

остаются такими же какими онъ были раньше. На этомъ чертежѣ мы изобразили случай, въ которомъ колебанія тока и вольтажа для всѣхъ практическихъ цѣлей достигаютъ своей максимальной силы въ теченіи 3 или 5 полуперіодовъ и это явленіе есть наглядный примѣръ того, что будетъ происходить въ цѣляхъ обыкновеннаго передатчика въ томъ случаѣ, когда искровой промежутокъ достаточно великъ и предупреждаетъ такимъ образомъ какое бы то не было разряженіе конденсатора колебательной цѣпи.

Глава тридцать пятая.

Возбужденіе искровыхъ передатчиковъ.

292. Въ началѣ этой книги мы широко обсуждали методъ возбужденія колебательной цѣпи и показали, какъ можно это выполнить зарядженіемъ конденсатора этой цѣпи, пользуясь искровымъ промежуткомъ, соединеннымъ съ индукціонной катушкой.

293. Хотя индукціонная катушка очень удобна въ этомъ случаѣ и имѣетъ много преимуществъ передъ альтернаторомъ и трансформаторомъ въ небольшихъ установкахъ до 100 ваттъ. Индукціонная катушка теряетъ всѣ свои преимущества, когда требуются болѣе мощные передатчики. Одинъ изъ главныхъ недостатковъ заключается въ томъ, что трудно достичь достаточнаго числа перерывовъ тока въ первичной цѣпи.

Контакты прерывателя требуютъ постояннаго вниманія даже съ маленькими катушками. При употребленіи мощныхъ ка-

тушекъ эта трудность значительно увеличивается въ особенности тогда, когда станція передаетъ непрерывно въ теченіи длинныхъ періодовъ времени.

294. Если мы будемъ пользоваться переменнымъ токомъ альтернатора, соединеннымъ съ трансформаторомъ, то мы избавимся отъ всѣхъ этихъ трудностей. Тѣмъ не менѣе существуетъ много новыхъ проблемъ, требующихъ особаго вниманія въ томъ случаѣ, когда мы хотимъ достигнуть удовлетворительныхъ результатовъ, кромѣ того, т.к. практически всѣ искровыя передатчики превышающіе 350 ваттовъ принимаютъ форму генератора, а ровная производительная работа такихъ генераторовъ зависитъ въ большинствѣ случаевъ отъ правильнаго размѣщенія всѣхъ заряженныхъ цѣпей, то учащемуся слѣдуетъ изучать не только отдѣльныя подробности каждаго прибора, но также и вопросъ соотношенія всей цѣпи.

Глава тридцать шестая.

Значеніе резонанса въ цѣпяхъ, обладающихъ низкой частотой.

295. Для того чтобы возбудить рядъ искръ въ искровомъ промежуткѣ колебательной цѣпи гораздо удобнѣе пользоваться такимъ видомъ электрическаго генератора, который бы производилъ Э. Д. С., периодически измѣняющуюся отъ нуля до требуемаго максимальнаго вольтажа. Въ этой книгѣ мы рассмотримъ два вида генераторовъ, чаще всего употребляемыхъ въ этомъ

случаѣ, а именно: индукціонную катушку и альтернаторъ. Если мы сравнимъ форму волнъ или кривыя Э.Д.С. этихъ двухъ видовъ генератора, то мы увидимъ между ними большую разницу.

296. Увеличеніе и уменьшеніе вольтажа индукціонной катушки происходитъ очень рѣзко и быстро и кромѣ того проходитъ довольно продолжительный промежутокъ времени до возникновенія второго импульса; съ другой стороны увеличеніе и уменьшеніе вольтажа альтернатора же постепенно и происходитъ симметрично въ теченіи всего періода между искрами. Какой бы не былъ типъ генератора, онъ всегда служитъ для одной и той же цѣли, а именно: заряжаетъ конденсаторъ. Тѣмъ не менѣе благодаря различію токовъ этихъ двухъ генераторовъ каждому изъ нихъ должны быть примѣнены различныя соотвѣтствующія условія для полученія наилучшихъ результатовъ.

297. Простая механическая аналогія показываетъ намъ этотъ пунктъ. Предположимъ, что мы вмѣсто того, чтобы производить колебанія тока въ колебательной цѣпи, захотимъ заставить подпрыгивать на полу шарикъ. Для того чтобы шарикъ подпрыгивалъ возможно выше, мы должны и поднять его какъ можно выше. Если мы будемъ считать подпрыгиваніе шара аналогичнымъ дѣйствію тока, колеблющагося въ колебательной цѣпи, то тогда мы можемъ сравнить поднятіе шара вверхъ съ зарядкой конденсатора.

Одинъ способъ заставить шарикъ подпрыгивать

заключается въ томъ, что мы ударяемъ его палочкой. Этотъ методъ можетъ быть сравненъ съ методомъ зарядки конденсатора при помощи индукціонной катушки потому что если мы будемъ анализировать это дѣйствіе, то увидимъ что сила приложенная къ шару будетъ рѣзкой и будетъ длиться очень короткое время. Другой способъ - это подбросить его кверху, этотъ методъ можетъ быть сравненъ съ методомъ заряда конденсатора при помощи альтернатора, потому что давленіе приложенное къ шару будетъ постепеннымъ и будетъ продолжаться въ теченіи всего времени пока шаръ находится въ чьей-нибудь рукѣ.

298. Въ первомъ случаѣ мы должны были ударить шаръ съ наибольшей силой для того, чтобы онъ могъ достигнуть наибольшей высоты, точно также при пользованіи индукціонной катушкой для заряда конденсатора мы заставляемъ ее работать при максимальномъ напряженіи.

Во второмъ случаѣ мы должны стремиться не только сообщить шару возможно большее количество энергіи, но и стремиться къ правильному бросанію шара, соответствующему его вѣсу. Такимъ образомъ, когда какой-нибудь человекъ броситъ крокетный шаръ дальше чѣмъ все остальные, то это еще не значить, что онъ самый сильный, но что онъ удачно приложилъ свою силу, въ теченіи того періода времени, когда шаръ находился въ его рукѣ. Благодаря легкости вѣса крокетнаго шара, процессъ его бросанія занимаетъ такой короткій періодъ времени, что его трудно ана-

лизировать, поэтому намъ будетъ легче обрисовать этотъ пунктъ, предположивъ, что мы бросаемъ большой, деревянный, значительнаго вѣся шаръ.

299. Для того, чтобы подбросить такой шаръ на максимальную высоту затративъ при этомъ наименьшее количество усилія, мы должны раскачивать руку, держащую этотъ шаръ и такимъ образомъ вводить въ него энергію. Шаръ будетъ качаться съ опредѣленнымъ періодомъ зависящимъ отъ длины руки. Мы должны раскачивать шаръ, сообразуясь съ его естественными колебаніями до тѣхъ поръ, пока амплитуда его колебанія будетъ достаточно велика. Только тогда мы отпустимъ его. Наиболее важный пунктъ, который мы должны отмѣтить при этой аналогіи заключается въ слѣдующемъ: для полученія максимальнаго результата при данномъ усиліи мы должны приложить силу къ шару въ резонансъ съ его естественными колебаніями.

300. Мы получаемъ очень близкія къ этимъ условія въ случаѣ заряда конденсатора колебательной цѣпи при помощи альтернатора. Для того, чтобы получить максимальную зарядку, затративъ при этомъ минимумъ мощности, частота приложенной Э.Д.С. должна быть въ резонансъ съ цѣпью, къ которой она приложена. Процессъ резонанса заключается въ равенствѣ частотъ обѣихъ цѣпей.

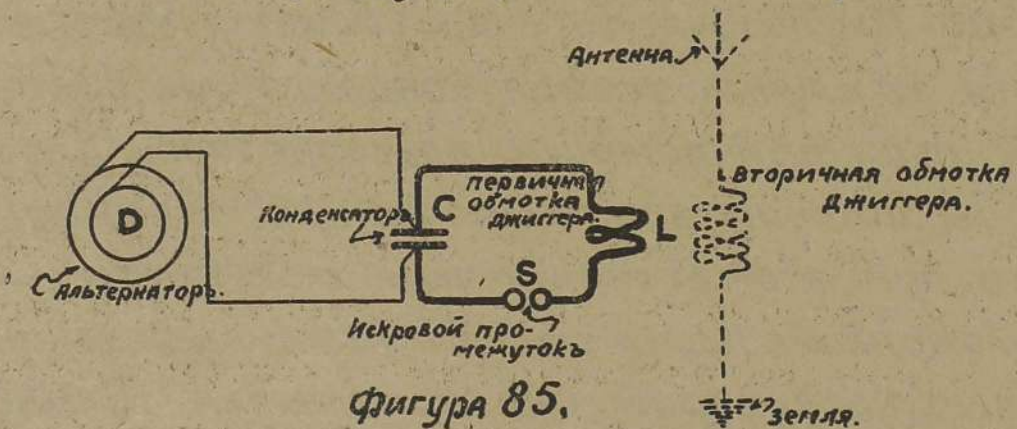
301. Возьмемъ самый простой случай. Предположимъ, что въ колебательной цѣпи C, L, S (см. фигуру 85) конденсаторъ C присоединенъ

непосредственно къ зажимамъ альтернатора D .

302. Разсмотримъ теперь двѣ различныя цѣпи:
 1). Цѣпь низкой частоты или заряжающую цѣпь, состоящую изъ альтернатора D и конденсатора C ; 2). Цѣпь высокой частоты, состоящую изъ конденсатора C , самоиндукціи L и искрового промежутка S .

303. Каждая изъ этихъ цѣпей имѣетъ опредѣленный періодъ собственныхъ колебаній. Собственный періодъ колебаній, заряжающей цѣпи или цѣпи низкой частоты, зависитъ отъ емкости конденсатора C и самоиндукціи альтернатора D ; періодъ собственного колебанія замкнутого контура зависитъ отъ емкости конденсатора C и самоиндукціи первичной обмотки джиггера L .

304. Какъ мы указывали, на практикѣ въ колебательныхъ цѣпяхъ частота колеблется отъ 3.000.000 въ секунду (при весьма короткихъ



волнахъ до 100 метровъ) до 15.000 (при весьма длинныхъ волнахъ до 20.000 метровъ).

305. Въ цѣпи низкой частоты, т.е. заряжающей цѣпи, частота колебаній зависитъ отъ то-

го сколько искръ въ секунду желаемъ получить. На практикѣ эта величина колеблется отъ 100 до 500 періодовъ въ секунду.

306. Отсюда ясно, что частота колебательной цѣпи по крайней мѣрѣ въ нѣсколько сотъ разъ больше частоты заряжающей цѣпи, Впрочемъ за исключеніемъ разницы въ частотѣ, между колебательной цѣпью и цѣпью альтернатора, въ остальномъ нѣтъ никакого существеннаго различія. Названія: „перемѣнный“ и „колебательный“ большей частью примѣняются для того, чтобы отличить заряжающую цѣпь отъ замкнутаго колебательнаго контура.

307. При этомъ невольно возникаетъ мысль: „а почему же обыкновенный альтернаторъ не можетъ примѣняться для непосредственнаго полученія волны? Причина заключается въ слѣдующемъ: какъ намъ извѣстно, длина волны обратно пропорціональна частотѣ. Если попробовать примѣнять альтернаторъ обыкновенной частоты для прямого полученія волны то большіе расходы по устройству воздушной сѣти, могущей излучать такую длинную волну, совершенно не оправдали бы полученное такимъ образомъ преимущество.

308. Для примѣра возьмемъ альтернаторъ сравнительно большой частоты, а именно 500 періодовъ, т. е. длина волны равна скорости дѣленной на частоту; получимъ, что длина волны будетъ для даннаго случая 600.000 метровъ.

Годная для излученія этой волны воздушная сѣть должна имѣть длину около 60.000 метровъ или около 40 миль.

309. Съ другой стороны, если попробовать для уменьшенія длины волны построить альтернаторъ большой частоты, то оказывается, что съ увеличеніемъ частоты конструкція альтернатора значительно усложняется, хотя въ настоящее время уже имѣются альтернаторы, частота въ которыхъ равняется 100.000 періодовъ въ секунду. Тѣмъ не менѣе необходимъ рядъ усовершенствованій, прежде чѣмъ машины высокой частоты могутъ быть применены хотя бы на сравнительно небольшихъ станціяхъ безпроводнаго телеграфа.^{*)}

310. Наша задача заключается только въ томъ, чтобы ознакомить читателей со станціями существующими въ настоящее время и поэтому едва ли можно касаться подробнѣе устройства машинъ подобнаго рода. Упомянуть о нихъ необходимо только для того, чтобы ознакомить читателя съ тѣмъ, что нѣтъ никакой существенной разницы между токомъ низкой частоты, т.е. переменнымъ и токомъ высокой частоты, т.е. колебательнымъ.

311. Всякій альтернаторъ имѣетъ свою частоту. Эта частота можетъ отличаться отъ частоты собственныхъ колебаній цѣпи, къ которой онъ присоединенъ. Поэтому для полученія резонанса въ заряжающей цѣпи необходимо или частоту альтернатора подобрать соответственно періоду собственныхъ колебаній цѣпи, или же періодъ

*) Въ дальнѣйшемъ дадимъ объясненіе объ альтернаторахъ высокой частоты.

собственныхъ колебаній цѣпи сдѣлать соответствующимъ частотѣ альтернатора. Задача эта въ сущности подобна настройкѣ первичной колебательной цѣпи передатчика на воздушную сеть. Единственная разница въ обоихъ случаяхъ заключается только въ частотѣ.

312. Въ началѣ этой книги мы показали, что длина волны получающейся въ колебательной цѣпи равна

$$\lambda_m = 1885 \sqrt{C_{(mf)} L_{(mh)}}, \quad (A)$$

гдѣ λ = длина волны въ метрахъ, $C_{(mf)}$ = емкость въ микрофарадахъ и $L_{(mh)}$ = самоиндукція въ микрогенри.

313. Также говорилось и что длина волны въ эфирѣ равняется величинѣ скорости свѣта, равной скорости распространенія электро-магнитныхъ волнъ, дѣленной на число волнъ въ секунду, т.е. на частоту. Такъ какъ скорость свѣта равна 300.000.000 метровъ въ секунду, то

$$\lambda = \frac{300.000.000}{\pi},$$

гдѣ π = частота или число періодовъ въ секунду. Подставивъ это значеніе вмѣсто λ_m въ приведенномъ выше равенствѣ (A), получимъ:

$$\frac{300.000.000}{\pi} = 1885 \sqrt{C_{(mf)} L_{(mh)}}$$

или

$$\pi = \frac{3 \times 10^8}{1885 \sqrt{C_{(mf)} L_{(mh)}}} \quad (B)$$

314. Оба эти равенства (A) и (B) одинаково применимы какъ для колебательной цѣпи, на-

значеніе которой заключается въ питаніи воздушной сѣти, такъ и для цѣпи альтернатора, назначеніе которой - питать колебательную цѣпь.

