem, kurus lietāju stigrības noteikšanai savos jau aprakstītos tehnoloģiskos mēģinājumos, un arī normāla caurmēra cilindrus stigrības pārbaudei no:

- 1) Berlīnes tehniskā porcelāna masas un
- 2) Cēsu zaļā māla (№ 18, apz. „G“).

Izgatavotos porcelāna masas paraugus pēc izžāvēšanas apdedzināju Berlīnes porcelāna manufaktūras porcelāna apdedzināšanas krāsnī, apm. 1400° C temperatūrā, bet māla paraugus izžāvēja un tad apdedzināja Berlīnes porcelāna manufaktūras izmēģinājumu laboratorijas mufeļa krāsnī, apm. 1050° C temperatūrā līdz saņemšanai.

Vienai apdedzināto paraugu daļai noteicu stigrību ar 10 cmkg aparātu turpat Berlīnē, bet otrai daļai ar jau pieminēto mēchanikas fakultātes 1000 cmkg aparātu, pēc atgriešanās Latvijā.

Iegūtie rezultāti sakopoti sekojošā tabulā:

№	Stieniņu izmēri		Cilindru Ø cm	Stigrība cmkg/cm ² , noteikta ar:	
	Platums cm	Biezums cm		1000 cmkg aparātu	10 cmkg aparātu

Berlīnes tehniskais porcelāns:

1	19,7	21,3		6,2	
2	19,4	21,3			2,1
3	19,8	20,7		11,1	
4	20,5	22			1,9
5	21,0	23,0		7,7	
6	21,3	21,4		8,9	
7	19,5	21,0		11,8	
8	19,8	22,4		6,3	
Vidēji				8,6	2,0
9			17,0	9,4	
10			17,0		1,9
11			17,1	7,5	
12			17,1		1,8
13			17,0	9,4	
14			17,1	7,5	

Vidēji				8,4	1,85
--------	--	--	--	-----	------

Cēsu zaļais māls „G”:

1	19,8	21,2		6,5	
2	19,9	21,3			2,0
3	20,4	21,5		9,6	
4	20,5	21,6			2,1
Vidēji				8,05	2,05
5			17,3	8,6	
6			17,4		2,1
7			17,2	7,7	
8			17,3		2,2

Vidēji				8,65	2,1
--------	--	--	--	------	-----

Iegūtie rezultāti norāda, ka mūsu klinkeru stigrība ir apm. tāda pati, kāda piemīt tehniskajam porcelānam.

e) **Dilšanas pretestība.** Dilšana noteikta ar Boehme's slīpējamo ripu Chem. Laborat. für Tonindustrie, Berlīnē.

Ķermeņus — klinkeru kubņus noslodzēja ar $0,6 \text{ kg/cm}^2$ (nemiesk. pašsvaru), kas tos piespieda pie slīpētājas plāksnes. Slīpēšanai lietāja Naxos smirgli Nr. 80, un pēc katriem ripas 110 apgriezieniem ķermeni pagrieza par 90° . Pavisam ripa apgriezās 440 reizes.

Paraugi apdedzināti oksidētājā atmosfērā, un to īpašības bija šādas:

	Kopējais sarukums %	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Kopējais tilpums cm^3	Tilpuma svars
TB	11,5	0,1	22,1	2,63
TV	6,6	0,5	23,0	2,48
IE	13,8	0,3	20,6	2,60
C	13,8	0,1	21,2	2,62

Slīpēšanas rezultāti:

Apgriezienu skaits	D i l š a n a							
	TB		TV		IE		C	
	g	cm^3	g	cm^3	g	cm^3	g	cm^3
110	2,0	0,8	3,3	1,3	2,5	0,9	1,5	0,6
220	4,2	1,6	6,0	2,4	5,0	1,9	3,2	1,2
330	6,2	2,4	8,8	3,5	7,8	3,0	4,8	1,8
440	8,3	3,2	11,3	4,6	10,3	3,9	6,5	2,5

Izsakot to virsmas vienībā, iegūstam:

TB	—	0,14	cm^3/cm^2
TV	—	0,20	„ „
IE	—	0,19	„ „
C	—	0,12	„ „

Klinkeriem dilšanu pieļauj līdz $0,4 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$.

f) **Izturība saltumā.** Ar ūdeni piesūcināti paraugi 25 reizes pa 4 stundām saldēti — 25°C temperatūrā un pēc tam katru reizi 4 stundas ūdenī atļaidināti ($+15$ — $+20^\circ \text{C}$). Šādi apstrādātiem paraugiem nedrīkst rasties plaisas un samazināties spiedes pretestība. Saldēšanai lietāts saldējamais skapis (ammōnjaka). Iegūtie rezultāti:

Apzīmējums	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Apdedzināšanas atmosfāra	Spiedes pretestība kg/cm ²	Novērotie defekti (plaisas, drupatas)
TB _{150r}	0,70	oksidēta		nav
TJ ₁₅₀	0,46	„		„
TV _{150r}	0,99	reducēta		„
IM ₁₅₀	3,24	oksidēta	2.120	„
EC ₁₅₀	0,46	„		„
EC ₁₀₀	0,46	reducēta		„
EV	3,47	oksidēta	1.810	„

Izmēģinātie klinkera paraugi ir izturīgi siltumā.

g) **Pretestība skābes ietekmei.** Skābes izturības zināšana ir ļoti svarīga kanalizācijā, skābēs u. c. ķīmikālijās izturīgiem klinkeriem. Centos rast atbildi, vai no mūsu māliem var pagatavot minētajam nolūkam pietiekami noderīgus izstrādājumus. Līdz šim nav vēl stingri normētas metodes skābes izturības noteikšanai.

Izvēlējos Chem. Laborat. für Tonindustrie metodi⁵²⁾, ko nedaudz modificēju.

Darba gaita: 50 g (Ch. L. f. T. — 100 g) no putekliem atmazgātu un izžāvētu klinkera drumstalu, kas iziet pilnīgi caur sieta 60 ac/cm², bet paliek uz sieta ar 220 ac/cm² (120 ac/cm² — Ch. L. f. T.), ietveicē porcelāna bļodā ar 25 g konc. H₂SO₄ + 10 g HNO₃ (1,4) + 65 g H₂O, līdz parādās sērskābes garaiņi.

Ietvaicēšanu izdarīju:

1. uz verdošas ūdens vannas iztvaicēju H₂O apm. 3—4 st. un
2. uz ar degli apsildītas asbesta papes iztvaicēju HNO₃, līdz parādījās SO₃ garaiņi.

Tad ļāvu masai atdzist, pēc tam pielēju 10 ccm HNO₃ (1,4) + 90 ccm H₂O, un 5 minūtes vārīju. Pēc atdzišanas dzeltāno (Fe sav.) un duļķaino (SiO₂) šķīdumu nolej. Izšķīdušos produktus aizskalo, dekantējot un maisot ar ūdeni, ko turpina līdz neitrālai reakcijai.

Atlikušo masu izžāvē līdz konst. svaram 120° C temperatūrā un sver.

Piezīme. Izdarītās maiņas prasīja mazie vielas daudzumi, arī apstākļi, ka 45 min. uz asbesta porc. bļodā nevar ietvaicēt maisījumu līdz kūpēšanai nešļācoties.

Iegūtie rezultāti šādi:

Dažādu mālu un masu apzīmējums	Dažādu paraugu apzīmējums	Apdedzināšana	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Svara zudums %	Šķiduma izskats	Piezīmes
--------------------------------	---------------------------	---------------	--------------------------	----------------	-----------------	----------

Vidusdevona formācijas māli un mālu maisījumi:

1	TB150	VI	0,43	0,6	duļķains	Oksidēti apdedzināts
7	10TB150	VI	0,42	0,7	skaidrs	" "
2	TS200	III	0,62	0,8	"	" "
4	TJ	VIII	1,41	0,3	"	" "
5	IS	III	0	0,5	"	" "
11	D200 _r	VIII	0,67	1,5	stipri duļķains	" "
12	C	III	0	0,2	skaidrs	" "
14	EA150	VIII	0,41	0,6	duļķains	" "
17	G	VIII	0	0,3	skaidrs	" "
1	TB200	IV	1,55	1,0	duļķains	Parauga vidus nereducēts
2	TS200	IV	0,66	2,1	"	Pilnīgi reducēts
3	TV150	IV	0,47	1,4	"	" "
4	TJ150	VII	0,49	1,5	"	Pilnīgi reducēts, sācis deform.
5	IE200	IV	0,79	1,3	"	Parauga vidus nereducēts
35	10S150	V	0,23	1,5	"	Pilnīgi reducēts
14	C	IV	0,08	1,4	"	Parauga vidus nereducēts
14	EA150	VII	0,31	1,4	"	Pilnīgi reducēts, sācis deform.
18	G	VII	0	0,8	skaidrs	" " " "

Kvartārās formācijas māls:

20	R150	VII	0,04	3,6	stipri duļķains	Pilnīgi reducēts, sācis deform.
----	------	-----	------	-----	-----------------	---------------------------------

Šie rezultāti rāda, ka oksidētājā atmosfairā apdedzinātie klinkeri ir skābēs izturīgāki par reducētājā atmosf. apdedzinātiem paraugiem.

Pastāvošie noteikumi prasa, lai kanalizācijas caurulēm u. c. akmeņpreces (resp. klinkera) izstrādājumiem ar Chem. Laborat. f. Tonind. metodi pārbaudot svara zudumi būtu mazāki par 2%. Mans strādāšanas veids ir asāka pārbaude par minēto metodi (smalk. graudi, ilgāks laiks).

h) **Apdedzināšanas rezultātu sakopšana.** Apskatot 8 apdedzināšanās iegūtos ūdens uzsūkšanas rezultātus, varam sastādīt šādu tabulu:

Apzīmējums	Klinkerēšanās t ^o		Sarukums		Ūdens uzsūk- šanas spēja		Saķepēšanas t ^o		Sarukums		Ūdens uzsūk- šanas spēja		Intervāls starp saķep- un kuš. t ^o (okš apd.) °C
	oks.	red.	oks.	red.	oks.	red.	oks.	red.	oks.	red.	oks.	red.	