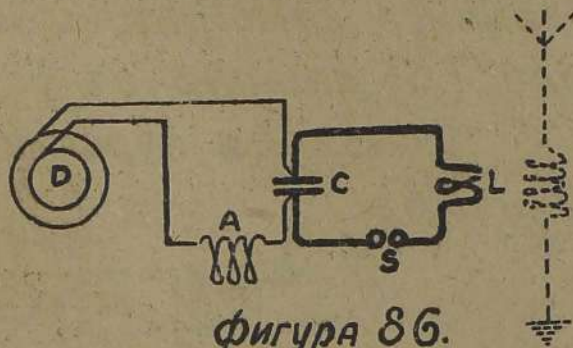
Мы уже выяснили, что частота колебательной цѣпи во много сѣтъ разъ больше частоты альтернатора. Поэтому очевидно, что значенія емкости и самоиндукціи должны быть различны въ обоихъ случаяхъ.

315. Схема на фигурѣ 85, показываетъ что конденсаторъ одинъ и тотъ же, какъ для цѣпи низкой частоты, такъ и для цѣпи высокой частоты. Поэтому ясно, что вслѣдствіе разницы въ частотѣ обѣихъ цѣпей, самоиндукція цѣпи низкой частоты должна быть во много разъ больше самоиндукціи цѣпи высокой частоты.

316. Мы не можемъ измѣнить емкость конденсатора такъ, чтобы она соответствовала бы частотѣ альтернатора при данной его самоиндукціи, потому что при этомъ измѣнилась бы и длина волны, на которую настроена колебательная цѣпь. Поэтому, для полученія резонанса въ цѣпи низкой частоты, необходимо или мѣнять частоту альтернатора или же самоиндукцію заряжающей цѣпи.

317. Частота динамо въ свою очередь зависитъ главнымъ образомъ отъ той частоты искръ, которую мы хотимъ получить. Поэтому на практикѣ оказалось, что какъ емкость, такъ и частота должны быть болѣе или менѣе опредѣленными. Такимъ образомъ, остается единственный способъ для полученія резонанса въ цѣпи низкой частоты - это измѣненіе ея самоиндукціи.

318. Обратимся теперь къ фигурѣ 86. Особая катушка самоиндукціи или „дроссельная катушка“ А можетъ быть включена въ цѣпь низкой частоты безъ всякаго нарушенія частоты и слѣдовательно длины волны колебательной цѣпи. Этотъ способъ чаще всего примѣняется для полученія резонанса въ цѣпи низкой частоты передатчика безпроводнаго телеграфа, когда для питанія цѣпи примѣняется альтернаторъ.



фигура 86.

319. Возьмемъ практической примѣръ и вычислимъ относительныя величины самоиндукцій обѣихъ цѣпей.

Допустимъ, что передатчикъ безпроводнаго телеграфа долженъ работать длинной волной въ 300 метровъ. Допустимъ, что частота альтернатора 200 періодовъ въ секунду, а емкость конденсатора 0,005 микрофарадъ.

320. Примѣняя формулу (А) приведенную въ § 312, получимъ $L_{(mf)} = \frac{\lambda^2_m}{(1885)^2 C_{(mf)}}$ Эта формула даетъ значеніе самоиндукціи $L_{(mf)}$ въ микрогенри, длина волны должна быть при этомъ въ метрахъ и емкость въ микрофарадахъ. Поэтому этой формулой съ успѣхомъ можно воспользоваться для вычисленія величины самоиндукціи, когда заранѣе дается длина волны и величина емкости.

321. Подставивъ въ § 319 величины длины волны для емкости, получимъ $L = \frac{(300)^2}{(1885)^2 \times 0,005} = 5 \text{ микрогенри (приб.)}$

322. Въ случаѣ цѣпи низкой частоты заданными величинами будутъ частота и емкость. Поэтому въ этомъ случаѣ для расчета потребной для резонанса самоиндукціи можно примѣнить формулу (В) данную въ § 313.

Произведя перестановку въ этой формулѣ получимъ

$$L_{(mH)} = \frac{9 \times 10^{16}}{n^2 \times (1885)^2 \times C_{(mf)}}$$

гдѣ самоиндукція L - въ микрогенри, частота n - число періодовъ въ сек. и емкость C - въ микрофарадахъ.

323. Подставивъ данныя въ § 319 величины для частоты и емкости, получимъ:

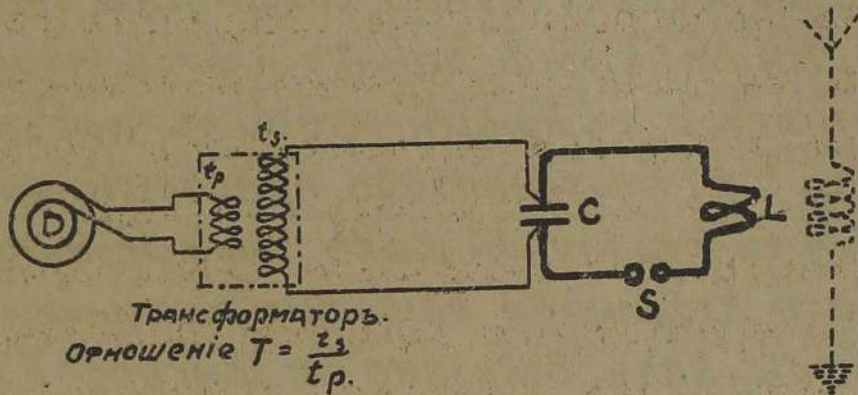
$$L = \frac{9 \cdot 10^{16}}{(200)^2 \times (1885)^2 \times 0,005} = 127 \times 10^6 \text{ микрогенри. (приб.)}$$

324. Отсюда ясно, что въ приведенномъ выше примѣрѣ въ частномъ случаѣ, величина самоиндукціи необходимая для полученія резонанса въ цѣпи низкой частоты, будетъ въ 25.000.000 разъ больше самоиндукціи колебательной цѣпи, которая настроена на длину волны въ 300 метровъ.

325. Благодаря относительно небольшой величинѣ самоиндукціи катушекъ примѣняемыхъ на практикѣ въ колебательныхъ цѣпяхъ, обычно принимается за единицу самоиндукціи при описаніи колебательныхъ цѣпей микрогенри, который равенъ одной милліонной части одного генри.

326. Имѣя дѣло съ цѣпями низкой частоты,

принято для удобства брать за единицу самоиндукции генри; такимъ образомъ въ вышеприведенномъ примѣрѣ самоиндукцію цѣпи альтернатора опредѣлили бы какъ равную 127 генри, а самоиндук-



фигура 87.

цію колебательной цѣпи, какъ равную 5 микрогенри.

327. Въ параграфѣ 318 мы отмѣтили, что обычный методъ полученія резонанса въ цѣпи низкой частоты состоитъ во включеніи катушки самоиндукціи или какъ ее обыкновенно называютъ реактивной катушки, послѣдовательно съ альтернаторомъ. Величина полной самоиндукціи, необходимая для достиженія резонанса зависитъ, какъ мы показали, отъ числа періодовъ альтернатора и емкости заряженнаго ею конденсатора. Однако, реактивная катушка должна дать лишь часть этой самоиндукціи, потому что обмотки арматуры альтернатора самыя по себѣ обладаютъ большою самоиндукціей, а такъ какъ эти обмотки участвуютъ въ цѣпи заряженія, то ихъ самоиндукція образуетъ часть полной самоиндукціи цѣпи. Реактивныя катушки должны по-

этому лишь покрыть разницу между требуемой полной самоиндукцией и самоиндукцией, которою обладает арматура альтернатора.

328. Эти соображенія предполагаютъ что альтернаторъ непосредственно соединенъ съ конденсаторомъ. На практикѣ однако альтернаторъ всегда соединяется съ конденсаторомъ черезъ трансформаторъ, т. е. альтернаторъ присоединяется къ зажимамъ первичной цѣпи трансформатора, а зажимы его вторичной обмотки соединены съ конденсаторомъ, какъ показано на фигурѣ 87.

329. Цѣль этого станетъ очевидной, если мы возьмемъ практической примѣръ и вычислимъ величину напряженія, до котораго долженъ быть заряженъ конденсаторъ. Положимъ что тотъ передатчикъ, который мы рассматривали въ параграфѣ 318, имѣетъ мощность въ 0,5 KW (500 ваттъ).

330. Но въ началѣ книги мы показали, что мощность, сообщаемая колебательной цѣпи, пропорціональна емкости конденсатора, квадрату напряженія до котораго заряжается конденсаторъ и числу разрядовъ конденсатора въ секунду.

331. Если мощность выразить въ ваттахъ, а емкость въ фарадахъ, то

$$W = \frac{1}{2} C V^2 S;$$

гдѣ W = мощность въ ваттахъ;

C = емкость въ фарадахъ;

S = число разрядовъ конденсатора въ секунду, или другими словами, число искръ въ секунду

V = напряженіе, до котораго заряжается

конденсаторъ или $W = \frac{1}{2} \frac{CV^2S}{10^6}$, гдѣ C емкость въ МИКРОФАРАДАХЪ.

332. Прилагая эту формулу къ разсматриваемому примѣру и предполагая, что искровой промежутокъ такъ урегулированъ, что пробивается каждый полуперіодъ, вслѣдствіи чего получается частота искръ 400 въ секунду, равная удвоенной частотѣ альтернатора, можно вычислить изъ приведенной формулы, что напряженіе до котораго долженъ заряжаться конденсаторъ въ 005 микрофарадъ за каждый полуперіодъ равно 23000 вольтъ (приблизительно).

333. По причинамъ, которыя мы уже разъяснили (см. § 279), если цѣпь низкой частоты настроена въ резонансъ съ числомъ періодовъ альтернатора, то напряженіе до котораго зарядится конденсаторъ въ концѣ перваго полуперіода, будетъ приблизительно въ 2, 3 раза больше эффективной Э. Д. С. альтернатора. Въ этомъ случаѣ, слѣдовательно, потребуется альтернаторъ могущій дать 10000 вольтъ.

334. Но постройка небольшого альтернатора, дающаго столь высокое напряженіе, представила бы весьма значительныя затрудненія, въ особенности въ отношеніи изоляціи обмотокъ. Къ тому же испытывалось бы значительное затрудненіе въ проектированіи телеграфнаго ключа, который годился бы для быстраго прерыванія цѣпи низкой частоты и работа на которомъ была бы вполне безопасна.

335. Изъ этихъ и другихъ соображеній при-

нято, чтобы альтернаторъ давалъ гораздо меньшее напряжение, а для полученія требуемаго напряжения конденсатора пользуются повышающимъ трансформаторомъ.

336. Можетъ оказаться затруднительнымъ съ перваго взгляда оцѣнить общій результатъ введенія трансформатора въ питательную цѣпь.

Прежде всего, имѣется самоиндукція самого трансформатора, которая въ зависимости отъ его выполненія можетъ быть или не быть значительной. Въ §§ 178 до 183, описывая трансформаторъ, мы показали, что его эффе́ктивная самоиндукція всецѣло зависитъ отъ магнитной утечки въ контуръ магнитнаго потока въ желѣзъ и какъ можно контролировать утечку въ широкихъ предѣлахъ надлежащей конструкціей прибора.

337. Во всякомъ случаѣ, какою бы самоиндукціей не обладалъ употребляемый нами трансформаторъ, она прибавляется къ самоиндукціи альтернатора, такъ что какая либо дополнительная самоиндукція въ видѣ реактивныхъ катушекъ, включаемыхъ въ цѣпь, должна быть лишь такой величины, чтобы покрыть разницу между самоиндукціей, необходимою для осуществленія резонанса и самоиндукціею, представляемою трансформаторомъ и альтернаторомъ

338. Во вторыхъ, введеніе трансформатора въ заряжающую цѣпь совершенно измѣняетъ эффе́ктивную величину самоиндукціи альтернатора или какой либо другой самоиндукціи, введенной въ первичную цѣпь.

Глава тридцать седьмая.

Вліяніе коэффіціента трансформаціи на резонансъ въ цѣпи низкой частоты.

339. Обращаясь снова къ фигурѣ 87, мы видимъ, что когда пользуются трансформаторомъ для полученія необходимаго напряженія въ конденсаторѣ, цѣпь низкой частоты раздѣляется на двѣ отдѣльныя части, именно: цѣпь низкаго напряженія, состоящая изъ альтернатора и первичной обмотки трансформатора и цѣпь высокаго напряженія, состоящая изъ вторичной обмотки трансформатора и конденсатора. Эти двѣ цѣпи настолько тѣсно связаны вмѣстѣ индуктивно, что ихъ можно разсматривать какъ одну цѣпь, поскольку рѣчь идетъ о резонансѣ; т. е. всякая самоиндукція и емкость, включенная въ первичную цѣпь, будетъ оказывать на естественный періодъ цѣпи такое же вліяніе, какъ если бы во вторичную цѣпь была включена эквивалентная самоиндукція или емкость.

340. Мы употребляли названіе „эквивалентный“ потому, что какъ емкость такъ и самоиндукція будутъ имѣть совершенно различныя эффефективныя значенія въ обѣихъ цѣпяхъ. Относительная ихъ величина зависитъ отъ относительныхъ величинъ напряженія и тока въ первичной и вторичной цѣпяхъ трансформатора или другими словами, отъ коэффіціента трансформаціи.

341. Если мы предположимъ, что первичная

обмотка трансформатора является обмоткой низкого напряженія и что вторичная обмотка есть обмотка высокаго напряженія, т.е. что трансформаторъ является добавочнымъ трансформаторомъ, какъ это обычно бываетъ въ радіотелеграфныхъ передатчикахъ и если коэффициентъ трансформации равенъ „Т“, то можно показать, что какая-нибудь самоиндукция, соединенная послѣдовательно съ первичною обмоткою, будетъ оказывать на естественное число періодовъ цѣпи такое же дѣйствіе, какъ если бы въ T^2 разъ большая самоиндукция была включена во вторичную цѣпь.

Далѣе можно показать, что конденсаторъ будучи включенъ въ первичную цѣпь окажетъ на естественное число періодовъ цѣпи такое же дѣйствіе, какъ и включенный во вторичную цѣпь конденсаторъ съ T^2 разъ меньшею емкостью.

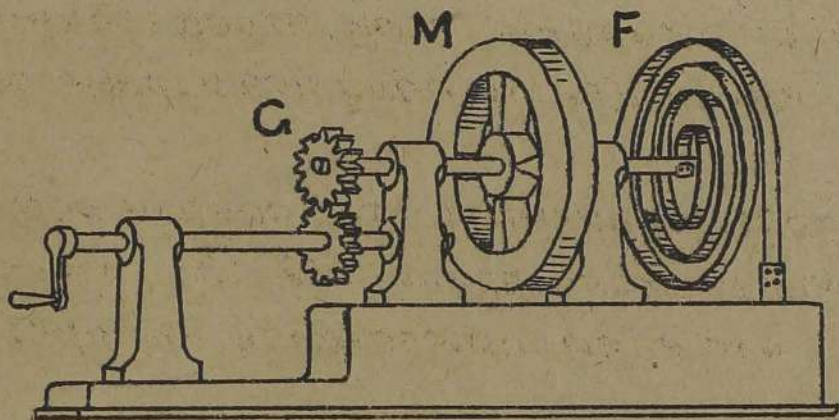
342. Это свойство трансформатора можетъ на первый взглядъ показаться страннымъ но въ механической системѣ можно установить совершенно аналогичныя условія и можетъ быть легче будетъ понять положеніе дѣль, если сначала мы разберемъ механической случай.

343. Описывая теорію трансформатора въ § 176, мы сравнивали дѣйствіе его въ электрической цѣпи съ дѣйствіемъ зубчатой передачи въ механической системѣ; читатель теперь уже хорошо знакомъ съ электрическими эквивалентами механическихъ свойствъ массы, упругости, вращающаго момента и числа

оборотовъ въ минуту.

344. Вообразимъ теперь механическую систему, которая должна изображать нашу электрическую цепь. Она показана на фигурѣ 88, гдѣ рукоятка, представляющая средство приложить моментъ вращенія, устроена на томъ, что мы можемъ назвать ведущимъ или **Первичнымъ валомъ** передачи **Б**, а на ведомомъ или **Вторичномъ валу** передачи закрѣплены маховое колесо **М** и пружина **Ф**.

345. Если передаточное число единица, то очевидно, что всякій приложенный къ первичному ва-



Фигура 88.

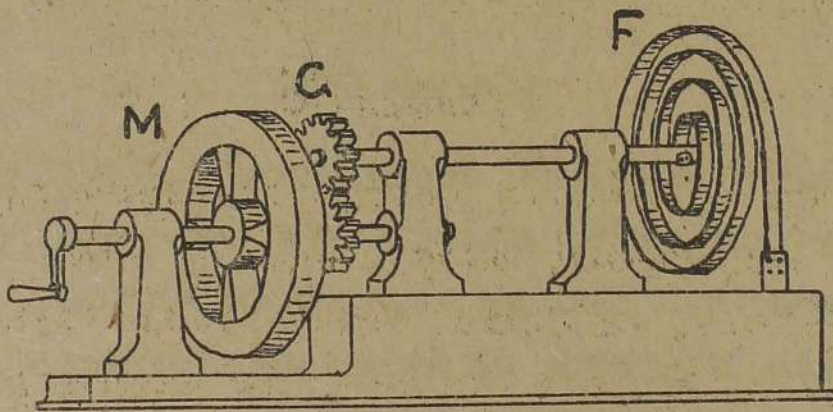
лу вращающій моментъ передается зубчатую передачею къ вторичному валу, имѣя на немъ ту же самую величину. Далѣе, число оборотовъ первичнаго вала будетъ въ каждый моментъ равно такому вторичнаго вала.

346. Если теперь мы произведемъ съ этой механической системой, тѣ самые опыты, которые описаны въ §§ 247 по 275, то получимъ результаты, въ точности сходные съ указанными въ тѣхъ опытахъ. Оказывается, что оба вала и зубчатая пе-

редача ведутъ себя точно такъ, какъ если бы они образовывали только одинъ жесткій валъ, за однимъ исключеніемъ, что въ этомъ случаѣ первичный валъ вращается въ направленіи противоположномъ вторичному валу. Мы желаемъ обратить вниманіе читателя именно на то, что собственный періодъ системы будетъ оставаться тѣмъ же самымъ, будутъ ли маховое колесо и пружина закрѣплены на вторичномъ валу, какъ показано на фигурѣ 88, или маховикъ на первичномъ валу, а пружина на вторичномъ валу, какъ показано на фигурѣ 89.

Съ другой стороны, если передаточное число не равно единицѣ, то получатся иные результаты.

347. Чтобы объяснить это, предположимъ что передаточное число равно 1:2. Въ этомъ случаѣ очевидно, что если приложить къ первичному



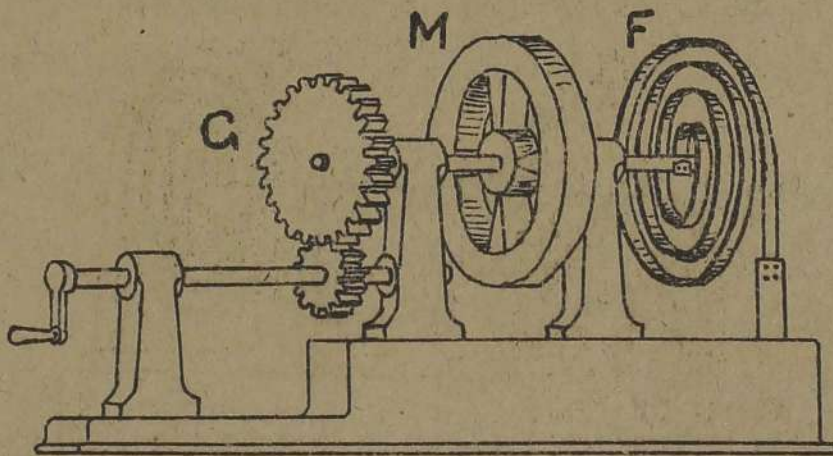
фигура 89.

валу нѣкоторый вращающій моментъ, то зубчатая передача передастъ вторичному валу вращающій моментъ вдвое большій и обрат-

но: приложенный къ вторичному валу моментъ передать первичному валу моментъ, вдвое меньшій. Также за каждый оборотъ сдѣланный первичнымъ валомъ, вторичный валъ повернется лишь на полъ оборота, изъ чего слѣдуетъ, что въ каждый моментъ угловая скорость первичнаго вала будетъ вдвое больше, чѣмъ вторичнаго вала.

Сначала разберемъ тотъ случай, когда маховикъ и пружина устроены на вторичномъ валу, какъ показано на фигурѣ 90.

348. Теперь если приложить къ рукояткѣ постоянный вращающій моментъ, то оба вала будутъ вращаться (въ противоположныхъ направлѣнїяхъ), причемъ первичный валъ будетъ вращаться вдвое быстрее вторичнаго вала. Далѣе, быстрота съ которою они вращаются будетъ возрастать, пока обратный вращающій моментъ, производимый пружиною, не уравнивается приложеннаго вращающаго момента. После этого



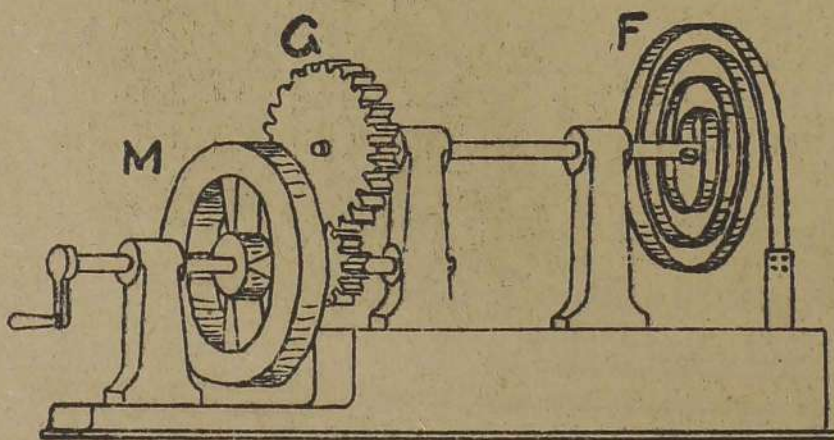
фигура 90.

скорость вращенія падаетъ до тѣхъ поръ, пока оба вала не успокоятся.

349. Хотя благодаря передаточному числу, вращающій моментъ, приложенный къ вторичному валу, будетъ вдвое больше приложеннаго къ первичному валу, однако собственный періодъ системы будетъ такой же, какъ если бы тамъ не было зубчатой передачи, такъ какъ собственный періодъ колебаній, какъ объяснено въ § 262, совершенно не зависитъ отъ величины приложеннаго вращающаго момента.

Возьмемъ теперь случай, когда маховикъ закрѣпленъ на первичномъ валу, а пружина на вторичномъ валу, какъ показано на фигурѣ 91.

350. Если тотъ же постоянный вращающій моментъ, что и раньше, приложить къ первичному валу, то окажется (1), что степень возрастанія скорости маховика будетъ составлять лишь половину прежней степени возрастанія, такъ какъ степень возрастанія угловой скорости зависитъ отъ



Фигура 91.

величины приложеннаго вращающаго момента, а благодаря дѣйствию зубчатой передачи вращающій моментъ, приложенный къ маховику, былъ вдвое больше приложеннаго крутящаго момента, тогда какъ въ другомъ случаѣ онъ лишь равенъ ему.

351. (2) Число оборотовъ, которое долженъ сдѣлать вторичный валъ, прежде чѣмъ обратный вращающій моментъ пружины уравновѣситъ приложенный моментъ будетъ тотъ же, что и въ случаѣ, когда маховикъ былъ на вторичномъ валу, такъ какъ въ обоихъ случаяхъ пружина укрѣплена на вторичномъ валу.

352. (3). Такъ какъ маховикъ теперь укрѣпленъ на первичномъ валу и такъ какъ число оборотовъ, сдѣланные первичнымъ валомъ, благодаря дѣйствию зубчатой передачи вдвое больше числа оборотовъ вторичнаго вала, то изъ (2) слѣдуетъ, что въ этомъ случаѣ маховикъ долженъ сдѣлать двойное число оборотовъ, прежде чѣмъ обратный вращающій моментъ пружины уравновѣситъ приложенный вращающій моментъ, т.е. прежде чѣмъ маховикъ достигнетъ своей максимальной скорости.

353. На первый взглядъ казалось бы изъ (1) и (3), что такъ какъ угловое ускореніе маховика теперь составляетъ лишь половину прежняго и такъ какъ число оборотовъ, которое ему придется сдѣлать, вдвое больше прежняго, то поэтому для достиженія максимальной ско-

рости маховику потребуется вчетверо больше времени и что поэтому собственный период системы долженъ былъ бы быть вчетверо больше.

354. Это было бы справедливо только въ томъ случаѣ, если бы требуемая продолжительность времени была прямо пропорціональна числу сдѣланныхъ оборотовъ и обратно пропорціональна степени возрастанія скорости, т.е. если $t = \frac{R}{i}$, гдѣ t - продолжительность времени, i - степень возрастанія скорости, R - число сдѣланныхъ оборотовъ.

355. Это однако не вѣрно, потому что если степень возрастанія скорости меньше, то время, потребное для совершенія даннаго числа оборотовъ больше, поэтому скорость будетъ возрастать втеченіе пропорціонально большаго промежутка времени. Теперь, число совершенныхъ оборотовъ будетъ равно произведенію средней скорости вращенія на продолжительность времени, втеченіе котораго она возрастаетъ. Изъ этого слѣдуетъ, что число оборотовъ (R) равно средней степени возрастанія скорости вращенія, умноженной на (время)². Иначе говоря вмѣсто:

$$t = \frac{R}{i}, \text{ фактически } t = \sqrt{\frac{R}{i}}.$$

356. Прилагая эту формулу къ тому опыту, когда маховикъ и пружина укрѣплены на вторичномъ валу; если мы примемъ степень возрастанія скорости вращенія маховика равной 1, и число оборотовъ, имъ совершаемое до достиженія имъ максимальной скорости, тоже равнымъ 1, то мы получаемъ $t = \sqrt{\frac{1}{1}} = 1$.

357. Во второмъ же случаѣ, когда маховикъ укрѣпленъ на первичномъ валу, уравненіе получается слѣдующее :

$$t = \sqrt{\frac{2}{\frac{1}{2}}} = 2.$$

358. Итакъ, мы видимъ, что укрѣпляя тотъ же маховикъ на первичномъ валу вмѣсто вторичнаго вала при передаточномъ числѣ 2, мы удваиваемъ собственный періодъ колебаній системы, какъ одного цѣлаго.

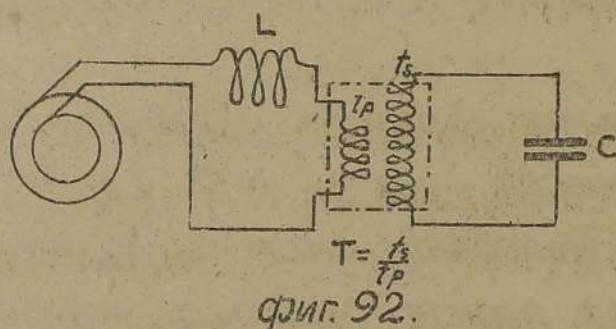
359. Подобнымъ образомъ оказалось бы, что если передаточное число будетъ не 2:1, а 4:1, то собственный періодъ колебаній системъ возрастетъ въ четыре раза ; и беря другіе примѣры, можно показать, что если маховикъ укрѣпленъ на первичномъ валу, а пружина на вторичномъ валу, то собственный періодъ системы будетъ всегда въ G разъ больше, чѣмъ тогда, когда маховикъ и пружина укрѣплены на томъ же валу ; здѣсь G - передаточное число.

360. Совершенно аналогичные результаты получаются въ электрической цѣпи, состоящей изъ самоиндукціи L и конденсатора C , если трансформаторъ включить въ цѣпь, какъ показано на фиг. 92.

361. Въ такомъ случаѣ собственный періодъ цѣпи, если вся самоиндукція включена въ первичную, а вся емкость во вторичную цѣпь трансформатора, какъ показано на фиг. 92, будетъ въ T разъ больше, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда и самоиндукція и конденсаторъ включены во вторичную цѣпь, какъ показано на фиг. 93, гдѣ T есть

коэффициентъ трансформации.

362. Изъ этого легко видѣть, что такая цѣпь будетъ вести себя какъ простая цѣпь, состоящая лишь изъ конденсатора и самоиндукціи, иначе говоря, она будетъ имѣть опредѣленный собственный періодъ, зависящій отъ величины самоиндук-



ціи и величины емкости. Но такъ какъ дѣйствіе данной самоиндукціи зависитъ отъ того, включена ли она въ первичную или во вторичную цѣпь, то мы должны принять въ расчетъ и роль трансформатора.