Vidusdevona formācijas māli un mālu maisījumi:

TB	970	940	11,0	8,7	1,6	1,5	970	940	9,6	8,7	0,4	1,5	290
TS	1.120	—	5,8	—	3,6	—	1.100	1.000	7,8	7,2	0,6	0,7	180
TV	1.100	—	10,6	—	2,7	—	1.100	1.000	—	11,0	—	0,5	ap 140
TZ	—	1.000	—	—	—	2,6	1.080	1.080	8,5	7,2	0,1	0,4	300
IE	1.000	—	11,5	—	2,5	—	1.020	940	12,7	11,0	0	0,8	260
IS	1.000	—	10,2	—	3,3	—	990	940	10,4	11,9	0,4	0,4	260
IV	1.020	940	7,0	7,8	4,6	3,3	1.100	1.000	12,9	—	0,3	0,6	160
IW	1.100	—	10,0	—	3,2	—	1.100	1.000	—	8,1	—	0,8	ap 130
IZ	1.080	—	8,1	—	2,2	—	1.100	1.080	6,2	6,6	0,6	0,5	190
D	1.120	—	—	—	1,6	—	1.100	1.000	8,7	6,2	0,4	0,4	180
L	—	—	—	—	—	—	1.120	1.000	5,0	8,1	0,4	0,6	180
S	1.020	940	8,5	—	4,2	1,3	1.100	1.000	10,4	7,8	0,4	0,3	180
RL	950	940	8,1	10,0	4,7	3,2	970	940	10,0	—	0,7	0,2	410
C	950	940	7,6	9,1	3,1	1,4	990	940	11,7	—	0,2	0,5	360
EC	1.040	—	6,2	—	3,7	—	1.130	1.000	—	8,7	0,5	0,3	—
EA	1.060	—	—	—	1,1	—	1.100	1.040	—	9,1	0,4	0,3	210
EV	1.130	—	5,8	—	3,5	—	1.160	1.040	7,8	7,9	1,8	0,5	200
G	—	—	—	—	—	—	1.040	960	7,6	11,2	0,0	0,1	370
CP	1.120	—	—	—	—	—	—	1.040	—	9,8	—	0,4	—
TJ	—	—	—	—	—	—	1.140	1.000	9,1	—	1,4	0,5	—
IM	1.000	—	—	—	3,5	—	1.140	1.000	11,9	—	1,4	0,5	—

Kvartārās formācijas māli un mālu maisījumi ar smiltīm:

R	—	—	—	—	—	—	1.080	1.000	11,0	8,7	0,7	0,0	50
V	1.020	—	11,9	—	1,4	—	1.060	940	—	7,2	0,7	0,3	120
LE _m	—	—	—	—	—	—	1.080	1.000	9,1	12,0	2,4	0,2	ap 40
50V	—	—	—	—	—	—	—	1.080	6,2	—	1,1	—	—

Vidusdevona formācijas mālu maisījumi ar smiltīm (50%):

50TB	1.000	—	5,3	—	2,4	—	—	—	—	—	—	—	—
50IE	1.080	—	8,1	—	2,7	—	—	—	—	—	—	—	—
50IS	1.080	—	6,2	—	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—
50RL	1.000	—	6,1	—	2,3	—	—	—	—	—	—	—	—
50C	1.080	—	4,3	—	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—

Vidusdevona formācijas mālu maisījumi ar 30% apd. mālu drumslām:

30RL	—	—	—	—	—	—	1.100	—	9,5	—	0	—	—
30TB	1.120	—	7,6	—	0,4	—	1.040	1.000	11,5	9,1	0,1	0	—
30DTB	1.100	—	11,0	—	1,5	—	—	1.000	—	6,2	—	0,1	—
30C	—	—	—	—	—	—	1.040	1.000	7,6	8,1	0	0	—
30IE	—	—	—	—	—	—	1.100	—	10,6	—	9,1	—	—

Vidusdevona formācijas mālu maisījumi:

TBTV	—	—	—	—	—	—	1.100	1.000	11,7	11,0	0,3	0,2	—
TBZ	—	—	—	—	—	—	1.100	—	11,0	—	0,3	—	—
TBS	—	—	—	—	—	—	1.100	1.000	10,0	11,9	0	0,8	—
IEV	—	—	—	—	—	—	1.100	1.000	11,0	10,0	0,1	0	—
ISW	—	—	—	—	—	—	1.120	—	11,9	—	0,2	—	—
CTS	—	—	—	—	—	—	1.100	—	8,1	—	0,2	—	—

Technoloģiskā izmeklēšanā iegūtie dati visumā līdzīgi agrāk keramisko pamatpašību noskaidrošanā iegūtiem datiem.

Tagad apskatot 6. tabulā (skat. 51. lpp.) iegūtos rezultātus, redzam, ka liela nozīme Al_2O_3 saturam mālos. Māli ar lielāku Al_2O_3 saturu uzrāda arī augstāku deformēšanās — kušanas temperātūru, neskatoties uz to, ka kušņu šais mālos (sk. 2. tabulu) arī daudz (TB, RL, C, IE).

Aplūkojot iepriekšējā tabulā (113. lpp.) sakopotos datus, atzīmējams, ka intervalls vidusdevona formācijas māliem starp deformēšanās — kušanas un saķepēšanas temperatūrām daudz lielāks nekā parastiem — kvartārās formācijas māliem.

7. Klinkeru struktūra.

a) **Klinkeru makrostruktūra.** Par labākiem izrādās tie klinkeru paraugi, kas uzrāda „raibās“ krāsas (gaišākā pamatkrāsā it kā tumšākas krāsas graudi) struktūru. Šādu struktūru vispirms novēroju augstvērtīgiem TV, TS, TB un IE paraugiem. Tādu pašu struktūru vēlāk ievēroju dažiem ar ļoti smalkām smiltīm un daudzām ar 10—30% Daugavas smiltīm liesinātiem VI. apdedzināšanā iegūtiem paraugiem. Daži paraugi, izpresēti no rupjākas masas (R, T, LEm), arī uzrādīja kaut ko līdzīgu šādai struktūrai.

Vājāko paraugu (arī to, kas sākuši deformēties) drumsnā ar lupu saskatāmi mazi iedobumi (krāteņi), kas izkaisīti sakusušā pamatmasā.

Izrādās, ka tie paraugi, kušos šādu pūslīšu ir daudz (sevišķi te minami reducētājā atmosf. apdedzinātie), uzrāda mazu mēchanisku izturību.

Apskatot dažus liesinātos (reduc. apdedz.) paraugus, piem. 70 TB₁₅₀, redzam, ka tanī krāteņu maz, tāpēc tam laba spiedes pretestība. 20 TB₁₅₀ satur to jau vairāk, tāpēc tam spiede mazāka. Jo klinkera blīvajā masā mazāk šādu „krāteņu“, un pati šī masa vairāk tuvojas sīkkristaliskas nekā stiklainas dabas masai (sevišķi tas attiec. uz SiO₂ bagātākiem paraugiem: TV, TS), jo tāds klinkera paraugs būs mēchaniski izturīgāks.

Pētījot dažus labākos klinkera paraugus ar „kabatas mikroskopu“ 40—60 reizes palielinājumā, radās iespaids, ka klinkera drumslas masu sastāda sablīvējusies (dažreiz pat sakususi) pamatmasa, kurā izkaisīti sīkkristalliski graudi (laukšpats, kvares u. c.). Labu klinkeru masā jābūt zināmai attiecībai starp stiklainām un kristalliskām sastāvdaļām.

Ja kādos paraugos stiklainās sastāvdaļas ir par daudz, tad tādi paraugi ir trausli, un, temperatūrai tikai nedaudz paaugstinoties, masa uzpūšas, un tanī rodas „krāteri“.

Pretējs gadījums novērojams tad, kad klinkera masā ir kristallisko sastāvdaļu par daudz.

Tādā paraugā stiklainās sastāvdaļas nespēj visus kristalliskos graudņus sasaistīt, un tāpēc tāda klinkera masa ir irdena un mehāniski neizturīga (ar 50% nesasm. smilšu liesinātie paraugi).

„Raibās“ struktūras tumšās un gaišās vietas sevišķi asi neizbeidzas. Nekādas, izņemot krāsu, savādības neizdevās konstatēt.

Pilnīgākus izskaidrojumus šeit sniedz attiecīgo plānslīpējumu minerāloptiska izmeklēšana.

b) Klinkeru mikrostruktūra. Arvienu vairāk pētnieki piegriež vērību klinkeru praktiskā novērtēšanā to sīkstruktūrai. Sevišķi to uzsver Dr. Meyer's⁵³). Viņš domā, ka sīkstruktūras pētīšanā plānslīpējumu apskate var dot pilnīgi drošu atbildi par klinkera labvērtību.

Salīdzinot dažādu praksē par labiem vai sliktiem atzītu klinkeru plānslīpējumus, viņš konstatē⁵⁴), ka tie klinkeri, kas patiešām ir bijuši saķepējuši, vienmēr ir izrādījuši lielu mehānisku izturību. Masai arī jābūt vienmērīgai. Kvarca pārvēršanos kristobalītā vai tridimītā nevar konstatēt.

Mālā atrodamās alkalijas, sārnu zemes un dzelzs savienojumi rada turpretim ar Al_2O_3 un SiO_2 silikātu pamatmasu. Šeit notiek reakcijas, un eutektiskā kausējumā rodas sīki adatveidīgi (jaunradušies) kristalli, kas pieskaitāmi sistēmai $Al_2O_3SiO_2$.

Ja masa ir tumša — izotropa, tad tā nav vēl saķepėjusi, bet sastāv no dehidrātizētiem minerāliem (tīrā mālā — metakaolīns).

Šis autors lietā lielus palielinājumus (ca. 600 ×). Hecht's⁵⁵) ieteic lietāt mazākus palielinājumus, nepārsniedzot 200 reizes, un aizrāda, ka plānslīp. apskate ne vienmēr dod pilnīgu norādījumu par noderību. Šādi uzņēmumi (200 r. pal.) tomēr vēl ir diezgan

miglaini. Tāpēc es, lai iegūtu vispārīgu pārskatu un arī redzētu atsevišķus detaļus, lietāju ļoti mazus palielinājumus: 17 un 40 reizes.

Ir mēģinājumi klinkeru un ķieģeļu struktūras pētīšanā rentgenoskopiskā ceļā. Tā A. E. R. Westman's⁵⁶⁾ atrod diagrammās mullitu un kristoballitu, kas pa daļai aizsedz kvarca līnijas.

Tālāk noskaidrojies, ka keramisko izstrādājumu stiprība ir atkarīga no stiklainās fazes⁵⁷⁾, jo tā sasaista minerālu graudus. Jo pilnīgāka saķepe, jo vairāk stikla fazes raksturs nosaka izstrādājumu īpašības.

Lai noskaidrotu saķep. izstrādājumu īpašības, pētītas šādu mākslīgu stiklu īpašības:

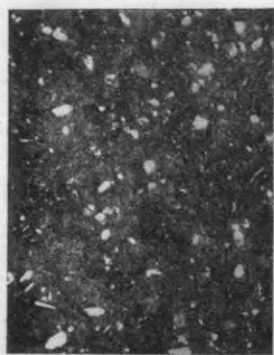
1. kaolīna,
2. $K_2O - CaO - SiO_2$ eutektiks un
3. $K_2O - CaO - Al_2O_3 - SiO_2$ eutektiks.

Šiem stikliem noteikta stiepe, elastība u. t. t., taču sīkāk tehniski dati nav vēl man pieejamā literatūrā atzīmēti.

Lai varētu spriest par klinkeru sīkstruktūru, pagatavoju 29 dažādus plānslīpējumus. No šiem paraugiem izvēlējos 16 raksturiģākos.