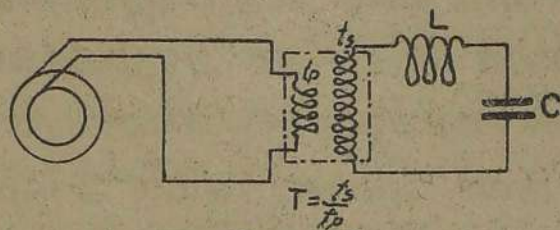
363. Но собственный періодъ P такой электрической цѣпи, какъ мы показали прежде, пропорционаленъ длинѣ волны λ . И такъ какъ $\lambda \propto \sqrt{CL}$, то, следовательно и $P \propto \sqrt{CL}$; и поэтому $L \propto \frac{P^2}{C}$, откуда очевидно, что самоиндукція цѣпи, въ которой емкость постоянна, пропорциональна квадрату собственного періода.

Но мы показали, что собственный періодъ цѣпи, показанный на фиг. 92, уменьшится въ T разъ, если самоиндукцію L включить во вторичную цѣпь, какъ показано на фиг. 93.

364. Отсюда слѣдуетъ, что эффективная величина самоиндукціи L въ T^2 разъ больше, если она включена въ первичную цѣпь, чѣмъ

если она включена во вторичную цепь.

365. Другими словами, если конденсаторъ включить во вторичную цепь или цепь высокаго напря-



Фиг. 93.

женія, то введеніе нѣкоторой самоиндукціи въ первичную цепь или цепь малаго напряженія производитъ такое же дѣйствіе, что и введеніе въ T^2 разъ большей самоиндукціи во вторичную цепь. Подобнымъ образомъ, включеніе въ первичную цепь конденсатора производитъ такое же дѣйствіе, что и включеніе конденсатора съ емкостью въ T^2 разъ меньшей, во вторичную цепь.

Это явленіе можно также показать, рассматривая вопросъ съ точки зрѣнія энергіи.

366. Когда въ первичной цепи протекаетъ токъ, то въ ней запасено нѣкоторое количество энергіи, зависящее отъ силы тока и самоиндукціи цепи, въ которой онъ протекаетъ. Если L_p представляетъ самоиндукцію первичной цепи, а i_p представляетъ первичный токъ, то его энергія въ нѣкоторый моментъ будетъ $E = \frac{1}{2} L_p i_p$.

367. Подобнымъ образомъ, энергія во вторичной цепи будетъ $E = \frac{1}{2} L_s i_s^2$, гдѣ L_s есть самоиндукція, а i_s токъ во вторичной цепи. Теперь, энергія въ дѣйствительности распределяется по

всей цепи, какъ одному цѣлому, и трансформаторъ просто измѣняетъ ея пропорціи, но имѣя дѣло съ нею, мы можемъ упростить вычисленія, считая что она или вся содержится въ первичной цепи или вся - во вторичной цепи. Такимъ образомъ если мы будемъ считать ее находящейся въ первичной цепи, то $E = \frac{1}{2} L_p i_p^2$, а если считать ее находящейся во вторичной цепи, то $E = \frac{1}{2} L_s i_s^2$. Такъ какъ величина энергіи одинакова въ обоихъ случаяхъ, то изъ этого слѣдуетъ, что $L_s i_s^2 = L_p i_p^2$.

368. Но относительная величина токовъ въ обѣихъ цепяхъ, какъ мы показали, пропорціональна коэффициенту трансформации, такъ что $i_p = i_s \times T$, гдѣ T -коэффициентъ трансформации.

369 Такимъ образомъ, подставляя эти значенія въ данное выше уравненіе, мы можемъ получить два уравненія, одно изъ которыхъ даетъ величину самоиндукціи во вторичной цепи, выраженную черезъ первичную самоиндукцію и коэффициентъ трансформации, а другое даетъ эквивалентную величину самоиндукціи первичной цепи, выраженную черезъ вторичную самоиндукцію и коэффициентъ трансформации, такъ какъ:

$$L_s i_s^2 = L_p i_p^2$$

но

$$i_p = (i_s \times T),$$

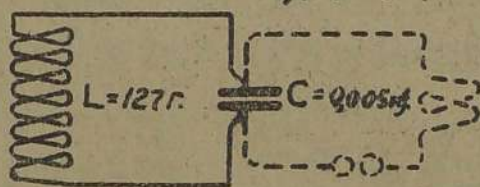
$$\therefore L_s i_s^2 = L_p (i_s \times T)^2 = L_p i_s^2 \times T^2,$$

$$\therefore L_s = L_p \times T^2;$$

или перенося, $L_p = \frac{L_s}{T^2}$.

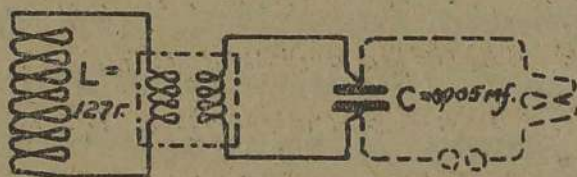
370. Мы теперь можемъ видѣть, какъ это пра-

вило можно приложить къ некоторому практическому случаю. Возьмемъ какъ примѣръ тотъ частный случай, который мы разсматривали въ § 318, гдѣ цѣпь питанія состояла изъ альтернатора, присоединеннаго къ конденсатору черезъ реактивную катушку. Мы можемъ замѣнить эту цѣпь, поскольку рѣчь идетъ объ ея естественномъ періодѣ, цѣпью ей эквивалентной, состоящею изъ самоиндукціи, присоединенной къ конденсатору, какъ показано на фигурѣ 94, гдѣ самоиндукція L представляетъ суммарную самоиндукцію аль-



$n = 200 \sim$

тернатора и реактивной катушки, которая въ этомъ частномъ случаѣ составляетъ 127 генри, а емкость C представляетъ емкость конденсатора, заряжаемаго альтернаторомъ; емкость въ этомъ случаѣ равна 0,005 микрофарадъ. Естественная частота этой цѣпи,



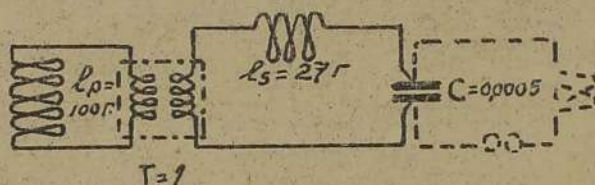
$n = 200 \sim$

фиг. 95.

какъ мы показали, равна 200 періодовъ въ секунду.

371. Если мы теперь разъединимъ конденсаторъ отъ самоиндукціи и присоединимъ самоиндукцію къ первичной обмоткѣ трансформатора, а конденсаторъ къ вторичной обмоткѣ трансформатора,

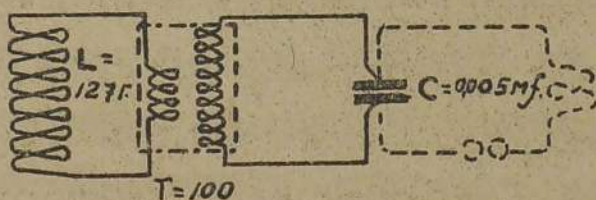
какъ показано на фигуру 95, то цѣпь, какъ одно цѣлое, все же будетъ имѣть нѣкоторую естественную частоту. Если коэффициентъ трансформации равенъ 1:1, то есть, если $T=1$, и если въ трансформаторѣ нѣтъ магнитной утечки, то естественная частота будетъ точно такая же, какъ когда былъ прямо соединенъ съ самоиндукціею. Такимъ образомъ оказывается, что въ этомъ случаѣ трансформаторъ не оказываетъ вліянія на естественную частоту колебаній. Очевидно поэтому, что мы можемъ помѣстить часть или всю самоиндукцію во вторичную цѣпь трансформатора, какъ показано на фиг. 96



$n = 200 \sim$
фиг. 96.

и естественная частота будетъ оставаться та же, поскольку и сумма обѣихъ самоиндукцій L_p и L_s будетъ оставаться прежней.

372. Если однако, коэффициентъ трансформации равенъ не 1:1, а 1:100 и если опять такъ и самоиндукція вся включена въ первичную цѣпь, а конденсаторъ весь включенъ во вторичную цѣпь, какъ показано на фигуру 97, тогда естественная частота



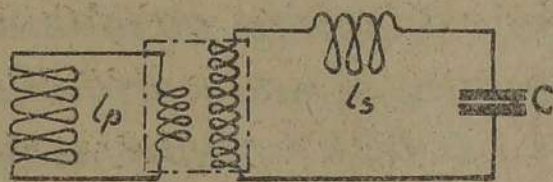
$n = 2 \sim$
фиг. 97.

будетъ въ 100разъ меньше, потому что цѣпь будетъ вести себя такъ, какъ есая бы или самоиндукція, въ 10000 разъ большая чѣмъ L (т.е. 1,270,000 генри) была присоединена къ конденсатору C , или конденсаторъ съ емкостью, въ 10000 разъ большей, чѣмъ C (т.е. 50 микрофарадъ) была присоединена къ самоиндукціи L .

373. Опять такъ и если въ этомъ случаѣ, вмѣсто того, чтобы оставлять всю самоиндукцію въ первичной цѣпи трансформатора, мы ее раздѣлимъ на две части, какъ прежде и оставимъ l_p въ первичной цѣпи, а l_s внесемъ во вторичную цѣпь, какъ показано на фиг. 98, то изъ вышеизложеннаго очевидно, что естественная частота цѣпи будетъ тогда такая же, какъ и у цѣпи, состоящей изъ той же емкости C и самоиндукціи въ $10000(l_p + l_s)$ или какъ у цѣпи, состоящей изъ самоиндукціи $l_p + \frac{l_s}{10000}$ и емкости въ $10000 C$.

374. Посмотримъ теперь, какъ это вліяетъ на расчетъ передатчика, показаннаго на фиг.

97. Если, какъ раньше, емкость конденсатора равна 0,005 мф., а число періодовъ альтернатора 200, то, какъ мы показали въ § 323, необходимо имѣть въ питательной цѣпи, какъ од-



$T = 100.$

фиг. 98.

номъ цѣломъ самоиндукцію въ 127 генри для того, чтобы получить резонансъ.

375. Если альтернаторъ прямо соединить съ конденсаторомъ, то эту величину самоиндукціи пришлось бы составить изъ самоиндукціи альтернатора и реактивной катушки; но если, какъ въ данномъ случаѣ, мы пользуемся трансформаторомъ для повышенія напряженія, приложеннаго къ конденсатору, то полная самоиндукція, если бы вся она заключалась въ первичной цѣпи, должна была бы составлять лишь $\frac{1}{72}$ отъ 127 генри. И такъ, въ данномъ случаѣ, если коэффициентъ трансформации равенъ 100, то самоиндукція альтернатора и реактивной катушки должна быть равной $\frac{127}{10000} = 0,0127$ генри.

376. Съ другой стороны, если бы всю самоиндукцію можно было включить во вторичную цѣпь, то она должна была бы составлять 127 генри; но такъ какъ альтернаторъ самъ обладаетъ значительной самоиндукціей, то необходимая для включенія во вторичную цѣпь самоиндукція составитъ 127 генри минусъ увеличенная въ 10000 разъ самоиндукція альтернатора.

377. Такимъ образомъ, если самоиндукція альтернатора въ этомъ случаѣ равна, скажемъ, 0,01 генри (что является подходящею величиною), то мы можемъ получить резонансъ или включая въ первичную цѣпь самоиндукцію въ $0,0127 - 0,01 = 0,0027$ генри или включая во вторичную цѣпь самоиндукцію въ $127 - (0,01 \times 10000) = 27$ генри.

378. На первый взгляд казалось бы гораздо экономичнее в отношении расхода материала, поместить всю самоиндукцию в первичную цепь, но это не совсем так по следующей причине: если коэффициент трансформации 100, то ток во вторичной цепи будет в 100 раз слабее тока в первичной; так что проволока, намотанная на катушку вторичной самоиндукции, может иметь в 100 раз меньшее сечение чем та, которая понадобилась бы для первичной катушки самоиндукции; таким образом, можно грубо принять, что в пространство, занятое первичными витками, можно было бы поместить в 100 раз большее число витков вторичной проволоки.

379. Далее, самоиндукция катушки, грубо пропорциональна квадрату числа витков, так что для того чтобы получить в 10000 раз большую самоиндукцию, нам потребуется взять только в 100 раз большее число витков, которые, так как она намотана из проволоки в 100 раз меньшего сечения, можно поместить приблизительно в такое же пространство как и первичные витки.

Глава тридцать восьмая.

Установка резонанса в питательной цепи.

380. Не всегда возможно, проектируя трансформатор, точно оценить, какая будет самоиндукция отдельных частей цепи: альтернатора, трансформатора, реактивных катушек и проч.

Далѣе, хотя приборы и сдѣланы по одному и тому же проекту, но они не всегда будутъ имѣть точно тѣ же значенія самоиндукціи по причинѣ небольшой разницы въ выполненіи и матеріалѣ. Поэтому, обычно устраиваютъ такъ, что нѣкоторая **Пере-
мѣнная** самоиндукція или реактивная катушка включена или въ первичную или во вторичную цѣпь трансформатора. Когда же по той или другой причинѣ нежелательно или непрактично включать переменную реактивную катушку, то устраиваютъ альтернаторъ, трансформаторъ и другія части цѣпи такъ, чтобы они давали самоиндукцію, весьма близкую къ требуемой, а окончательная установка въ настройкѣ цѣпи низкой частоты совершается путемъ измененія числа оборотовъ альтернатора, пока его число періодовъ не будетъ въ резонансъ съ цѣпью.

381. Этотъ методъ, однако, допускаетъ лишь очень ограниченное варьированіе. Прежде всего, если число оборотовъ альтернатора увеличивать или уменьшать, чтобы получить большую или меньшую частоту, то напряженіе, производимое альтернаторомъ, тоже будетъ соответственно повышаться и понижаться. Это въ свою очередь, будетъ дѣйствовать въ направленіи увеличенія или уменьшенія мощности установки передатчика, что по очевиднымъ основаніямъ, нежелательно.

382. Включая послѣдовательно съ электромагнитами альтернатора, регулируемое сопротивленіе или реостатъ, можно достигъ того, что даваемое аль-

тернаторомъ напряженіе будетъ оставаться постояннымъ. Это возможно только при условіи, что скорость альтернатора будетъ заключаться въ извѣстныхъ предѣлахъ. Въ виду этого необходимо, чтобы общая величина всей самоиндукціи заряжающей цѣпи была бы точно рассчитана. Впрочемъ измѣненіе скорости альтернатора въ извѣстныхъ предѣлахъ является весьма удобнымъ способомъ для полученія наилучшаго резонанса.

Глава тридцать девятая.

Искровой разрядникъ.