Aplūkoti šādi paraugi:

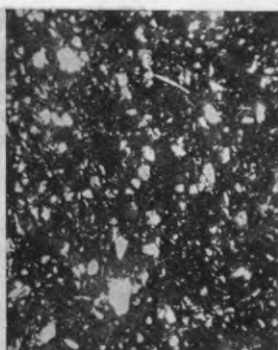
Nā.Nā	Apzīmējums	Apdedzināšana	Apdedzin. t ^o	Ūdens uzsūkšanas spēja %	Splēdes pretestība kg/cm ² vai stīgrība cmkg/cm ²	Kopējais sarukums %	Piezīmes
1	30C150	IV. red.	1.000	0	sp. 3.000	8,14	Attēlā redz. nereduc. daļa
2	O150	VI. oks.	1.080	0,1	st. 7,5	—	
3	IE150	VI. „	1.020	0,3	st. 7,8	—	
4a	TB150	IV. red.	940	0,1	st. 7,5	—	Cauri reduc.
4b							
5	IE150r	VIII. oks.	1.000	2,3	st. 7,0	—	
6	20TB150+	VI. „	1.080	0,2	sp. 1.850	10,41	Lies. sm. smiltīm
7	20TB150	VI. „	1.080	1,0	st. 7,0	—	Lies. rupj. smiltīm
8	TV150	VIII. „	1.120	3,9	sp. 1.340	5,68	
9	D100	IV. red.	1.000	5,1	sp. 1.090	11,93	Cauri reduc.
10	TZ150	IV. „	1.080	0,4	sp. 2.130	7,19	
11	D100	VII. „	1.040	0,5	st. 5,8	—	Cauri reduc.
12	EA150	VII. „	1.040	0,0	sp. 370	—	
13	EA150	VII. „	1.040	0,3	sp. 295	9,09	Cauri reduc.
14	R150	VII. „	1.000	0,0	sp. 370	8,71	„ „
15	G150	VIII. oks.	1.080	0,1	st. 6,1	—	Uzpūtīes



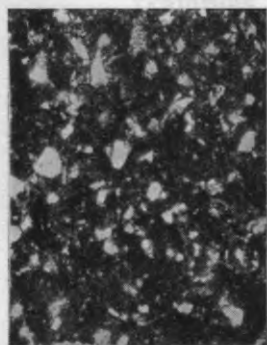
№ 1. 40 ×



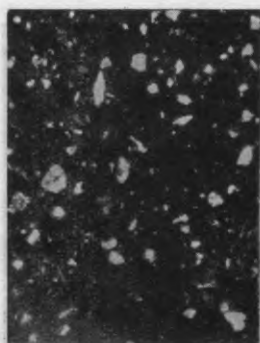
№ 2. 40 ×



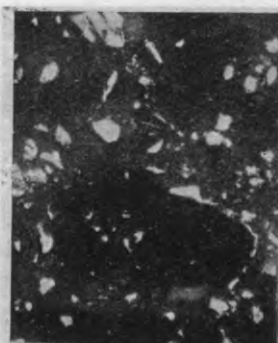
№ 3. 40 ×



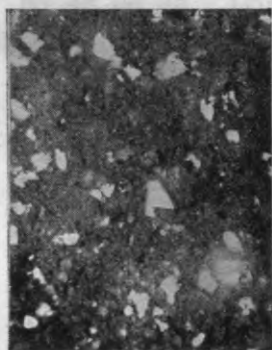
№ 4a. 40 ×



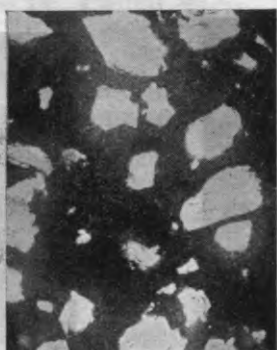
№ 4b. 40 × + Nikoli



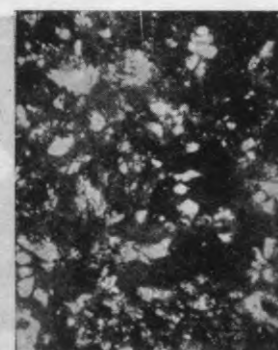
№ 5. 40 ×



№ 6. 40 ×

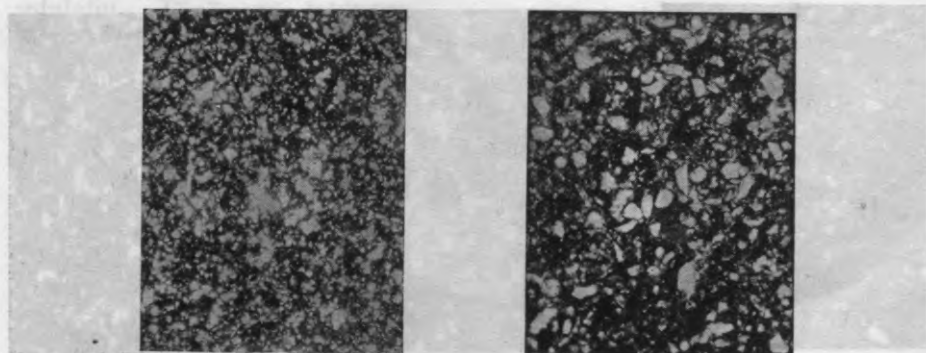


№ 7. 40 ×



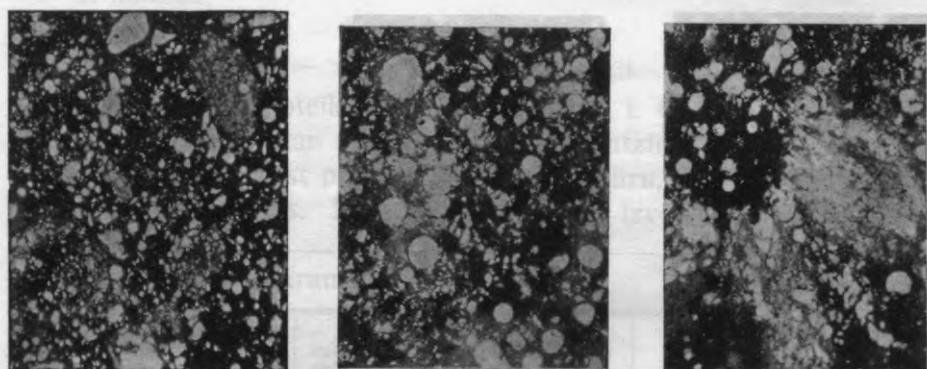
№ 8. 40 ×

Mikrofotografijas.



№ 9. 17 ×

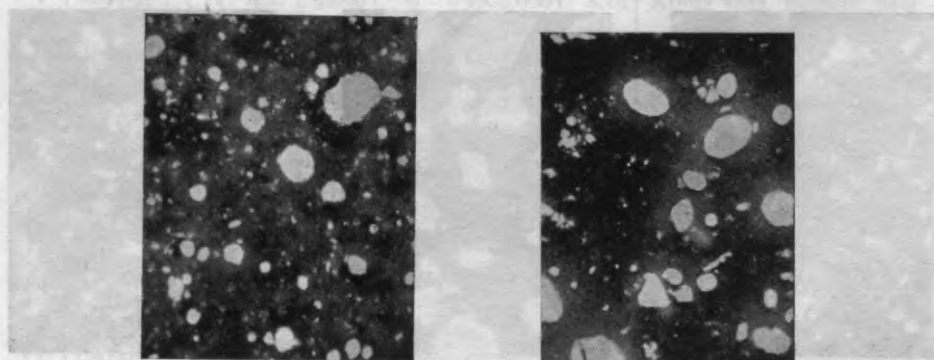
№ 10. 40 ×



№ 11. 17 ×

№ 12. 40 ×

№ 13. 40 ×



№ 14. 40 ×

№ 15. 40 ×

Mikrofotografijas.

Mikrofotogrammu apraksts.

Nr. 1. 30C₁₅₀ — IV. Palielin. 40×

Necaurredzama brūna, diezgan vienmērīga caurumota masa, vietām anizotropa, satur minerālu agregātus.

Apakšā redzamas adatiņas (vizla uz šķautnes) — sadalījusies vizla, tad redzami caurspīdīgi, asi norobežoti kvarca graudi.

Graudu lielums \varnothing 0,045 — 0,135 mm, adatu garums vid. 0,045 mm, atsevišķu lielāko — līdz 0,090 mm.

Liesinājuma graudu kontūras saplūdušas un nav saskatāmas.

Nr. 2. O₁₅₀ — VI.

Brūnā pamatmasā cita sastāva graudi. Kvarca vidēji daudz. Struktūra atgādina milonitus.

Nr. 3. IE₁₅₀ — VI.

Vienmērīgā brūnā masā pigments sadalījies vienmērīgi. Kvarca vidēji daudz un tas sīks, sadalījušies vizlas graudiņi. Poru nav.

Nr. 4a un 4b. TB₁₅₀ — IV. Paliel. 40×

Porfiriem līdzīga — agregātpolārizējoša (sk. + Nicolī), masa, tikai minerālieslēgumu mazāk, sevišķi maz kvarca. Atsevišķi laukšpata graudi.

Nr. 5. IE₁₅₀ — VIII.

Raksturīgs haimatīta sakoncentrējums brūnajā pamatmasā. Atsevišķi sadal. vizlas gabaliņi. Kvarca vidēji daudz. Poru nav.

Nr. 6. 20TB₁₅₀ VI.

Kvarca graudi sīkāki brūnajā masā. Kontūras asas.

Nr. 7. 20TB₁₅₀ — VI.

Rupjie kvarca graudi brūnajā masā. Kontūras asas.

Nr. 8. TV₁₅₀ — VIII.

Tumši brūnais pigments (domājams haimatīts — ļoti stipra dubultlaušana, tāpēc nemaina polārizāc. gaismā krāsu) nevienmērīgi sadalīts. Smalka kvarca daudz.

Nr. 9. D₁₀₀ — IV. Paliel. 17×

Gaiši pelēkā pamatmasā melni graudiņi — magnētīts. Masa samērā vienmērīga, poru maz, kvarca vidēji daudz, atsevišķas sadal. biotīta plāksnītes.

Nr. 10. TZ₁₅₀ — IV. Paliel. 40×

Gaiši pelēkā pamatmasā ļoti daudz visāda lieluma ieslēgumu. Poru ļoti maz, ļoti daudz asšķautņainu kvarca graudu, reta sadal. vizlas plāksnīte. Daudz sīku izkaisītu punktiņu, gan pavisam sīku, gan lielāku. Tie ir galv. kārtā magnētīta un arī ogles graudiņi.

Nr. 11. D₁₀₀ — VII. Palielin. 17×

Pelēkā masa ļoti nevienmērīga, saskatāmas rupjāko graudiņu kontūras. Fe₃O₄ sadalījies lielās kopiņās. Atsevišķas apaļas vai ovālas poras, bieži apkusušām iekšējām sienīņām.

Nr. 12. EA₁₅₀ — VII.

Masa pelēka, vienmērīga ar daudzām porām. Spēcīga melnā pigmenta (magnētīta) koncentrācija. Sīkgraudaina kvarca vidēji daudz.

Nr. 13. EA₁₅₀ — VII.