383. Включеніе искрового промежутка въ колебательную цѣпь даетъ конденсатору возможность получить первоначальный зарядъ электричества. При этомъ искровой промежутокъ образуетъ перерывъ цѣпи, безъ котораго получилось бы короткое замыканіе конденсатора. При критическомъ напряженіи, зависящемъ отъ длины промежутка, изолирующій слой воздуха пробивается и проскакиваетъ искра; причемъ промежутокъ мгновенно превращается въ проводникъ. Вслѣдъ за этимъ конденсаторъ разряжается черезъ катушку самоиндукціи и въ цѣпи появляется переменный токъ.

Глава сороковая.

Общее требованіе для искрового промежутка.

384. Разъ пробить изолирующій слой воздуха,

то достаточно весьма небольшого тока, чтобы поддерживать искру.

Разсмотримъ теперь какова продолжительность времени, потребнаго для того, чтобы искровому промежутку вернулись бы его изолирующія способности, послѣ прекращенія тока въ цѣпи разрядника.

385. Высокая температура, образующаяся при проскакиваніи искры въ моментъ разряда, достаточна для того, чтобы обратить въ пары частицы металла, изъ котораго сдѣланы электроды разрядника. Этотъ, обращенный въ пары, металлъ весьма проводимъ и переносится токомъ черезъ промежутокъ такъ, что образуетъ проводящій мостикъ отъ одного электрода къ другому.

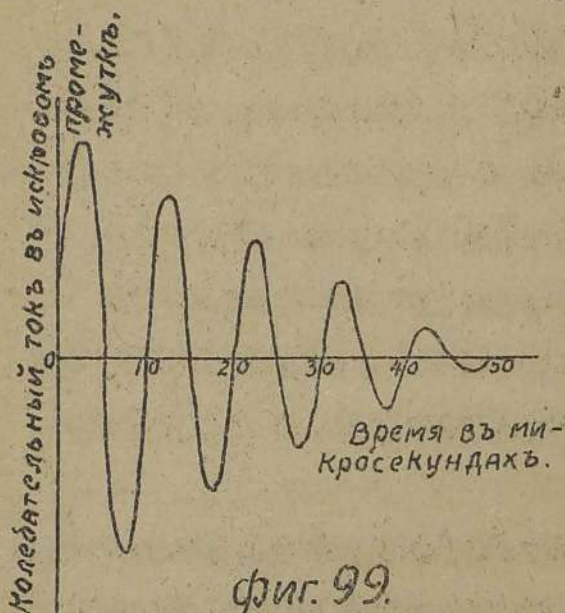
386. Пока известнѣйшій минимумъ силы тока проходитъ черезъ промежутокъ, онъ оказывается въ состояніи поддерживать существованіе этихъ паровъ и проводящій мостикъ не можетъ прерваться. Но какъ только токъ или прекращается или по какимъ нибудь причинамъ падаетъ ниже критической величины, окружающій воздухъ быстро охлаждаетъ пары металловъ, который сгущается на окружающихъ предметахъ. Проводящій мостикъ при этомъ прерывается и исчезаетъ.

387. Очевидно, что послѣ того, какъ сила тока становится ниже критической величины, время потребное для того, чтобы промежутку вернулось бы его первоначальное непроводящее

состояние, будет зависеть отъ быстроты съ которой охлаждаются пары. Впрочемъ, прежде чѣмъ продолжать разбирать вопросъ объ охлажденіи или „гашеніи“ искры, какъ это иногда называютъ, мы должны сперва ясно уяснить себѣ насколько быстро она должна охлаждаться въ передатчикахъ безпроводнаго телеграфа.

388. Разсмотримъ случай простой воздушной сѣти. Колебательная цѣпь состоитъ изъ воздушнаго провода, соединеннаго съ заземленіемъ черезъ искровой промежутокъ, къ которому присоединена индукціонная катушка. Получаемые въ подобной цѣпи колебательные токи затухаютъ отъ потери энергіи, частью на излученіе, частью же на сопротивленіе самой воздушной цѣпи.

389. Предположимъ, что въ данномъ случаѣ затуханіе таково, что въ цѣпи успѣютъ произойти пять полныхъ колебаній, прежде чѣмъ израсходуется вся энергія. Допустимъ, что длина волны нашей воздушной сѣти будетъ 1000 футъ. Такъ какъ требуется около ста тысячъ колебаній въ секунду, чтобы получить эту длину волны, то промежутокъ времени необходимый для полныхъ пяти колебаній будетъ $\frac{5}{100000}$ часть одной секунды или 50 микросекундъ. При этихъ условіяхъ кривая, выражающая колебаніе тока воздушной цѣпи, получитъ форму, изображенную на рисункѣ 99, гдѣ каждое дѣленіе горизонтальной оси соотвѣтствуетъ 5-ти микросекундамъ.



фиг. 99.

390. Возвращаясь теперь къ разсмотрѣнію этой кривой, увидимъ, что токъ, проходящій черезъ промежутокъ, достигаетъ нулевого значенія въ концѣ каждой половины одного колебанія. Поэтому, если искра охлаждается настолько быстро, что какъ только токъ достигнетъ

нулевого значенія, нарушится проводящій мостикъ, то въ воздушной сѣти вообще не можетъ получиться колебаній. Это въ свою очередь, поведетъ къ тому, что изъ воздушной сѣти не будетъ излученія электромагнитныхъ волнъ. Впрочемъ, вообще говоря трудно и почти невозможно устроить такой искровой промежутокъ, который настолько быстро охлаждался бы и гасилъ искру.

391. Въ общемъ можно сказать, что промежутокъ времени необходимый для того, чтобы погасить искру въ передатчикѣ беспроволочнаго телеграфа, долженъ быть таковъ, чтобы не препятствовалъ существованію колебательнаго тока. Необходимо указать здѣсь относительныя величины тока, въ моментъ заряда конденсатора и разряда его черезъ колебательную цѣпь.

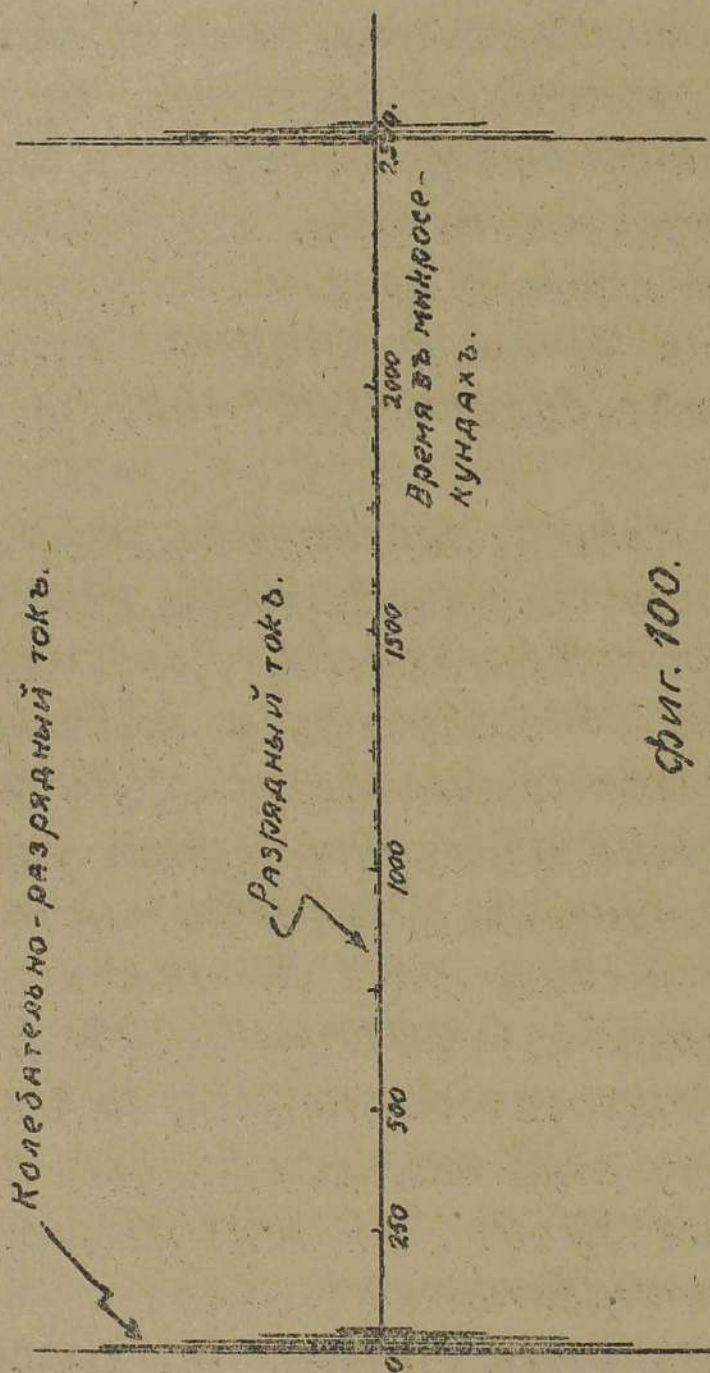
392. Разберемъ подробнѣе примѣръ, который только что разсматривали. Возьмемъ колебательную цѣпь, частота которой 100000

полныхъ колебаній въ секунду и конденсаторъ, который заряжается 400 разъ въ секунду. Предположимъ, что процессъ заряда происходитъ въ теченіи всего промежутка времени между отдѣльными разрядами. Если допустить, что вполнѣ заряженный конденсаторъ содержитъ 0,001 кулоновъ электричества, то ясно, что это количество электричества должно протечь въ конденсаторъ за время $\frac{1}{400}$ секунды, и средняя величина силы тока заряда будетъ $0,001 \times 400$ (амп.) = 0,4 ампера.

393. Какъ только проскочила искра, конденсаторъ начинаетъ разряжаться въ теченіи всего перваго полуколебанія, а т.к. частота полныхъ колебаній 100.000 въ секунду, то то-же самое количество электричества, т.е. $\frac{1}{1000}$ кулона, пройдетъ въ колебательной цѣпи черезъ искровой промежутокъ за $\frac{1}{200.000}$ часть секунды. Величина силы тока за I полуколебаніе при разрядѣ будетъ $0,001 \times 200.000 = 200$ амперъ. Такимъ образомъ очевидно, что въ этомъ частномъ случаѣ сила разряднаго тока за I полуколебаніе будетъ въ 500 разъ больше, чѣмъ сила заряжающаго тока.

394. На черт. 100-мъ мы постарались графически изобразить относительныя величины заряжающаго и разряднаго токовъ и сравнить съ полнымъ періодомъ заряда, что онъ показываетъ весьма короткіе промежутки времени, въ теченіи которыхъ происходитъ колебательный разрядъ. Разница между этими

величинами такъ велика, что пришлось изобразить зарядный токъ въ 10 разъ большею масштабомъ, чѣмъ токъ колебательнаго разряда.

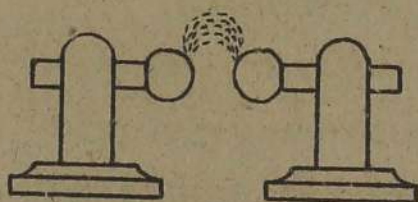


395. Вслѣдствіи такой незначительной продолжительности колебательнаго разряда и весьма сильнаго тока, существованіе разряда оказывае- ся весьма замѣтнымъ. Проводящій мостикъ, об-

разованный при разрядѣ, но имѣеть времени образоваться вполнѣ и разрушается весьма быстро вмѣстѣ съ прекращеніемъ тока. Разрядъ поэтому издаетъ весьма характерный звукъ, подобный щелканію бича, цвѣтъ же разряда интенсивно бѣлый. Такой разрядъ называется „искровымъ“, для отличія его отъ описаннаго выше дугового разряда.

396. Если частота искры очень значительна или же другія причины вліяють настолько сильно, что проводящій мостикъ не успѣваетъ разрушиться, прежде чѣмъ начнется новый процессъ заряда, то зарядный токъ можетъ пойти черезъ промежутокъ. Сравнительно долгій промежутокъ времени въ теченіи котораго токъ будетъ поддерживаться въ промежуткѣ, послужитъ причиной того, что большое количество металла обратится въ пары. При этомъ измѣнится внѣшній видъ разряда, онъ станетъ подобенъ пламени и звукъ при этомъ сдѣлается глухимъ и шипящимъ.

397. Если подобный разрядъ получается въ искровомъ промежуткѣ горизонтальнаго разрядника, какъ показано на черт. 101, то теченіе воздуха, получающееся отъ повышенія температуры при разрядѣ, заставляетъ послѣдній „выгибаться“ посерединѣ вверхъ и образовать дугу. По этой причинѣ по-



фиг. 101.

добный разрядъ обычно называется „дуговымъ“. Характеръ этихъ разрядовъ будетъ измѣняться въ зависимости отъ величины силы тока, протекающаго черезъ промежутокъ,

отъ продолжительности разряда и отъ природы металловъ изъ которбхъ сдѣланы электроды. Однако, хотя между характеристикой искры и дуги есть весьма замѣтная разница, тѣмъ не менѣе нельзя провести строгой границы, гдѣ именно кончается разрядъ искровой и начинается дуговой. На практикѣ впрочемъ при известной опытности въ обращеніи съ разрядниками небольшое присутствіе дугowego разряда въ искрѣ можетъ быть легко открыто по звуку и по внѣшнему виду.

398. Если слѣдующій импульсъ заряда произойдетъ раньше, чѣмъ нарушится проводимость промежутка, то заряжающій токъ вмѣсто того, чтобы течь въ конденсаторъ или въ воздушную сѣть, потечетъ черезъ проводящій мостикъ промежутка. Другими словами, конденсаторъ будетъ накоротко замкнутъ промежуткомъ въ теченіи всего времени заряда. Если примемъ, что частота искры генератора, заряжающаго воздушную сѣть, будетъ 400, то очевидно, что отъ начала одного ряда колебаній до начала слѣдующаго пройдетъ $\frac{1}{400}$ -ая доля сек., т.е. 2500 микросекундъ. Изъ этого времени, какъ указывалось въ нашемъ примѣрѣ, необходимо около 50-ти микросекундъ для того, чтобы колебательные токи въ цѣпи достигли нуля. Такимъ образомъ на разрушеніе проводящаго мостика у насъ останется около 2450 микросекундъ.

399. Если бы конденсаторъ заряжался мгновенно, то было бы достаточно этого промежутка времени. Однако на практикѣ, гдѣ обычно для зарядки конденсатора применяется альтернаторъ, на-

пряженіе и переменный токъ не возникаютъ мгновенно, а возрастаютъ непрерывно въ теченіи всего періода, какъ слѣдствіе этого напряженія. Впрочемъ на практикѣ оказалось, что проходитъ достаточно замѣтный промежутокъ времени, прежде чѣмъ сила тока въ альтернаторѣ возрастетъ въ достаточной степени, чтобы поддерживать существованіе металлическихъ паровъ, необходимыхъ для сохраненія въ цѣлости проводящаго мостика.