Pelēki-zaļganā pamatmasā spēcīga melnā pigmenta (magnētīta) koncentrēšanās. Daudz sīku poru, zīme, ka masa pārdedzināta — sākusi kust. Kvarca vidēji daudz.

Nr. 14. R₁₅₀ — VII.

Pelēkā pamatmasā daudz lielu un mazāku ieapaļu caurumiņu. Ap to malām saskatāmas sakušanas pazīmes (CaO reakcija ar silikātiem). Melnais krāsojošais pigments sadalījies sīki un vienmērīgi. Kvarca maz.

Nr. 15. G₁₅₀ — VIII.

Brūnajā masā daudz poru (gāzes pūslīši bija). Starpmasa vienmērīga. Kvarca samērā maz, sadalījusies vizla.

Mikrofotografiju aplūkošanas rezultāti norāda, ka apdedzināšanā pārgrozības notiek ar ļoti smalkām māla sastāvdaļām: konst. ūdeni sat. alumosilikātiem (mālainās vielas), dzelzs savienojumiem, vizlu un kvarcu; rodas dažādi eutektiski kausējumi, no kuriem izdalās kristalliniskas dabas agregāti.

Rupjākie vizlas graudi, kad kušņu masā nav daudz, sevišķi oksidētājā atmosfairā, gan sakūst, bet ārējo izskatu pilnīgi vēl nezaudē.

Lielākie kvarca graudi paliek pēc apdedzināšanas ārēji bez pārmaiņām; šamotas graudi, vienāda sastāva ar pārējo masu, masai saķepot, nav vairs atšķirami (sk. mikrofotogr. Nr. 7 un 1), bet dažāda sastāva spilgti izdalās (sk. mikrofotogr. Nr. 2). Izturīgākiem paraugiem stiklainās masas nav sevišķi daudz.

Apdedzinot dzelzs savienojumiem bagātos mālu paraugus reducētājā atmosfairā, klinkera masā attīstās ļoti daudz stiklainās sastāvdaļas (FeO iespaids). Norādītā iemesla dēļ šādi paraugi viegli deformējas.

Radušās gāzes nepaspēj izplūst no sablīvējušās masas un rada tanī pūslīšus.

Sevišķi viegli sakūst⁶⁸) kaļķiem bagāta mālu masa. Sakūstot viņā attīstās minētie pūslīši „krāteri“, kā tas redzams plānslīp. Nr. 14.

Klinkera masai krāsu piešķir: oksidētājā atmosfairā Fe₂O₃ un pa daļai Fe₃O₄, bet reducētājā atmosfairā apdedzinot FeO un Fe₃O₄, viens vai abi kopā.

„Raibo“ struktūru rada dzelzs oksīdu (Fe₂O₃ un Fe₃O₄) sakoncentrēšanās atsevišķās kopiņās, kam par iemeslu ir masas nevienāds graudu lielums (sasmaicināšana) u. c. vēl nezināmi fizikāli apstākļi.

8. Saķepēšanas izskaidrojuma mēģinājums.

Pēc H. Tietze disertācijas⁶⁰⁾ dzelzs lielākā daļa mālos ir hidroksida veidā.

Saķepēšanas sākums konstatējams jau samērā zemā temperatūrā. Apdedzinātu nesāķepējušu paraugu mēchanisko izturību dod cietās fazēs notiekošo reakciju produkti. Šo produktu īpašības ir atkarīgas no mālā ietilpstošo savienojumu dabas un vairuma.

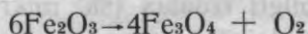
Pilnīga saķepēšana pēc tagadējiem uzskatiem ir iespējama tikai tad, kad rodas stiklainā faze.

Ļoti svarīgs faktors ir arī smalkums. Sevišķi saķepēšana labi norisinās tad, ja kušņi (arī dzelzs hidroksids) ir smalki un labi sadalīti smalkajā mālā.

Mūsu mālos īsto saķepi rada dzelzs oksida un alkaliju klātbūtne.

Kā zināms, Fe_2O_3 nedod silikātus, bet, neskatoties uz oksidētāju atmosfairu, tomēr Fe_2O_3 nav augstākās temperatūrās pastāvīgs.

Pēc A. Simon'a un Th. Schmidt'a⁶¹⁾ Fe_2O_3 sadalīšanās reakcija:



normāli norisinās 1290^o C temperatūrā. Tomēr mani mēģinājumi rāda, ka mālos šī sadalīšanās oksid. atmosfairā iestājas ātrāk.

Tā kādā paraugā TV₂₀₀, kas bija apd. 1100^o temperatūrā, atrasts:

FeO	—	0,7%
C	—	0,10%

Dzelzs oksiduloksidā ietilpstošais FeO darbojas kā enerģisks kusnis un reaģē ar mālu pārējām sastāvdaļām un dod viegli kūstošus eutektiskus kausējumus, kas rada stiklaino pamatmasu. Pēc C. Dölter'a⁶²⁾ dzelzs silikātā faijalita — $2FeO \cdot SiO_2$ kušanas temp. ir 1065^o. Attiecīgi eutektiki kūst vēl zemākā temperatūrā⁶³⁾.

Sārmu, sārmu zemju un aluminiņa oksida klātbūtnē rodas vēl zemākās temperatūrās kūstoši polināri kausējumi.

Tietze domā, ka jau nedaudz virs 1000^oC rodas daudz stiklainas masas, uz ko norādot īpatnējā svāra ievērojama samazināšanās.

Dzelzs saturā bagātie kausējumi izšķīdina daudz kramskābes, tā radot daudz saķepēšanai nepieciešamās stiklainās masas.

Tietze arī novērojis, ka visi Fe_2O_3 saturošie māli sasniedz stiprības maksimumu 1000—1100°C temperatūrā.

Reducētājā atmosfērā, kā rāda mani novērojumi, rodas jau krietni zemākās temperatūrās lielākos vairumos stiklaini šķidrā faze, jo ir ļoti daudz viegli reaģējošu kušņu — FeO .

Paraugā D_{100} FeO saturs 6,35%. Visa trīsvērtīgā dzelzs pilnīgi reducējies. (D izkars. par. Fe_2O_3 ir 6,87%, pārlešot uz FeO , dabūjam 6,15% FeO .)

Minētā paraugā vēl atrasts 0,05% C.

9. Secinājumi praksei.

a) **Klinkeru fabrikācijas priekšnoteikumi.** Saņemot visu kopā, varam kopā ar Dir. C. Heuer'u⁵⁹) uzskaitīt fabrikācijas priekšnoteikumus:

- 1) noderīgs izejmateriāls,
- 2) izejmateriālam piemērota ražošanas iekārta (mašīnas, žāvētavas, krāsnis u. t. t.) un
- 3) atrašanās vietas izdevīgums (izdevīgi satiksmes ceļi).

Ka mums ir noderīgs izejmateriāls klinkeru ražošanai, tas no eksperimentālā materiāla ir skaidrs. Noderīgi ir vidusdevona formācijas vidēji plastiskie māli ar nelielu dzelzs saturu (Nr. 2 — TS, Nr. 10 — D, Nr. 3 — TZ, Nr. 19 — CV u. c.) un ar liesinātāju piedevām arī plastiskie māli, kam Fe saturs parasti lielāks (Nr. 1 — TB, Nr. 5 — IE, Nr. 14 — C, Nr. 18 — G u. c.).

Techniskā iekārta piemērojama mūsu izejmateriālu īpatnībām.

Ražošanas gaitā formēšanās dažādo veidu ietekmi aplūkošu vēl nākošajā nodaļā.

Te atzīmēsim, ka no apdedzināšanas krāsnīm mūsu izejmateriālam, kas satur daudz kušņu, derēs krāsnis ar pāri veļošos (überschlagende) liesmu. Šādās krāsnīs var labi rēgulēt atsevišķus apdedzināšanas periodus. Mūsu klinkeri apdedzināmi galvenām kārtām oksidētājā atmosfērā, tāpēc ka mūsu māli ir kušņu bagāti.

Māla krājumu bagātības ziņā izcilu stāvokli ieņem Tūjas rajons, bet pagaidām ar to satiksme iespējama tikai pa jūru.

Otrs nozīmīgākais rajons ir Cēsu apgabals — tuvu dzelzceļam.

b) **Technisko ražošanas paņēmieni ietekme uz klinkeru kvalitāti.** Kā redzējām, slapjā veidā gatavotiem paraugiem ir daudz mazāka izturība kā sausā veidā izgatavotiem paraugiem. Tas pa daļai izskaidrojams ar struktūras kļūdām. Literatūrā aizrāda⁶⁴⁾, ka neder lentas presēm veidotie klinkeri, jo tiem atlobās šķautnes masas gliemežveidīgas uzbūves dēļ.

Šeit izlīdzas lietājot labi pārziemojušus mālus un tos rokām veidojot „iestriķē“ attiecīgos veidņos vai arī sausā ceļā veidojot. No veida — kubs ir visizturīgākais klinkers. Ieteic šādus izmērus: $14 \times 14 \times 14$ cm.

Zināmā veidā lielākā vairumā ražojot būtu nozīme „bezšnekes“ (schneckenlose Ziegelpresse) ķieģeļu prese⁶⁵⁾.

Daudz blīvākus un izturīgākus klinkerus iegūst ar vakuuma presēm⁶⁶⁾. Tās ir horizontālas un vertikālas⁶⁷⁾. Māla lenta pēc iznākšanas no Raupach'a guļošās vakuuma preses ir kļuvusi blīva un galvenais ārkārtīgi plastiska un izturīga. To var visādi liekt, locīt un tā netrūkst, lai gan pirms tam materiāls ātri drupa⁶⁸⁾.

Dažus skaitliskus salīdzinošus datus sniedz Dr. K. Zimmermann's par Holandē izdarītiem mēģinājumiem ar vakuuma presēm⁶⁹⁾:

	Klinkeri izgatavoti ar vakuuma presi	Klinkers izgatavots ar striķpresi „Vormbakpres“
Tilpuma svars	2,21	2,08
Ūdens uzsūkšana	1,6 ⁰ / ₀	3,4 ⁰ / ₀
Spiedes pretestība kg/cm ²	1,823	998
*) Rattlera mēģinājuma drumslu skaits	59,3	64,5
Krišanas augstums, lai paraugu sasistu	140 cm	66 cm

*) Šī pārbaude raksturo klinkera sīkstumu. Jo skaits ir lielāks, jo paraugs sliktāks — trauslāks.

No šiem mēģinājumiem izriet slēdziens, ka vakuuma metode dod blīvu klinkeru, stipru, tikai šķautnes vieglāk atlec, kāpēc tās būtu jānoapaļo. Izmēģināšanai lietātie paraugi izgatavoti no šāda māla:

Ķīmiskā analīze:		Smalkums:	
SiO ₂	63,4 %	Rupja smilts > 200 μ Ø	19,2%
Al ₂ O ₃	12,85 „	Smalka smilts 200—40 μ Ø	22,1 „
Fe ₂ O ₃	4,25 „	Putekļu smilts 40—25 „ „	8,0 „
CaO	5,9 „	Dūņas 25—10 „ „	14,6 „
Karstuma zudums	9,3 „	Smalkās daļiņas (< 10 μ Ø)	41,1 „
Atlikums	4,3 „		

Latvijas apstākļos veidojot klinkerus ar slapjo metodi vakuuma klinkera preses būtu ļoti ieteicamas, pat nepieciešamas. Strādājot pēc sausās metodes, vajadzīga diezgan dārga iekārta, bet par to iegūstami augstvērtīgi klinkeri. Pēdējos gados sausais paņēmieni gan sāk arvienu vairāk izplatīties Holandē un Polijā.

Sausā ceļā veidojot liela nozīme ir arī presēšanas spiedienam, ko pētījis Birch's⁷⁰).

Preses spiediens kg/cm ²	Šķītamā porainība (apdedzināts 1000° C) %	Spiedes pretestība kg/cm ²
40	19,9	—
60	18,0	98
100	14,9	—
150	—	331
250	12,2	—
350	—	524
400	12,0	—

Apzīmējums	Presēšanas spiediens kg/cm ²	Ūdens uzsūk- šanas spēja %	Spiedes pretestība kg/cm ²
TS50	100	2,36	1.160
100	200	2,63	1.840
200	400	0,62	1.940
300	600	0,48	1.980
TB ₅	10	3,77	1.204
50	100	0,14	1.470
100	200	0,07	1.840
D50	100	4,14	1.200
100	200	2,76	1.280
200	400	0,41	1.530
350	700	0,56	1.970

Klinkeru apdedzināšanā laikiem liela ietekme. To novērojis Norton's un Hodgson's⁷¹⁾:

Temperatūra ° C	L a i k s s t u n d ā s			
	1/6 st.	1 2/3 st.	17 st.	170 st.
	Šķiet. por. %	Šķiet. por. %	Šķiet. por. %	Šķiet. por. %
1.040			21,9	13,6
1.100	26,0	14,5	7,7	0
1.175		1,1	0	
1.200	2,7	0		
1.250	0			

Mani novērojumi attiecas uz paraugu divreizēju apdedzināšanu vienādās temperatūrās.

Atzīmējami šādi rezultāti:

Parauga apzīmējums	Apdedzināšanas temperatūra ° C	Laiks stundās	Odens uzsūkšanas spēja %
V100II	1.020	6	3,3
V100 ₂	1.020	12	2,2
IS150II	970	6	3,3
IS150 ₂	970	12	0,3

Piezīme: Šie dati ņemti no I. un II. apdedzināšanas rezultātu tabulām.

Sausā presēšana iegūst pēdējā laikā arvien vairāk piekritēju⁷²⁾. Lai gan te var lietāt dažādus mālus, tomēr pastāv prasība, lai starp klinkerēšanās un kušanas punktu būtu vismaz 120° C liels intervāls. Mūsu devona māliem šāds un vēl lielāks intervāls ir. Presējot sausā ceļā dažreiz rodas masas atslāņošanās no nevienāda spiediena sadalījuma parauga augšējā daļā.

Šos ļaunumus novērš, ja konstruē ievaidni tā, ka masas sapsēšana notiek kā no augšas, tā no apakšas.

G A L A V Ā R D I.

Tagadējā laikmetā, autosatiksmei arvienu vairāk attīstoties, pieaug prasības pēc labiem un izturīgiem satiksmes ceļiem. Latvijā nav laba vietējā dabiskā bruģa materiāla. Labāko šoseju būvē lietā ārzemju izejmateriālus (bitūmenus, asfaltu u. t. t.).

Šā darba nolūks bija meklēt jaunus bruģēšanas materiālus no vietējām izejvielām. Šim nolūkam aplūkotas un izpētītas mūsu mālu tehniskās īpašības. No daudziem māliem un mālu maisījumiem izgatavoti laborātorijas apstākļos bruģu klinkera paraugi.

Salīdzinot mūsu izgatavoto klinkera paraugu īpašības ar citu zemju dažādos noteikumos prasītām īpašībām, redzam, ka mūsu klinkeri šiem noteikumiem pilnīgi (dažreiz pat ar uzviju) atbilst.

No sacītā var taisīt slēdzienu, ka daži Latvijas devona māli (TB, TS, TV, TZ, IE, D, C, EA u. c.) un arī daži pa daļai vai pilnīgi izskalošie kvartārie bezakmeņu māli ir lietājami augstvērtīgu bruģa klinkeru ražošanai.

Loloju cerību, ka šinī darbā izdarītie pētījumi veicinās un sekmes klinkeru rūpniecības nodibināšanu Latvijā, gan palīdzot izejmateriālu izvēlē (arī vietas), gan tehniskās ierīces piemērošanā un arī turpmākā darbībā sniegs vienu, otru derīgu aizrādījumu.

Slēdzieni.

1. Analizējot mālus nedrīkst viņos, nosakot dzelzs saturu, reducēt Fe^{+++} → Fe^{++} ar metalliem (piem. Cd) un tad titrēt ar $KMnO_4$ šķīdumu, jo šais apstākļos arī mālos esošais Ti^{+++} reducējas par Ti^{++} un titrējas līdz dzelzij, oksidējoties patērējot svārstīgu $KMnO_4$ vairumu.

Lietājot minēto metodi, kļūda var sasniegt apm. 1% no absolūtā Fe_2O_3 vairuma.

2. Devona mālu sastāvs stipri atšķiras no kvartāro mālu sastāva:

a) Devona formācijas „a” pakāpes māli nesatur karbonātus. Šo mālu sastāvā ietilpst: daudz kvarča un vizlas, nedaudz laukšpata, dzelzs hidroksids u. c. grūti identificējami minerāli.

Devona formācijas jaunākie māli var saturēt arī karbonātus.

Vislielākais alumīnija oksīda, tītāna oksīda un alkaliju saturs devona mālos bija šāds:

Al_2O_3	— 21,47%,
TiO_2	— 1,15%,
$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$	— 6,83%.

b) Kvartārās formācijas mālos vizlas maz, bet tie bieži satur Ca un Mg karbonātus.

3. Vissmalkākais māls ir G, tad tam seko CE. Šie ir tie māli, kas satur visvairāk Al_2O_3 .

4. Vislielāko plasticitāti uzrāda smalkais CE māls — 8,9, viņam seko M (terciārais māls) ar 8,4 un C ar 8,2. Visneplastiskākais ir IW ar 4,0 un tad TS ar 4,3, kam seko TBm („balto“ ķieģeļu māls).

5. Lielākais gaisa sarukums ir P un V paraugiem — 10%, tad KGI — 8,8% un R — 8,5%; vismazākais ir TZ — 4,4% un TS — 5,2%.

6. Māla maksimālā stiepes pretestība pēc Dümmler'a ir $11,5 \text{ kg/cm}^2$ — G un EA.

7. Izmeklētā terciārā māla — M SK deformēšanās — kušanas temperatūra ir 27 SK (1610°C), tāpēc tas pieskaitāms ugunturīgiem māliem. Tā tad Latvijā ir arī ugunturīgi māli.

8. Devona māli kūst augstākā temperatūrā (8—14 SK, t. i. apm. 1250 — 1410°C) nekā kvartārie māli (2a/3a—7, t. i. apm. 1130 — 1230°C).

9. Augstākās kušanas temperatūras uzrāda SiO_2 (TZ — 1380°C) un Al_2O_3 bagātie (G — 1410°C) māli, neskatoties uz to, ka pēdējiem kušņu saturs var arī būt liels.

10. Intervalls starp saķepēšanas un kušanas temperatūrām oksidētājā atmosfērā apdedzinot:

devona māliem 130 — 410°C , vidēji ap 200°C ;

kvartāriem „ 40— 120°C .

Parasti šis intervalls ir vismazākais kvartārās formācijas daudz karbonātus saturētājiem māliem un tad tiem seko devona formācijas rupjākie smilšainie māli.

Piezīme: Šie dati ņemti no tehnoloģiskās izmeklēšanas rezultātiem. Keramisko pamatīpašību noskaidrošanā iegūtie dati mazliet atšķiras no atzīmētiem skaitļiem. Iemesls — dažāds apdedzināšanas ilgums.

11. Miksttapšana zem slodzes starp sākuma (ta) un beigu (te) temperatūrām vislielākais intervāls (200°C) ir TZ (kramskābes bagāts un kušņu nabags māls), bet vismazākais — TBm (60°C) un LEm (90°C), t. i. sārmzemju karbonātu bagātiem māliem.

12. Šķirojami slapjā un sausā ceļā pagatavotie paraugi. Spiedes pretestība pirmiem ir līdz 940 kg/cm^2 , pēdējiem līdz 2500 kg/cm^2 .

13. Pagatavojot sausā ceļā paraugus, tas jāizdara ļoti rūpīgi, tāpat uzmanīgi un lēni jāizdara paraugu izžāvēšana.

Sasmalcinātā masa nedrīkst būt pārāk smalka, ne arī pārāk mikla. Tad, kad šīs prasības būs ievērotas, neradīsies pirms apdedzināšanas novērotās sīkās plaisiņas.

14. Sausā ceļā izgatavotiem paraugiem presēšanas spiediena palielināšana vispārīgi palielina spiedes pretestību.

Tikai galīgi saķepējušiem paraugiem presēšanas spiediena palielināšanai mazāka nozīme.

Vienpusīgi presējot, kubika augšējā daļa iznāk blīvāka, kāpēc tai mazāks sarukums nekā apakšējai daļai, kas mazāk blīva; rezultātā rodas klinkera kōniskums.

15. Lielāka spiedes pretestība ir presēšanas virzienam state-niski, mazāka līdztekus virzienā.

16. Slapjā ceļā veidotie paraugi nevienmērīgi, masā gaisa ieslēgumi, sevišķi daudz to neliesinātā paraugā. Šo paraugu kopējais sarukums ir lielāks nekā sausā ceļā veidotu paraugu.

Nav lielas izšķirības (mēchanisko īpašību ziņā) starp vāji reducētājā un oksidētājā atmosfairā apdedzinātiem paraugiem. Stipri reducētā atmosfairā apdedzinot paraugi ātri deformējas un zaudē stiprību.

Reducēšanu var sākt tikai tad, kad masa sākusi jau saķepēt, t. i. augstākā par 900°C temperatūrā (nedrīkst sākt 700°C temp.). Tā nedrīkst būt pārāk intensīva.

18. Ļoti reduc. atmosfairā klinkeru masa visa reducējusies, bet vāji reduc. atmosfairā pilnīga reducēšanās novērojama tikai lie-sākos paraugos.

Ar dūmgāzi reducēto paraugu virsma blāva, ar deggāzi — spoža.

19. CO_2 saturētāji māli reduc. periodā zināmā stadijā ir ļoti poraini (CO_2 iespaids). Vēlāk saķepēšana iestājas strauji un viņai ātri seko masas sakušana.

20. Mūsu klinkeriem, veidotiem no trekniem māliem, ir liels kopējais sarukums (11—13%), tāpēc vēlams šos mālus liesināt vai nu ar smiltīm, vai šamotas drumslām.