400. Поэтому очевидно, что искровой промежутокъ въ передатчикѣ долженъ охлаждаться весьма быстро, чтобы проводящій мостикъ могъ бы разрушиться, прежде чѣмъ зарядный токъ достигнетъ такого значенія, при которомъ мостикъ, образованный искрой, можетъ поддерживаться, не разрушаясь.

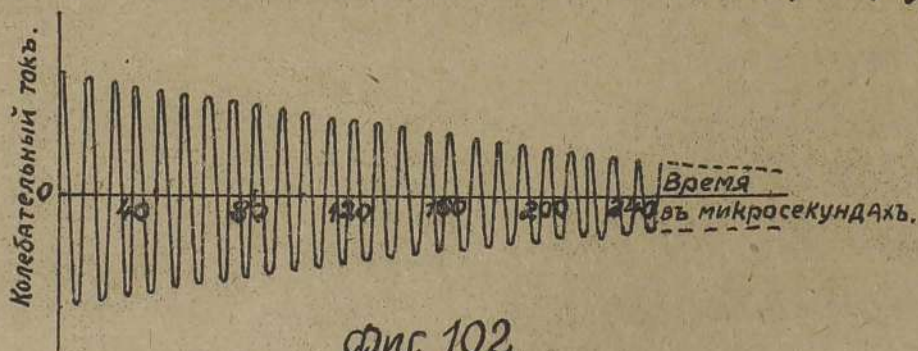
401. Если для заряда конденсатора примѣняется индукціонная катушка, то напряженіе и токъ не могутъ возникнуть въ теченіе нѣкотораго промежутка времени послѣ разряда. Зависитъ это отъ того, что послѣ разрыва тока у контактовъ индукціонной катушки необходимо нѣкоторое время для того, чтобы контакты соприкоснулись вновь. Поэтому очевидно, что задача охлажденія искрового промежутка передатчика питаемаго индукціонной катушкой гораздо проще, чѣмъ въ случаѣ альтернатора.

402. Таковы условія необходимыя для полученія ряда колебаній въ излучающей или открытой колебательной цѣпи. Совершенно тѣ же самые законы примѣнимы и для замкнутой колебатель-

ной цепи, но условия при этом будут несколько иными по следующим причинам:

403. Простая замкнутая колебательная цепь, состоящая из конденсатора и катушки самоиндукции не может излучать электрических волн на значительное пространство. Поэтому, если сопротивление замкнутой цепи незначительно и цепь не связана с воздушной цепью, то затухание колебаний будет весьма малым по сравнению с затуханием излучающей цепи. Если включить искровой промежуток в подобную цепь и как раньше подключить к нему индукционную катушку, то окажется, что каждая искра вызовет гораздо больший ряд колебаний (напр. 50-100 за каждую искру).

404. Черт. 102. показывает кривую колебаний, которая образуется при этих условиях. Очевидно, что величина охлаждения в этом случае должна быть больше, чем в случае колебаний с более сильным затуханием, как показано на черт. 99. Это происходит не только вследствие увеличения времени, потребного на колебание тока, отчего уменьшается время для **Г**АШЕНІЯ искры, но также и благодаря тому, что искра более продолжительна и парообразование электродов достигает такой величины, что для разрушения



Фиг. 102.

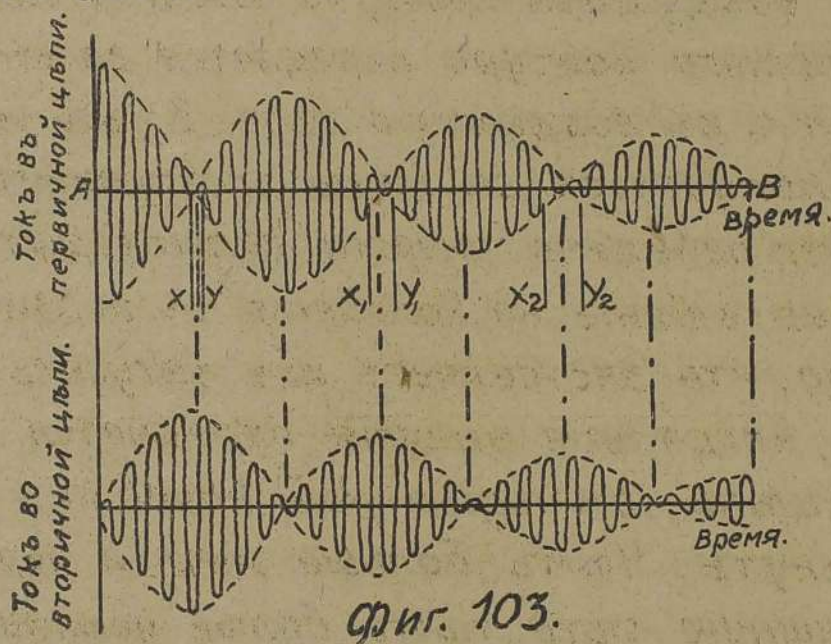
проводимаго мостика нужно больше времени или болѣе сильное охлажденіе. По этой причинѣ, когда искровой промежутокъ включенъ въ особый замкнутый контуръ, то иногда встрѣчаются затрудненія при уничтоженіи образованія дугового разряда.

405. Если присоединить замкнутую колебательную цѣпь къ воздушной сѣти, то энергія замкнутого или первичнаго контура передается во вторичный контуръ, т.е. въ воздушную сѣть. Здѣсь часть ея станетъ излучаться въ видѣ электромагнитныхъ волнъ. Эта передача энергіи происходитъ постепенно и ея вліяніе на колебанія въ первичной цѣпи таково, что заставляетъ ихъ затухать. Въ тотъ моментъ, когда вся энергія передается во вторичную цѣпь, въ первичной колебанія совершенно затухнутъ. Чѣмъ больше энергіи передается въ воздушную сѣть, тѣмъ болѣе усиливаются колебанія въ ней. Такимъ образомъ въ тотъ моментъ, когда колебанія въ первичной цѣпи совершенно затухнутъ, въ воздушной сѣти они достигнутъ своего максимума.

406. Съ этого момента энергія изъ воздушной сѣти постепенно начнетъ передаваться назадъ въ первичную цѣпь. Въ то время, когда происходятъ колебанія тока въ воздушной сѣти, часть энергіи излучается въ видѣ электромагнитныхъ волнъ, а только часть первоначальной энергіи, т.е. та, которая не успѣла еще излучиться, передается назадъ въ первичную цѣпь. Это переливаніе энергіи изъ одной цѣпи въ другую будетъ до тѣхъ поръ, пока вся энергія не излучится воздушной сѣтью

и не израсходуется (иначе) на потери въ сопротивленіяхъ обѣихъ цѣпей.

407. Черт. 103 даетъ кривыя колебанія тока, происходящаго при этихъ условіяхъ попеременно въ двухъ цѣпяхъ. Верхняя діаграмма изображаетъ колебанія въ первичной цѣпи, а нижняя изображаетъ колебанія въ воздушной сѣти.



Фиг. 103.

408. Сколько разъ энергія будетъ передаваться изъ одной цѣпи въ другую, прежде чѣмъ она совершенно излучится, будетъ зависеть отъ двухъ причинъ: 1) отъ величины энергіи, излучаемой сѣтью, 2) отъ связи между двумя цѣпями. Чѣмъ скорѣе излучаетъ сѣть (а это зависитъ отъ вида сѣти), тѣмъ меньше будетъ число передачъ энергіи, ибо вся энергія будетъ излучена за болѣе короткій промежутокъ времени. Съ другой стороны, чѣмъ болѣе связь между двумя цѣпями, тѣмъ скорѣе энергія будетъ передаваться изъ одной цѣпи въ другую. Поэтому тѣмъ большее число разъ будетъ имѣть мѣсто эта передача, прежде чѣмъ

излучится вся энергія.

409. Теперь, очевидно что эта передача энергіи взадь и впередь возможна только при условіи, что проводящій мостикъ въ промежуткѣ поддерживается въ теченіи всего времени колебаній, т. е. съ момента А по моментъ В, черт. 103. Нужно замѣтить однако, что всякій разъ, когда въ первичной цѣпи нѣтъ энергіи, то за непродолжительное время черезъ искровой промежутокъ проходитъ весьма слабый токъ. По обѣ стороны точки, соответствующей нулю, имѣется достаточный промежутокъ времени, въ теченіи котораго среднее значеніе силы тока, проходящаго черезъ искровой промежутокъ, само по себѣ недостаточно для поддержанія проводящаго мостика. Такъ наприкладъ: въ случаѣ указанномъ на черт. 103, въ теченіи времени $X-U$, X_1-U_1 , X_2-U_2 среднее значеніе силы тока, проходящаго черезъ промежутокъ, недостаточно для поддержанія проводящаго мостика.

410. Въ параграфѣ 387 уже выяснили, что необходимо время для того, чтобы промежутку вернулось его непроводящее состояніе, послѣ того, какъ токъ въ немъ упалъ до минимальнаго критическаго значенія, зависящаго отъ степени до которой промежутокъ уже охлажденъ.

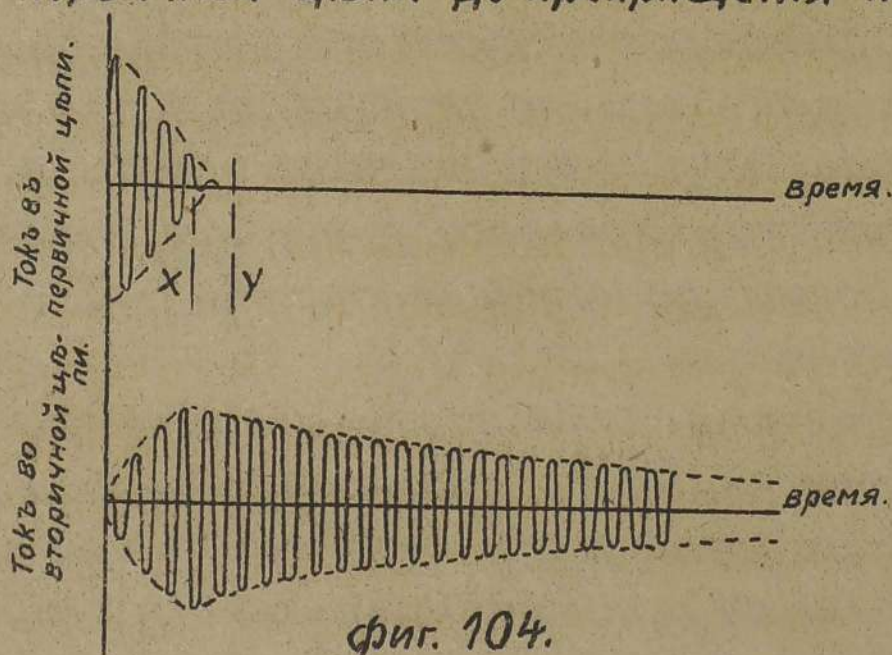
411. Поэтому, если этотъ промежутокъ окажется большимъ, чѣмъ промежутки $X-U$, X_1-U_1 и X_2-U_2 , то свободный переходъ энергіи изъ одной цѣпи въ другую, какъ было описано въ пре-

дыдущемъ параграфѣ, окажется возможнымъ.

412. Искра, имѣющая подобную характеристику, известна подѣ названіемъ **УСТОЙЧИВОЙ**. Какъ результатъ связи двухъ цѣпей при этихъ условіяхъ получается двойная волна, о чемъ говорилось раньше.

413. Если промежутокъ разсчитанъ такъ, что необходимо меньше времени, чѣмъ $X-U$ для того, чтобы разрушился проводящій мостикъ, то картина явленія совершенно мѣняется. Очевидно, что какъ только вся энергія перейдетъ въ воздушную сѣть, проводимость промежутка нарушится и энергія, которая находится теперь въ воздушной сѣти не будетъ въ состояніи вернуться въ первичную цѣпь. Поэтому токъ будетъ продолжать колебаться въ воздушной сѣти, пока вся энергія не израсходуется на образованіе электромагнитныхъ волнъ и на потери въ сопротивленіяхъ.

414. Въ этомъ случаѣ діаграмма колебаній тока въ двухъ цѣпяхъ будетъ такой, какъ показано на черт. 104. Верхняя діаграмма изображаетъ колебанія въ первичной цѣпи до прекращенія искры въ



фиг. 104.

моментъ X, нижняя діаграмма соотвѣтствуетъ колебаніямъ вторичной цѣпи.

415. Искра, имѣющая подобную характеристику извѣстна подъ названіемъ **ЗАТУХАЮЩЕЙ ИСКРЫ** (искра съ ударнымъ возбужденіемъ). Результатъ связи двухъ цѣпей при этихъ условіяхъ будетъ тотъ, что образуется только одна волна; ибо, какъ только искра затухла, что происходитъ послѣ первыхъ трехъ-четырехъ колебаній, ВОЗДУШНАЯ СЛѢТЬ СМОЖЕТЪ СВОБОДНО ПРОДОЛЖАТЬ КОЛЕБАТЬСЯ СО СВОЕЙ СОБСТВЕННОЙ ЧАСТОТОЙ.

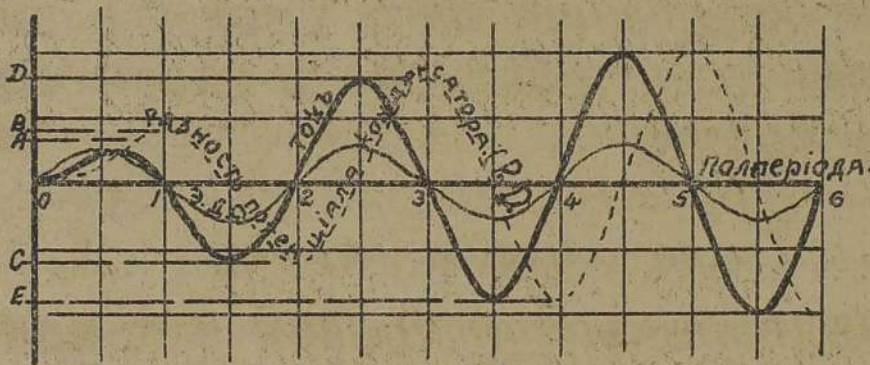
Глава сорокъ первая.

Неподвижный искровой разрядникъ.