Tauku masu liesināšana ar sasmalcinātām jau apdegušu paraugu drumslām, smalkām nesmalcinātām un smalcinātām smiltīm palielina izturību ugunī, samazina porainību un paceļ spiedes pretestību.

21. Tie klinkeru paraugi, kas liesināti ar 50% nesasmalcinātām smiltīm, ir irdeni un ar lielu porainību, bet tie paraugi, kas liesināti ar 50% sasmalcinātām smiltīm, ir blīvāki un to porainība mazāka, bet sarukums lielāks. Spiežot šie paraugi, sasniedzot zināmu slodzi, pēkšņi sadrūp, ne pakāpeniski, kā neliesinātie paraugi. Iemesls — maz saistošās stiklainās masas.

Ar smiltīm liesinātos paraugos bieži rodas plaisas (kvarca modifikāciju maiņa).

22. Liesāko mālu izturība, pieliekot 10—30% smilšu, samazinās, bet trekn. mālu — palielinās. Lielāks smilšu saturs nav vēlams.

23. Liesākas masas (slapjā ceļā veidojot) sagatavošanai vajadzīgs mazāks ūdens daudzums nekā treknāku masu sagatavošanai.

Spiedes pretestība ar smalkām smiltīm liesinātiem paraugiem ir lielāka nekā ar rupjām smiltīm liesinātiem, bet ūdens uzsūkšanas — mazāka.

24. Liesinātiem un sausā ceļā veidotiem paraugiem smalkās smiltis un vienāda sastāva šamotas graudi tikpat kā nav atšķirami no pārējās masas, bet rupjo smilšu graudiņi krasi izdalās.

Neliesinātiem paraugiem pa daļai stiklaina struktūra, bet liesinātiem paraugiem tā kļūst kārpaina.

25. Smalkākie māli ātrāk kļūst mīksti un deformējas, bet arī ātrāk saķep.

26. No rupjākas masas pagatavotu paraugu virsma ir blīvāka un bieži saskatāmi masā it kā atsevišķi graudi. Šiem paraugiem bieži novērojama kārpaina struktūra un „raibums“. „Raibās“ struktūras klinkeriem ir liela mēchan. izturība.

27. Ar Fe bagātos mālus nedrīkst, cenšoties galīgi samazināt porainību, pārdedzināt, t. i. vai nu vairākas reizes dedzināt zemākā temperatūrā, vai reizi augstākā. Pārdedzinātie paraugi ir trausli un ar mazu spiedes pretestību. Svars, otrreizēji apdedzinot, parasti vairs nemainās. Svara samazināšanās novērojama tikai tiem

paraugiem, kas sāk uzpūsties (sākas Fe_2O_3 disociācija). Šādu paraugu mēchan. izturība maza.

28. Ar dzelzi ļoti bagāti māli labus rezultātus dod tikai ar liesināšanu. Šamotas drumsklas viegli saķepošiem paraugiem (RL) samazina sarukumu un ievērojami paaugstina spiedes pretestību.

29. Ar SiO_2 bagātie māli dod tiešā apdedzināšanā labus klinkerus.

30. Stigrība klinkeru paraugiem ir vidēji ap 6—8 cmkg/cm^2 , nosakot to ar 1000 cmkg/cm^2 jaudas aparātu (min. 4,7 cmkg/cm^2 , maks. — 18,5).

Nav lielas izšķirības starp reduc. un oksid. apdedzinātiem, kā arī liesākiem un treknākiem paraugiem. Liela nozīme gan ir šķērs-griezuma izmēriem.

Visumā mūsu klinkeru stigrība ir apm. tāda, kāda piemīt tehniskajam porcelānam.

31. Lieces pretestība klinkeru paraugiem ir apm. 200—400 kg/cm^2 .

32. Mūsu klinkeru dilšana, noteikta ar Boehme's slīpējamo ripu, ir 0,12 — 0,20 cm^3/cm^2 (pielaiž līdz 0,4 cm^3/cm^2).

33. Pārbaudītie klinkera paraugi ir izturīgi saltumā.

34. Pretestība skābes ietekmei — svāra zudums:

oksid. apd. klink. 0,2 — 1,5 (vid. ap 0,7) %

reduc. „ „ 0,8 — 3,6 (vid. ap 1,5) %

Oksidētājā atm. apdedzinātiem paraugiem ir lielāka pretestība skābes ietekmei par reducētājā atm. apd. paraugiem.

(Pielaiž vienkāršākiem akmeņpreces izstrād. un kanālizāc. caurulēm svāra zudumu šādi pārbaudot līdz 2%).

35. Klinkera drumsklas masa sastāv no sablīvējušās un saku-sušās pamatmasas, kurā guļ sīkkristalīniski graudi. Ja amorfās masas par daudz — stiklainums, ja kristalīsko komponentu par daudz — irdena masa.

36. Plānslīpējumi rāda, ka „raibo“ struktūru rada dzelzs oksīdu (Fe_2O_3 un Fe_3O_4) sakoncentrēšanās atsevišķās kopiņās.

37. Mūsu mālos īsto saķepi rada dzelzs oksīdu un alkaliju klātbūtne — rodas viegli kūstoši polināri kausējumi.

38. Fe_2O_3 sadalīšanās reakcija iestājas oksidētājā atmosfērā jau zem 1100° C.

39. Klinkeru ražošanai noderīgākie ir vidēji plastiskie māli ar vidēju dzelzs saturu.

40. Mūsu klinkeru apdedzināšanai derīga krāsns ar pāri veļošos liesmu, un to ieteicams būvēt zemu.

Krāsni iekrauto neapd. klinkeru starpās iekaisāmas smiltis.

41. Slapjā veidā masas veidošanai ieteicamas vakuuma preses.

42. Sausā ceļā veidotie paraugi techn. dārgāki, bet labāki.

Defektu novēršanai jālietā abpusīgi darbojošās spiedes.

43. Latvijas daži devona māli un daži pa daļai vai pilnīgi izskaloti kvartārie bezakmeņu māli ir noderīgi bruģa klinkeru ražošanai.

Iesniegts fakultātei 1936. g. 29. janvārī.

LITERĀTŪRA.

1. Prof. Dr. C. Schmidt: Über die devonischen Dolomit-Thone der Umgegend Dorpats, Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands, I Serie, I Band, 3. Lieferung, 1857.
2. J. Vītiņš: Latv. agronomu II un III zinātn. kongresu darbi, I sējums, 1925.
3. Prof. Dr. E. Rozenšteins: Par terminoloģijas saskaņošanu ģeoloģijā un silikātu tehnoloģijā, Izgl. Min. Mēnešr. 1932., 5./6. burtn.
4. Kalnu inž. A. Lielausis: Kurzemes brūnās ogles, Ekonomists Nr.Nr. 5—6, 1933.
5. J. Vītiņš: Pētījumi par Latvijas māliem II, 33. lpp.
6. Prof. Zamjatčenskij: K poznaniju russkich glin. Trudi otd. glin. mat., 1923.
7. E. Rozenšteins: Svina glazūru piemērošanas likumības parastiem māliem ar dažādu minerāloģisku sastāvu, Acta Univ. Latv. IX, 1924.
8. H. Stremme: Fällung der gemengten Gele von Al_2O_3 und SiO_2 und deren Beziehungen zu Allophan, Halloysit und Montmorillonit. Ztrbl. Min. 1908, 622—32, 661—69.
9. K. Endell, U. Hofmann und D. Wilm: Über die Natur der keramischen Tone, BDKG 1933, H. 10.
10. U. Hofmann, K. Endell und D. Wilm: Röntgenographische und kolloidchemische Untersuchungen über Ton. Z. f. angew. Chem. 47, 539 (1934).
11. J. Eiduks: Pētījumi par dažu Latvijas mālu noderīgumu bruģa klinkeru ražošanai. Ekonomists Nr. 18, 1933.
12. Dr. Hans Hecht: Materialprüfung in der Keramik, Ber. d. Deutsch. Ker. Ges. 1934, H. 1.
13. R. Rieke: Tonind. Z. 1917, Nr. 128.
14. F. Niebling: Die Klinker, S. 15, 1930.
15. Dr. H. Hirsch: Zusammensetzung der Tone und Sinterungsfähigkeit, T. Z. 1932, S. 955, 980.
16. T. Z. 1927, S. 1602.
17. P. Budņikof: Keramičeskaja tehnologija, č. 2, str. 415, 1933.
18. T. Z. 1927, S. 1316.
19. H. Hecht: Lehrbuch der Keramik, S. 327, 1930.
20. T. Z. 1927, S. 360.
21. Jürgel: Herst. d. Klinker, S. 11.
22. Larsen: Proc. Amer. Soc. Test. Mat. 23, 1923, 236.
23. A. Zwetsch u. H. Stumpfen: Verfahren einer quantitativen Kristallanalyse durch Röntgenstrahlen, Ber. d. DKG 10 (1929), 561.
24. Dr. H. Hirsch: T. Z. 1932, S. 955, 980.

25. Vorschläge für chem. Untersuchungen keram. Rohstoffe und Erzeugnisse, Ber. d. DKG 1934, H. 12, S. 634.
26. Ber. d. DKG 1932, H. 2.
27. L. M. Anšeles: Mikroskopičeskoje izsledovanije glin., peskof i boksitof Čerepoveckoj gub., 1927.
28. H. Hirsch: T. Z. 1927, S. 1316.
29. Prof. Dr. E. Rozenšteins un Z. Lancmanis: Latvijas derīgie izrakteņi un to izmantošana. Ekonomists Nr. 23/24, 1932.
30. H. Hirsch: T. Z. 1932, S. 955, 980.
31. Prof. E. Kraus: Die Gliederung des Baltisch-russischen Altrotsandsteins, Zt. d. Deutschen Geol. Ges. 1934, H. 4.
32. Z. Lancmanis un J. Eiduks: Devona māla krājumu apmēru novērtēšanas darbi Dundagas, Tūjas, Siguldas un Cēsu apkārtnē, Ekonomists Nr.Nr. 12, 20, 1933.
33. N. Delle: Daugavas devona nogulumi.
34. W. F. Hillebrand: The Analysis of Silicate and Carbonate Rocks.
35. Richter: Ber. 39, S. 488.
36. Laboratoriumsbuch für Tonindustrie von H. Bollenbach u. E. Kieffer, 1930.
37. Treadwell: Anal. Chemie II sējums.
38. Lunge Berl: II S. 743, 1922.
39. H. Geßner: Die Schlämmanalyse. 1931.
40. J. Vitiņš: a) The Journal of Agric. Science I sēj. 1906. g., 470.—474. lpp.
— b) Počvy rajona tabačn. plantac. Kubanskoj oblasti.
41. R. Rieke: Untersuchungen an deutschen Kaolinen, Ber. d. DKG Bd. 4 (1923—1924), S. 176—187.
42. R. Rieke u. J. Gieth: Ber. d. DKG 1931, S. 572.
43. T. Z. 1930, S. 39.
44. P. Budņikof: Keramičeskaja techn. 1 d., 126. lpp.
45. P. Budņikof: Trudy ognep. i cem. tresta, str. 195.
46. Eigenschaftsblatt der Deutschen Keram. Ges. für Ton und Kaolin, Ausgabe 1926/30.
47. T. Z. 1933, S. 218, 318.
48. Abhandl. des Keram. Forschungs-Institut in Moskau, 1929, Nr. 18, S. 55.
49. Untersuchungs- und Prüfungsmethoden keramischer Rohstoffe und Erzeugnisse, Ber. d. DKG 1927, H. 1. u. 2.
50. Lunge Berl II, S. 761.
51. Dr. F. Singer: Über die Zähigkeit keramischer Massen, Bücher d. DKG, Bd. 2.
52. Lunge Berl: II Bd., 3753, 1922.
53. Dr. O. Meyer: Klinker und Fuge.
54. Dr. O. Meyer: Zur Klinkernormung, Tonind, Z. Nr. 70, S. 821, 1933.
55. Dr. H. Hecht: Kleingefüge von Klinkern. T. Z. Nr. 9, 92, 1934.
56. A. E. R. Westman: The British Clayworker, Vol. 38, March, 1930.

57. Techn. News Bull., Bur. of Stand., June 1932, p. 57—58, Ref. T. Z. 1932, S. 1094.
58. T. Z. 1935, S. 290.
59. Dir. C. Heuer: Straßenklinker, T. Z. 1933, S. 844, 895.
60. H. Titze: Über den Bindungszustand und die Sinterungswirkung des Eisenoxys in keramischen Tonen.
61. Koll.-Ztschr. 25, 1925, S. 75—80.
62. C. Dölter: Tschem. Mineral. Mitt. 22, 1903, 303.
63. H. v. Eckermann: Geol. Fören. Förhandl. 44, 1922, 274.
64. Hildebrandt: Märkische „Schmolz-Klinker“ als Straßenpflaster, T. Z. 1933, S. 990, 1216.
65. T. Z. 1933, S. 873, 978.
66. Die Beeinflussung des Tones im plast. Zustande, amerik. F. H. Clews darbu ref. T. Z. 1934, S. 412.
67. T. Z. 1934, S. 311.
68. Ing. Heil, T. Z. 1933, Nr. 102.
69. Dr. K. Zimmermann: Versuche mit Vakuumpressen, T. Z. 1935, S. 123.
70. Birch: Journ. Amer. Cer. Soc. 13, S. 242, 881.
71. Norton and Hodgson: Journ. Amer. Cer. Soc. 14, p. 177.
72. W. Neimann: Mahl- und Trockenaufbereitung in Ziegeleien, T. Z. 1935, S. 289.

Lettländische Tone als Rohstoffe zur Klinkerherstellung.

Von J. Eiduks.

Zusammenfassung.

Die in Lettland vorkommenden Tone gehören zu Devon, Tertiär und Quartär.

Die devonischen und quartären Tone sind teils kalziumkarbonat- und magnesiumkarbonathaltig, teils frei. Einige von tertiären Tonen erreichen das Gebiet der Feuerfestigkeit (Kegelschmelzpunkt 27 SK). Professor Dr. E. Rosenstein hat seiner Zeit beobachtet, daß bei karbonatfreien Tonen Sinterungs- und Schmelztemperaturen mehr als 100° C auseinander liegen. Diese Beobachtung hat den Anlaß gegeben, die genannten und überhaupt lettländischen Tone auf Eignung zur Klinkerherstellung zu prüfen.

Der Verfasser hat etwa 30 verschiedene Tone analysiert und technisch untersucht.

Bei der Ausführung der Analyse muß man den Eisengehalt jodometrisch bestimmen, oder Fe··· reduzieren mit H₂S, aber in keinem Falle mit Metallen (Cd, Zn), sonst wird auch Ti··· reduziert und bei der Titration bekommt man falsche Ergebnisse — zu viel Eisen. Der Fehler kann sogar 1% von dem absoluten Eisenoxyd-Gehalt erreichen.

Gewöhnlich enthalten lettländische Tone viel Eisen und Alkalien (am meisten Kalium) und auch Titan.

Maximaler Gehalt war:

Fe ₂ O ₃	—	12,41%
K ₂ O + Na ₂ O	—	6,83%
TiO ₂	—	1,15%
Al ₂ O ₃	—	22,36%.

Die Alkalien in den devonischen Tonen sind hauptsächlich im Glimmer und Feldspat gebunden. Gewöhnlich enthalten die devonischen Tone viel mehr Glimmer, als die quartären Tone. Bei der

Teilchengrößebestimmung nach Sedimentationsmethode erwies es sich, daß der Gehalt an feinsten Teilchen war bei solchen Tonen am größten, welche Al_2O_3 am reichsten enthielten. Bei allen Tonproben habe ich die Plastizität bestimmt, und zwar nach der Methode von Rieke. Dabei konnte man feststellen, daß der Ton am plastischsten war, welcher auch am feinsten war. Am magersten war der Lehm von Kalnciems. Dieser Lehm wird für Herstellung der „weißen“ Ziegel verwendet.

Einige von untersuchten Tonen haben recht hohe Trockenschwindung (der größte Wert war 10%, der kleinste Wert — 4,4% und die Gesamtschwindung 11—13%).

Die devonischen Tone haben einen höheren Kegelschmelzpunkt (8—14 SK) als die quartären Tone (2a/3a — 7 SK) und zwar an Al_2O_3 und SiO_2 reicheren Tone zeigen den höchsten Wert.

Das Interwall zwischen Sinterungs- und Schmelzpunkt ist bei oxydierend gebrannten Tonproben:

- a) den devonischen Tonen 6 — 20 SK (130—410° C), die Mittelzahl — 10 SK (200° C),
- b) den quartären Tonen 2 — 6 SK (40—120° C).

Sehr wichtig ist das Kennen von der Druckfeuerbeständigkeit bei den Klinkertonen. Diese Eigenschaft habe ich nach DIN 1064 unter einer Belastung von 1 kg/cm² mit der Apparatur von W. Steger bestimmt. Es ergab sich dabei, daß das Interwall zwischen t_a und t_e am größten war bei einem grünen, an SiO_2 reichen und Flußmittel armen devonischen Ton, bezeichn. mit TZ, und zwar 200° C, am kleinsten aber bei Mergeltonen, bezeichn. mit TBm (60°) und LEm (90° C). Das Gesagte ist sehr deutlich bei den DFB Kurven (S. 36) zu ersehen.

Eine allmähliche Erweichung, besonders in der reduzierenden Atmosphäre, welche gewöhnlich in der DFB Prüfungsapparatur herrscht, beginnt schon etwa bei 1030—1130° C.

Für die technologischen Untersuchungen habe ich Klinkerproben mittels Naß- und Trockenverfahren hergestellt.

Nach erstem Verfahren wurden die Proben nach gewöhnlicher Art, wie Ziegel, aber nur in Würfelform (60 × 60 × 60 mm) gemacht.

Um die Proben nach zweitem Verfahren zu formen, muß man zuerst die Tone in der Kugelmühle fein vermahlen. Das feine Tonpulver wird dann mit 5—10% Wasser mit Pulverisator angefeuchtet, gut durchgemischt und dann mit hydraulischer Presse mit etwa 100—700 kg/cm² Druck gepreßt. Es wurden Würfel (52,7 mm je eine Kante), Fliesen (100×100×10 mm) und Stäbchen (24×24×120 mm) hergestellt.

Die fertigen Proben werden in der Luft getrocknet und dann in einem großen Muffelofen, auf den Schamotteplatten gesetzt, bei verschiedenen Temperaturen oxydierend und reduzierend gebrannt.

Die Temperaturen wurden mit Pt—PtRh Thermoelement, welchen ich in die Mitte des Muffelofens gestellt, und den Segerkugeln gemessen habe. Es wurden acht verschiedene Brennversuche durchgeführt. Dieser Arbeit sind die Temperaturkurven, als 8 Diagrammen, beigelegt worden.

Bei den gebrannten Proben habe ich die Gesamtschwindung, das Wasseraufnahmevermögen, die scheinbare Porosität, die Druckfestigkeit, das Befinden in dem Muffel, das äußere Aussehen und die Struktur bestimmt und notiert. An vielen Stäbchen vermochte ich Schlagbiegefestigkeit und Biegefestigkeit bestimmen.

Es stellte sich bei den Versuchen heraus, daß die Druckfestigkeit am größten bei den mit größerem Druck gepreßten Proben war. Die Druckfestigkeit ist am größten quer der Preßrichtung und nimmt mit dem Preßdruck zu.

Maximalwerte von der Druckfestigkeit bei den naßgepreßten Würfeln erreichten 940 kg/cm², aber bei trockengepreßten Würfeln — 2500 kg/cm². Bei dem reduzierenden Brennen bekommt man einwandfreie Proben nur bei schwächerer Reduzierung, dagegen bei stärkerer Reduzierung, mit Leuchtgas, oft ganz oder teilweise deformierte Proben.

Es ist sehr vorteilhaft, die Proben mit Klinkerscherben und auch mit Sand zu magern, besonders bei den leichtsinternden flußreichen Tonen.

Feinere Sandkörnchen wirken besser als gröbere Körnchen. Es erwies sich am vorteilhaftesten, unsere fetten Tone mit 20—30% Sand oder Klinkerscherben zu magern, oder verschiedene magere Tone zuzumischen. Die Massen aus feinen vermahlenen Tonen sintern und auch erweichen eher, als die aus gröberen Tonkörnchen bestehenden Massen.

Beim Brennen gewöhnlich gaben Fe-reiche Tone nur dann einwandfreie Proben, wenn sie gemagert waren. Man soll solche Tone nicht bis 0% Porosität brennen, sonst bekommt man sehr spröde Erzeugnisse.

Die Schlagbiegefestigkeit und die Biegefestigkeit wurde bei Stäbchen etwa $20\text{ mm} \times 20\text{ mm} \times 120\text{ mm}$ mit 10 mkg Apparat bestimmt und etwa $6\text{--}8\text{ cmkg/cm}^2$ (Min. 4,7, Max. 18,5) erzielt.

Um einen Vergleich zu erhalten, habe ich mit der genannten Apparatur auch die Schlagbiegefestigkeit dem technischen Porzellan von der Staatlichen Porzellan-Manufaktur Berlin bestimmt und einen Wert von $8,4\text{ kg/cm}^2$ bekommen. Daraus ist zu ersehen, daß die untersuchten Klinker ungefähr ebenso zäh wie ein gutes technisches Porzellan sind.

Bei der Prüfung auf Biegefestigkeit haben unsere Klinker $200\text{--}400\text{ kg/cm}^2$ ergeben.

Die hergestellten Klinkerproben sind frostbeständig und man kann sie auch für die säurefeste Erzeugnisse verwerten. Einige von den Klinkerproben sind von mir nach der ein wenig modifizierten Methode, von Chem. Laboratorium für Tonindustrie, Berlin, geprüft, und es sind folgende Löslichkeitswerte erhalten worden:

- a) bei den oxyd. gebr. Klinkern $0,2\text{--}1,5\%$ (Mittelwert $0,7\%$),
- b) bei den reduz. gebr. Klinkern $0,8\text{--}3,6\%$ (Mittelwert $1,5\%$).