416. Простѣйшій видъ неударнаго искрового разрядника представляютъ изъ себя два металлическихъ шара, къ которымъ присоединена колебательная цѣпь. Эти шары обычно устраиваются на изолирующихъ подставкахъ, при чемъ разстояніе между ними можетъ измѣняться. Уничтоженіе дугообразованія между ними зависитъ отъ охлаждающаго дѣйствія окружающаго воздуха. Теченіе воздуха, образующееся отъ высокой температуры искры, однако недостаточно для того, чтобы потушить сильное стремленіе къ дугообразованію и оно можетъ съ пользою примѣняться только тогда, когда частота искръ весьма мала. Исключеніе представляютъ тѣ случаи, когда для питанія колебательной цѣпи примѣняется индукціонная катушка. Въ этомъ случаѣ короткій промежутокъ времени съ момента проска-

киванія искры и до начала слѣдующаго импульса, (см. § 401) даетъ возможность простому промежутку работать при сравнительно частой искрѣ.

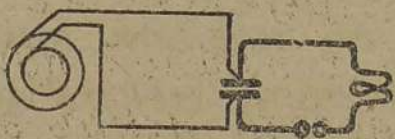
417. Во всякомъ случаѣ весьма существенно, тщательно подобрать длину искры. Необходимость этого станетъ ясна, если обратимся къ кривымъ резонанса, о которыхъ говорили въ § 255 и 291 и которыя снова изображены на черт. 105.



фиг. 105.

418. При зарядѣ конденсатора напряженіе, которое равно также напряженію на зажимахъ искрового промежутка, повышается за каждые полпериода до все высшаго и высшаго значенія, которое приближается къ извѣстному предѣлу, но никогда не достигаетъ его. После пятаго полупериода величина слѣдующихъ амплитудъ на практикѣ можетъ считаться одинаковой.

419. Разсматривая цѣпь низкой частоты, изображенную на черт. 106, увидимъ, что искровой промежутокъ присоединенъ къ конденсатору (весьма малая самоиндукція первичной обмотки вариометра не принимается во вниманіе постольку, поскольку это касается тока низкой частоты). Поэтому, какъ только проско-



фиг. 106.

читать искра, конденсаторъ можно разсматривать, какъ будто онъ замкнутъ накоротко черезъ промежутокъ. Пока же не проскочила искра НАПРЯЖЕНІЕ НА ЗАЖИМАХЪ КОНДЕНСАТОРА БУДЕТЪ РАВНО НАПРЯЖЕНІЮ НА ЗАЖИМАХЪ ИСКРОВОГО ПРОМЕЖУТКА.

420. Такъ какъ напряженіе, при которомъ пробивается данный искровой промежутокъ, зависитъ отъ длины воздушнаго зазора, то можно подобрать искровой промежутокъ соответственно любой точкѣ кривой напряженія.

421. Предположимъ, что длина промежутка такова, что она пробивается при напряженіи, выраженномъ черезъ высоту линіи А на черт. 105. Очевидно, что въ этомъ случаѣ искра проскочитъ прежде чѣмъ кривая конденсатора РД достигнетъ своего максимальнаго значенія, а также ПРЕЖДЕ ЧѢМЪ ВЕЛИЧИНА СИЛЫ ТОКА ИДУЩАГО ОТЪ ГЕНЕРАТОРА КЪ КОНДЕНСАТОРУ ДОСТИГНЕТЪ НУЛЯ.

Этотъ токъ, который иначе пошелъ бы на зарядку конденсатора, теперь пойдетъ вмѣстѣ съ разрядомъ черезъ промежутокъ и тѣмъ самымъ будетъ достаточно долгое время поддерживать дугообразованіе, такъ что установится проводящій мостикъ пара, котораго охлаждающее вліяніе воздуха не будетъ въ состояніи разрушить до слѣдующаго заряднаго импульса.

422. Если же промежутокъ устроенъ такъ, что пробивается при напряженіи, выраженномъ черезъ высоту линіи В, черт. 105, то искра проскочитъ какъ разъ въ тотъ моментъ, когда кривая конденсатора РД достигла своего максимума и когда токъ, идущій отъ генера-

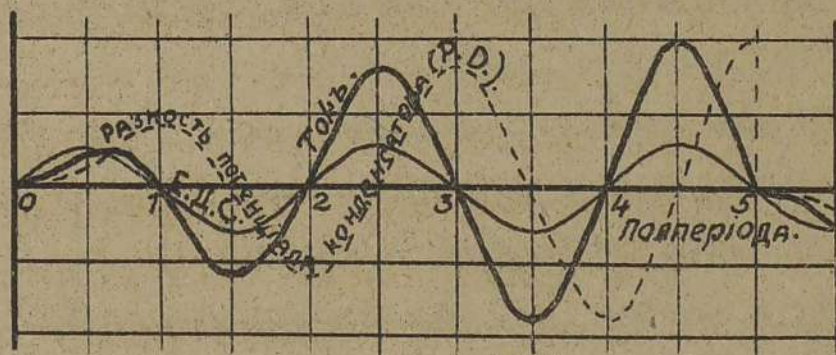
тора равенъ нулю. Кривая, показывающая напряже-
ніе конденсатора $P.D.$ и кривая тока идущаго отъ гене-
ратора изображены на черт. 107. Разрядъ конденса-



фиг. 107.

тора показанъ прямой вертикальной линіей соответ-
ствующей паденію напряженія конденсатора до ну-
ля въ концъ каждого полу-періода. Въ дѣйстви-
тельности, конечно, разрядъ будетъ колебательный и
напряженіе на зажимахъ конденсатора повышается
и измѣняясь, падаетъ по обѣ стороны отъ нуля
нѣсколько разъ, прежде чѣмъ вся энергія уйдетъ
изъ щели. Однако, все-таки разрядъ кончается
въ теченіи значительно меньшаго промежутка вре-
мени по сравненіи со временемъ періода альтерна-
тора.

423. И такъ очевидно, что искровой промежутокъ мо-
жетъ быть устроенъ такъ, что будетъ пробиваться
при любомъ изъ напряженій изображенныхъ линіями
 C, D, E и F . Въ каждомъ изъ случаевъ искра будетъ
проскакивать въ тотъ моментъ, когда нѣтъ тока иду-
щаго отъ генератора. Черт. 108 показываетъ кривую,



фиг. 108.

изображающую явления въ конденсаторъ PD , если искровой промежутокъ устроенъ такъ, что пробивается при напряженіи D .

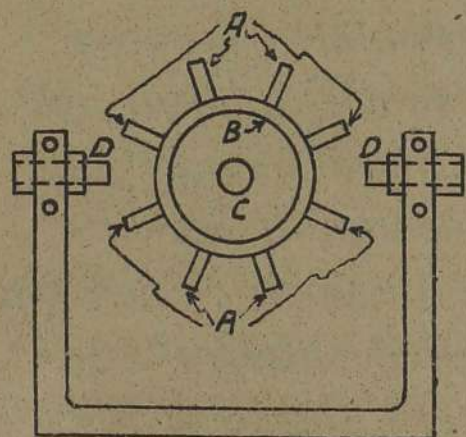
424. Уже указывалось на то, что охлаждающее дѣйствіе разрядника подобнаго рода не можетъ быть хорошимъ и по этой причинѣ частота искры, при которой онъ можетъ примѣняться съ пользой, весьма ограничена. На практикѣ оказалось, что можно работать съ частотой до 60 искръ въ сек. безъ склонности къ дугообразованію, предположивъ, что форма электродовъ соотвѣтствуетъ мощности и что они такъ установлены, что даютъ искру въ нужный моментъ.

Глава сорокъ вторая.

Вращающійся разрядникъ.

425. Пожалуй, наилучшій видъ разрядника—это вращающійся. Онъ состоитъ изъ ряда контактовъ или спиць A , выступающихъ изъ металлическаго обода, насаженнаго на изолированное колесо C , известное подъ названіемъ „дискового электрода“^{*)} (см. черт. 109).

Этотъ дискъ долженъ вращаться съ большой скоростью и насаживается на ось или небольшого мото-



фиг. 109.

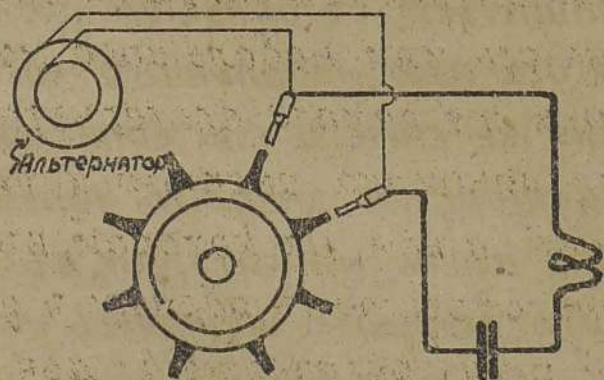
ра или же самого альтернатора, доставляющаго энергію колебательной цѣпи, на которой, въ соотвѣтственнымъ образомъ устроенной рамѣ, расположены два неподвижныхъ электрода D подъ определеннымъ угломъ такъ, что ихъ концы одновременно прихо-

*) Названіе, употребляемое въ Англіи.

дятся противъ пары контактовъ вращающагося диска. Если контакты вращающагося диска находятся на равныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга, а оба неподвижныхъ электрода установлены правильно, то въ теченіи полного оборота диска концы неподвижныхъ электродовъ будутъ нѣсколько разъ черезъ правильные промежутки времени одновременно встрѣчать концы двухъ электродовъ вращающагося диска.

426. Если въ этомъ положеніи длина неподвижныхъ электродовъ подобрана такъ, что они только едва не касаются диска, то очевидно, что при вращеніи диска длина промежутка между неподвижнымъ и вращающимися электродами будетъ все время мѣняться отъ ничтожнаго разстоянія до равнаго половинѣ разстоянія между двумя сосѣдними спицами. Не трудно понять способъ примѣненія такого разрядника въ колебательной цѣпи.

427. Два проводника идутъ отъ колебательной цѣпи и соединяются каждый съ однимъ изъ неподвижныхъ электродовъ, какъ показано на черт. 110.



фиг. 110.

428. Если дискъ находится въ положеніи, показанномъ на черт. 109, то воздушный промежутокъ между двумя неподвижными электродами слишкомъ великъ, для того, чтобы напряжение заряжающаго генератора могло бы пробить его. Поэтому токъ, полученный отъ динамо пойдетъ въ конденсаторъ

великъ, для того, чтобы напряжение заряжающаго генератора могло бы пробить его. Поэтому токъ, полученный отъ динамо пойдетъ въ конденсаторъ

и зарядить его. Процессъ заряженія будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока спицы вращающагося диска не приблизятся къ неподвижнымъ электродамъ настолько, что дадутъ возможность конденсатору разрядиться черезъ уменьшенный искровой промежутокъ. Если по какой нибудь причинѣ въ моментъ разряда, токъ еще идетъ отъ генератора, то дуга, которая вслѣдствіе этого тока образовалась между электродами при вращеніи диска, автоматически прерывается (благодаря увеличившемуся разстоянію между неподвижными электродами и вращающимися спицами). Потокъ воздуха, образованный отъ вращенія диска совершенно разрушаетъ проводящій мостикъ изъ металлическаго пара.

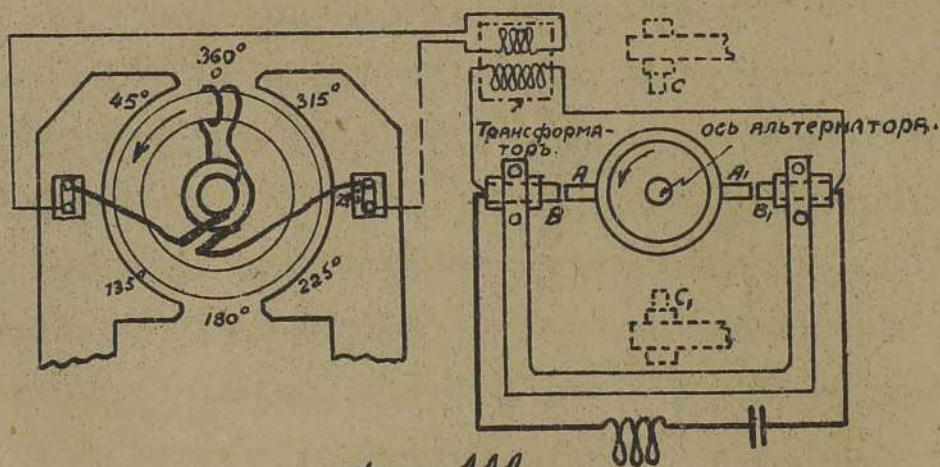
429. Отсюда ясно, что при вращающемся разрядникѣ, получающаяся дуга между электродами отъ тока, идущаго отъ генератора черезъ промежутокъ, прерывается отъ соединеннаго дѣйствія увеличенія длины дуги и отъ потока воздуха, получающагося при вращеніи диска.

430. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, чтобы улучшить обдуваніе электроды снабжаются крылаткой, но это не является необходимымъ, если встрѣча электродовъ синхронна съ перемѣнами тока альтернатора.

431. Разрушеніе дуги даетъ возможность конденсатору вновь зарядиться, прежде чѣмъ спицы диска приблизятся къ неподвижнымъ электродамъ, но для правильнаго дѣйствія разрядника этого не вполне достаточно. Если дуга образовалась даже на короткое время, то токъ отъ генератора

пройdetь черезъ искровой промежутокъ безъ всякой пользы, напрасно теряя много энергіи. Поэтому очевидно, что если можно устроить такъ, что въ тотъ моментъ, когда происходитъ разрядъ, никакой другой токъ кромь тока отъ конденсатора не можетъ итти черезъ искровой промежутокъ, то этимъ мы избежимъ всякой потери энергіи. Достичь этого съ дисковымъ разрядникомъ весьма просто.

432. Для простоты изложенія представимъ себѣ двухполюсный альтернаторъ, см. черт. 111, съ одной секціей обмотки. На оси этого альтернатора устроимъ дискъ съ двумя электродами A, A_1 укрепленными



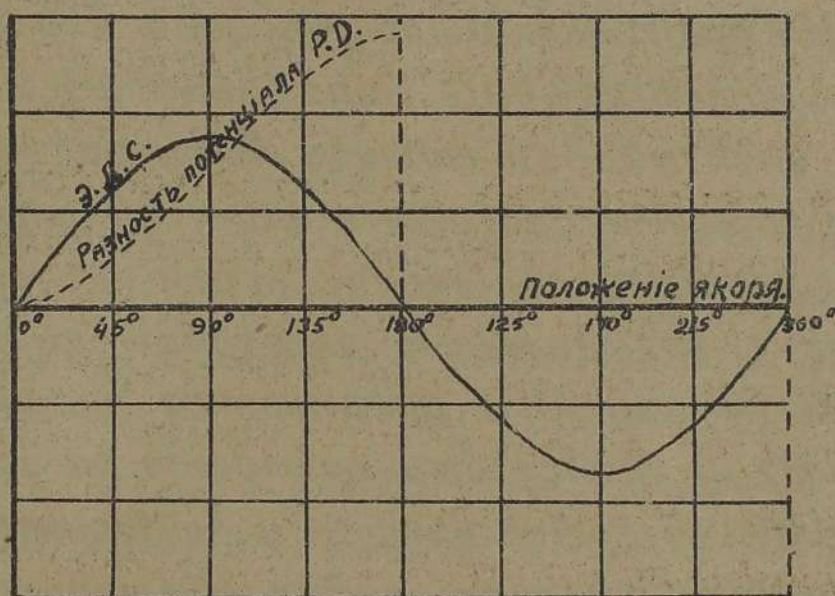
фиг. 111.