An einigen von den Klinkerwürfeln habe ich die Abnutzbarkeitsprüfung auf der Böhme'schen Schleifmaschine durchgeführt. Nach 440 Umdrehungen der Scheibe betragen die Gesamtverluste, bezogen auf die Flächeneinheit, $0,12\text{--}0,20\text{ cm}^3/\text{cm}^2$.

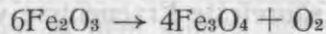
Diejenigen Klinkerproben, welche zu deformieren begonnen haben, enthalten viele Bläschen (besonders solche, die in der reduz. Atmosphäre gebrannt sind) und pflegen schwache mechanische Eigenschaften zu haben.

In einem guten Klinker muß ein bestimmtes Verhältnis zwischen der gesinterten und kristallinen Masse bestehen. Enthalten die Proben zu viel an gesinteter amorpher Masse, so tritt die Glasigkeit und nachher die Aufblähung hervor, enthalten die Proben zu viel an kristallinen Bestandteil (Quarz usw.), daß die glasige Masse diese nicht mehr zusammenzementieren kann, so bekommt man eine lockere Masse (Klinkerproben mit 50% Sand).

Von 29 Klinkern wurden Dünnschliffe gemacht und diese in Mikroskop unter 17- und 40-facher Vergrößerung untersucht. Diese mikroskopischen Beobachtungen haben gezeigt, daß beim Brennen die Veränderungen mit feineren Bestandteilen stattgefunden haben und dabei sich die verschiedenen eutektischen Verbindungen bildeten, aus diesen sich dann verschiedene kristallinische Aggregate herauschieden. Die gröberen Glimmerteilchen verschmelzen auch, aber ihr äußerliches Aussehen wird jedoch wenig geändert. Die Schamottekörner von derselben Zusammensetzung, wie die Klinker, sind nicht von der gesinterten Masse zu unterscheiden, dagegen die mit anderer Zusammensetzung klar hervortreten.

In den kalkhaltigen Massen bilden sich beim Brennen besonders leicht Löcher („Kratern“), und die ganze Masse beginnt zu schmelzen, wie das deutlich bei dem Dünnschliff Nr. 14 zu sehen ist.

Bei unseren devonischen Tonen werden die Sinterungserscheinungen von Eisenoxyden und Alkalien hervorgerufen. Die Reaktion:



kommt nach meinen Beobachtungen schon etwa bei 1100° C zum Vorschein, denn bei dieser Temperatur gebrannte Klinker enthielten 0,7 FeO%.

FeO als energischer Flußmittel reagiert mit anderen Tonbestandteilen und gibt leicht schmelzende, falls aber noch Alkalien und Erdalkalien vorhanden sind, noch leichter schmelzende polinäre Schmelze. Diese stellten die glasige Grundmasse von Klinkern dar.

Die Struktur von guten Klinkern ist „bunt“, das heißt, in einer helleren Masse sind dunklere Körnchen eingebettet. Diese „bunte Struktur“ wird durch die Konzentration von Fe₂O₃ und Fe₃O₄ in einzelnen Schuppen durch verschiedene Korngröße der Masse und andere noch nicht festgestellte, physikalische Verhältnisse, hervorgerufen.

Bei den in reduzierender Atmosphäre gebrannten Proben war alles Eisenoxyd bis FeO reduziert. In einigen Klinkern konnte man sogar auch Spuren von C feststellen.

Auf Grund dieser durchgeführten Untersuchungen kann man behaupten, daß einige von den untersuchten Tonen, und zwar die mittelmäßig plastische und mit mittelmäßigem Eisengehalt, zur Klinkerherstellung sich eignen.

Zur Klinkerherstellung auf nassem Wege sind die Vakuumpressen sehr zu empfehlen. Für die höchsten Beanspruchungen eignen sich mehr die nach dem Trockenverfahren mit hydraulischen Pressen hergestellten Klinker.

Als Brennöfen sind solche mit überschlagender Flamme zu empfehlen. Man soll nur meistens vermeiden unsere Tone reduzierend zu brennen.

Nach allen meinen experimentalen Ergebnissen und Betrachtungen und in Erwägung alles dessen, könnte also auch in Lettland die Klinkerherstellung einen festen Boden fassen. Man müßte nur für die Gründung der Industrie Sorge tragen und dieselbe zum baldigen Aufblühen bringen.

10	1. Praktische Ausführung
11	2. Materialanalyse
12	3. Materialherkunft
13	4. Materialherstellung
14	5. Klinkerherstellung
15	6. Klinkerherstellung
16	7. Klinkerherstellung
17	8. Klinkerherstellung
18	9. Klinkerherstellung
19	10. Klinkerherstellung
20	11. Klinkerherstellung
21	12. Klinkerherstellung
22	13. Klinkerherstellung
23	14. Klinkerherstellung
24	15. Klinkerherstellung
25	16. Klinkerherstellung
26	17. Klinkerherstellung
27	18. Klinkerherstellung
28	19. Klinkerherstellung
29	20. Klinkerherstellung
30	21. Klinkerherstellung
31	22. Klinkerherstellung
32	23. Klinkerherstellung
33	24. Klinkerherstellung
34	25. Klinkerherstellung
35	26. Klinkerherstellung
36	27. Klinkerherstellung
37	28. Klinkerherstellung
38	29. Klinkerherstellung
39	30. Klinkerherstellung
40	31. Klinkerherstellung
41	32. Klinkerherstellung
42	33. Klinkerherstellung
43	34. Klinkerherstellung
44	35. Klinkerherstellung
45	36. Klinkerherstellung
46	37. Klinkerherstellung
47	38. Klinkerherstellung
48	39. Klinkerherstellung
49	40. Klinkerherstellung
50	41. Klinkerherstellung
51	42. Klinkerherstellung
52	43. Klinkerherstellung
53	44. Klinkerherstellung
54	45. Klinkerherstellung
55	46. Klinkerherstellung
56	47. Klinkerherstellung
57	48. Klinkerherstellung
58	49. Klinkerherstellung
59	50. Klinkerherstellung
60	51. Klinkerherstellung
61	52. Klinkerherstellung
62	53. Klinkerherstellung
63	54. Klinkerherstellung
64	55. Klinkerherstellung
65	56. Klinkerherstellung
66	57. Klinkerherstellung
67	58. Klinkerherstellung
68	59. Klinkerherstellung
69	60. Klinkerherstellung
70	61. Klinkerherstellung
71	62. Klinkerherstellung
72	63. Klinkerherstellung
73	64. Klinkerherstellung
74	65. Klinkerherstellung
75	66. Klinkerherstellung
76	67. Klinkerherstellung
77	68. Klinkerherstellung
78	69. Klinkerherstellung
79	70. Klinkerherstellung
80	71. Klinkerherstellung
81	72. Klinkerherstellung
82	73. Klinkerherstellung
83	74. Klinkerherstellung
84	75. Klinkerherstellung
85	76. Klinkerherstellung
86	77. Klinkerherstellung
87	78. Klinkerherstellung
88	79. Klinkerherstellung
89	80. Klinkerherstellung
90	81. Klinkerherstellung
91	82. Klinkerherstellung
92	83. Klinkerherstellung
93	84. Klinkerherstellung
94	85. Klinkerherstellung
95	86. Klinkerherstellung
96	87. Klinkerherstellung
97	88. Klinkerherstellung
98	89. Klinkerherstellung
99	90. Klinkerherstellung
100	91. Klinkerherstellung
101	92. Klinkerherstellung
102	93. Klinkerherstellung
103	94. Klinkerherstellung
104	95. Klinkerherstellung
105	96. Klinkerherstellung
106	97. Klinkerherstellung
107	98. Klinkerherstellung
108	99. Klinkerherstellung
109	100. Klinkerherstellung
110	101. Klinkerherstellung
111	102. Klinkerherstellung
112	103. Klinkerherstellung

SATURA RĀDĪTĀJS.

	Lapp.
Priekšvārdi	25
Ievads	26
1. <i>Mālu dažādība</i>	26
a) Mālu grupēšana vecuma kārtībā	26
b) Mālu pārveidošanās augu un mitruma ietekmē	28
c) Māla apzīmējums	29
2. <i>Klinkera mālu īpašības</i>	30
a) Ķīmiskais sastāvs	32
b) Minerāloģiskais sastāvs un smalkums	35
c) Piedevu ietekme	35
Eksperimentālā daļa un rezultātu izvērtējums	40
1. <i>Pētījumiem lietāto mālu raksturojums un apzīmējums</i>	40
2. <i>Mālu ķīmiskā analīze</i>	43
3. <i>Mālu smalkuma noteikšana</i>	45
4. <i>Mālu minerāloģiskais sastāvs</i>	47
5. <i>Keramiskās pamatīpašības</i>	47
a) Iejaucamā ūdens daudzums	48
b) Gaisa sarukums	48
c) Plasticitāte	48
d) Stiepes pretestība	48
e) Ugunturība	48
fg) Klinkerēšanās un saķepēšanas temperatūra	48
h) Mālu deformēšanās temperatūra zem slodzes*	52
6. <i>Technoloģiskā izmeklēšana</i>	53
a) Slapjā sagatavošana	54
b) Sausā sagatavošana	54
c) Apdedzināšanas	59
Pirmā apdedzināšana	59
Otrā	63
Trešā	63
Ceturta	71
Piektā	77
Sestā	83
Septītā	89
Astotā	96
d) Stigriba un lieces pretestība	100
e) Dilšanas pretestība	109
f) Izturība saltumā	110
g) Pretestība skābes ietekmei	111
h) Apdedzināšanas rezultātu sakopošana	112

7. <i>Klinkeru struktūra</i>	114
a) Klinkeru makrostruktūra	114
b) Klinkeru mikrostruktūra	115
8. <i>Saķepšanas izskaidrojuma mēģinājums</i>	122
9. <i>Secinājumi praksei</i>	123
a) Klinkeru fabrikācijas priekšnoteikumi	123
b) Technisko ražošanas paņēmieni ietekme uz klinkeru kvalitāti	124
Gala vārdi	127
Slēdzieni	127
Literatūra	133
Lettländische Tone als Rohstoffe zur Klinkerherstellung (Zusammenfassung)	136



70,-

LU bibliotēka



220040871

134420

LŪR ķīm. III.	AUL chem. III.
Nr. 1. J. Eiduks. Techniskā ģipša tīrības pakāpes ātrs noteikšanas paņēmiens	1
Eine schnelle Methode zur Reinheitsgradbestimmung der technischen Gipse	10
Nr. 2. J. Auškāps (Auschkap). Eine einfache Absorptionsvorrichtung	11
Vienkārša absorbcijas ierīce	14
Nr. 3. J. Auškāps (Auschkap). Zur Schwefelsäurebestimmung im Leder	15
Par sērskābes noteikšanu ādās	23
Nr. 4. J. Eiduks. Latvijas māli kā izejviela klinkeru ražošanai	25
Lettländische Tone als Rohstoffe zur Klinkerherstellung	136