по периферіи точно другъ противъ друга. На этомъ чертежѣ дискъ и альтернаторъ помѣщены рядомъ другъ съ другомъ, чтобы избежать усложненія чертежа. Въ действительности дискъ насаженъ на ось якоря и вращается вмѣстѣ съ нимъ.

433. При этихъ условіяхъ расположеніе спиць диска относительно положенія секціи обмотки якоря будетъ всегда одинаковымъ. Если затѣмъ помѣстимъ два неподвижныхъ электрода B и B_1 въ такое положеніе, что они окажутся противъ

двух вращающихся спицъ A и A_1 , какъ разъ въ то время, когда катушка якоря находится въ положеніи 0° или 360° , то очевидно, что всякій разъ, когда секція находится въ этомъ положеніи, вращающіеся электроды будутъ противъ неподвижныхъ электродовъ, а всякій разъ когда секція якоря будетъ въ положеніи 180° , вращающіеся электроды снова окажутся противъ неподвижныхъ электродовъ.

434. Черт. 112 показываетъ значеніе Э.Д.С. альтернатора при различныхъ положеніяхъ катушки якоря такъ, что если относительное положеніе неподвижныхъ электродовъ къ подвижнымъ будетъ, какъ показано на черт. 111, гдѣ положеніе секціи



фиг. 112.

якоря по отношенію къ магнитному полю, изображено на томъ же чертежѣ, то ясно, что подвижные и неподвижные электроды встрѣтятся, когда Э.Д.С. динамо упадетъ до нуля и поэтому значеніе напряженія конденсатора PD достигнетъ максимума. Очевидно, что перемѣщая неподвижные электроды въ различныя положенія между B и C всегда точ-

но другъ противъ друга, можемъ устроить такъ, что неподвижные и подвижные электроды встрѣтятся въ желаемой точкѣ кривой Э.Д.С., показанной на черт. 112. Такъ, если ихъ перемѣстить въ положеніе C и C_1 , то электроды встрѣтятся, когда Э.Д.С. АЛЬТЕРНАТОРА достигнетъ максимума.

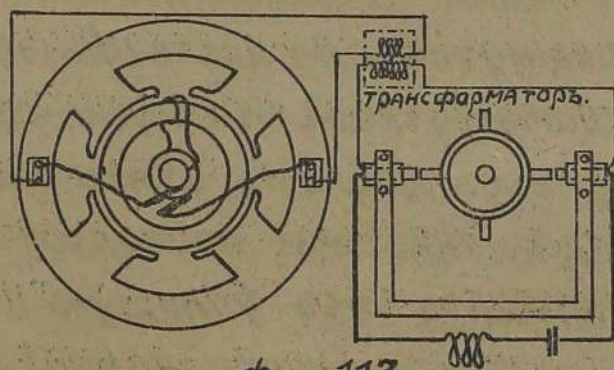
435. Если подберемъ ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНІЕ ЭЛЕКТРОДОВЪ такимъ образомъ, что въ тотъ моментъ, когда напряженіе конденсатора PD достигнетъ своего максимума, они подойдутъ другъ къ другу на разстояніе, при которомъ можетъ проскочить искра, то этотъ моментъ совпадетъ со временемъ, когда токъ идущій къ конденсатору равенъ нулю.

436. На практикѣ было найдено, что нужное относительное положеніе неподвижнаго и вращающагося электродовъ можетъ быть достигнуто наиболее удобнымъ способомъ, если укрѣпить дискъ въ опредѣленномъ положеніи на оси альтернатора и передвигать неподвижные электроды до тѣхъ поръ, пока они не займутъ правильнаго положенія. Съ подобнымъ устройствомъ возможно регулировать разрядникъ во время вращенія альтернатора съ полной скоростью, т.к. легко найти наилучшее положеніе электродовъ по звуку и виду искры. Отсюда ясно, что устройство это можетъ быть примѣнено и въ случаѣ многополюсныхъ альтернаторовъ.

437. Въ случаѣ четырехполюсной динамомашины, какъ показано на черт. 113, каждый оборотъ якоря будетъ давать четыре полъ-періода и поэтому условія будутъ тѣ же, какъ и въ описанномъ случаѣ, ЕСЛИ НА ДИСКЪ ПОМѢСТИМЪ ЧЕТЫРЕ ЭЛЕК-

ТРОДА. Электроды диска тогда встрѣтятъ неподвижные электроды четыре раза за каждый одинъ оборотъ. Поэтому число электродовъ на дискъ должно быть всегда равно числу полюсовъ альтернатора.

438. Подобный вращающийся разрядникъ, т.е. такой у котораго электроды устроены такъ, что ихъ размѣщеніе на дискъ соотвѣтствуетъ определенному расположенію витковъ обмотки и полюсовъ альтер-



фиг. 113.

натора, называется синхроннымъ разрядникомъ и частота искры въ немъ будетъ въ два раза больше частоты альтернатора, потому что получаемъ одну искру

за каждые полъ-періода.

439. Вращающийся разрядникъ применяется обычно для образованія искры съ ударнымъ возбужденіемъ. Его діаметръ, число электродовъ и разстояніе между нимъ рассчитывается такъ, чтобы они соотвѣтствовали даннымъ цѣпи, для которой онъ предназначается. Величина гасящаго эффекта, которая получается при этомъ, въ значительной степени зависитъ отъ скорости вращенія дисковыхъ электродовъ, т.к. при увеличеніи скорости вращенія не только усиливается дутье, но также измѣняется условіе, при которыхъ удлиняется искра.

440. Увеличеніемъ скорости вращенія диска, его діаметра и дутьемъ крылаткой, всегда можемъ достигъ желаемой степени гашенія искры.

Глава сорокъ третьяя.

Ударное возбужденіе искры.

441. Намъ известно, что гашеніе искры зависитъ отъ достаточно быстраго ея охлажденія. При вращающемся разрядникѣ, какъ указывалось въ предыдущей главѣ, нужное охлажденіе достигается увеличеніемъ діаметра диска.

442. Наиболее простой способъ заключается въ использованіи проводимости тепла металлами. Если раздѣлить искровой промежутокъ на достаточное число весьма короткихъ промежутковъ и соединить ихъ послѣдовательно другъ съ другомъ, взять электроды большого сѣченія для быстрой проводимости тепла отъ искры и придать имъ большую поверхность для дѣйствія охлаждающаго воздуха, то этимъ тоже можно достигъ желаемой степени гашенія искры.

443. Электроды разрядника для ударнаго возбужденія обычно дѣлаются изъ мѣди, которая наиболее легко проводитъ тепло. Электроды состоятъ изъ дисковъ, устроенныхъ такъ, что они могутъ быть уложены другъ на друга при составленіи разрядника. Между электродами прокладывается слюда такимъ образомъ, что остается металлическій ободокъ, образующій поверхность для полученія искры. Этотъ ободокъ отдѣленъ отъ ободка сосѣдняго электрода только тонкимъ слоемъ воздуха.

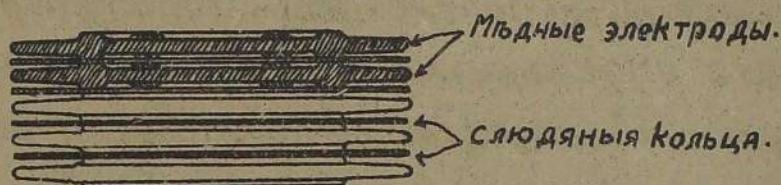
444. Черт. 114 показываетъ разръзъ одного изъ мѣдныхъ электродовъ, а черт. 115 показываетъ рядъ такихъ электродовъ, сложенныхъ вмѣстѣ и образующихъ полный разрядникъ.

При увеличеніи мощности размѣръ электродовъ увеличивается пропорціонально. Охлажденіе, излучающей тепло поверхности, обычно поддерживается вентиляторомъ или другимъ какимъ-нибудь искусственнымъ способомъ.



фиг. 114.

445. Для удовлетворительной работы подобнаго разрядника необходимо, чтобы искра между электро-



фиг. 115.

дами не проскакивала бы все время въ какомъ-нибудь опредѣленномъ мѣстѣ ободка. Это происходитъ обыкновенно въ томъ случаѣ если поверхности будутъ неровны. Во избѣжаніи этого, поверхности для образованія искры должны быть гладко отполированы и по мѣрѣ необходимости должны полироваться послѣ употребленія.

Глава сорокъ четвертая.

Воздушныя сѣти или антенны.

446. Воздушная сѣть или антенна любой радиостанціи имѣетъ слѣдующее назначеніе :

1) излучать энергію въ видѣ электромагнитныхъ волнъ и 2) поглотить часть энергіи, из-

лученной отдаленнымъ передатчикомъ.

Число станцій, имѣющихъ двѣ антенны, одну для передачи и другую для пріема, ограничено; дѣйствительно, большинство радіотелеграфныхъ станцій пользуется одной антенной для обѣихъ цѣлей, которая въ простѣйшемъ видѣ состоитъ изъ вертикальной кремнисто-бронзовой, мѣдной или алюминіевой проволоки, прикрѣпленной при помощи изолятора къ вершинѣ мачты или башни.

Опытъ и разсужденіе показываютъ, что различные типы антеннъ не излучаютъ одинаково интенсивно во всѣхъ направленіяхъ. Напримѣръ, антенна нѣкаго опредѣленнаго типа имѣетъ ясно выраженныя *направляющія свойства* и въ данномъ направленіи она будетъ излучать энергію съ большей интенсивностью, чѣмъ въ остальныхъ. Антенна же другого типа излучаетъ большую часть энергіи въ двухъ направленіяхъ. Кромѣ фактора излученія необходимо принять во вниманіе и *качество излучаемой волны по отношенію къ настройкѣ*, которыя имѣютъ нѣкоторое отношеніе къ расчету антенны. Поэтому желательно теперь же пересмотрѣть тѣ факторы, отъ которыхъ зависитъ выборъ антенны въ нѣкоторомъ частномъ случаѣ. Главные факторы, отъ которыхъ зависитъ этотъ выборъ, суть:

- 1) пространство, пригодное для ея установки,
- 2) сумма расходовъ на установку,
- 3) свойство излученія и
- 4) желаемая характеристика излучаемой волны („острая“, „свободная“ или „направленная“).

Размѣры антенны, независимо отъ перечисленныхъ со-

ображеній определяется слѣдующими факторами :

1) длиной волны, которую предполагается излучать и 2) пространствомъ, пригоднымъ для установки.

Воздушная сѣть, какъ мы уже указали, обладаетъ распределенными по ея длине емкостью и самоиндукціей, совокупность которыхъ даетъ въ случаѣ сообщенія ей электрическаго заряда определеннѣй періодъ колебаній. Эти колебанія создаютъ волнообразное движеніе, длина котораго связана слѣдующей зависимостью съ емкостью и самоиндукціей системы : если емкость (С) измѣрена въ фарадахъ, а самоиндукція (L) въ генри, то длина волны равна $4 \times V \times \sqrt{LC}$, гдѣ V = скорости распространенія электромагнитной волны въ эфирѣ (300 000 000 метр. въ секунду)

Длина излучаемой волны можетъ быть увеличена включеніемъ проволочной катушки (удлинительная катушка) у основанія воздушной сѣти и уменьшена включеніемъ конденсатора послѣдовательно съ воздушной сѣтью у ея основанія, но въ обоихъ случаяхъ, какъ будетъ изложено ниже, существуетъ определенная граница. Кроме того при концентраціи самоиндукціи у основанія воздушной сѣти предыдущая формула, служащая для определенія длины волны, должна быть преобразована слѣдующимъ образомъ : длина волны = $\frac{2\pi}{K} \times V \times \sqrt{LC}$, гдѣ поправка K есть отношеніе самоиндукціи катушки къ общей самоиндукціи антенны. Опытъ показываетъ, что антенну съ самоиндукціей нельзя заставлятъ излучать волну, длина которой превосходитъ собст-

венную длину волны антенны, больше чѣмъ въ четыре раза, такъ какъ дальнѣйшее увеличеніе значительно уменьшаетъ силу тока и дальность передачи. Дѣйствительно дальность передачи всегда оказывается наибольшей, если антенна излучаетъ волну, близкую по длинѣ къ ея собственной волнѣ. Трѣмъчленіе удлинительной самоиндукціи уменьшаетъ ея декрементъ, но не увеличиваетъ энергии колебаній. Поэтому слѣдуетъ избѣгать включеніе въ антенну передатчика значительной самоиндукціи. Увеличеніе самоиндукціи цѣпи антенны благопріятно до известнаго предѣла для качества излучаемой волны по отношенію къ настройкѣ, но за этимъ предѣломъ сила тока значительно уменьшается, если только емкость антенны не будетъ увеличена.

У основанія воздушной сѣти, конечно, включена въ качествѣ вторичной обмотки трансформатора колебаній нѣкоторая самоиндукція, но вообще говоря, она не должна превышать 10000 - 15000 сантиметровъ. Во всякомъ случаѣ длина воздушной сѣти опредѣляется преимущественно длиной волны, которую предполагается излучать, но для включения въ цѣпь антенны вторичной самоиндукціи размеры воздушной сѣти дѣлаются такими, чтобы естественная длина волны оказалась нѣсколько меньше излучаемой.

Не трудно понять, что съ увеличеніемъ длины воздушной сѣти увеличиваются емкость и самоиндукція антенны и соотвѣтствующимъ образомъ длина излучаемой волны. Поэтому, если послѣ установ-

ки воздушная сътъ окажется слишкомъ длинной для требуемой волны, то или длина воздушной съти можетъ быть уменьшена, или длина волны искусственно укорочена путемъ включенія въ цѣпь антенны конденсатора послѣдовательно съ воздушной сътью. Антенный токъ достигаетъ наибольшей силы въ томъ случаѣ, когда размеры воздушной съти такъ выбраны, что требуемую длину волны можно получить безъ помощи послѣдовательно включеннаго въ цѣпь антенны конденсатора, но установить соотвѣтствующую антенну, какъ на примѣръ на корабль, не всегда возможно. Дѣйствительно, для полученія волны длиною въ 300 метровъ обыкновенно употребляется „конденсаторъ короткой волны“, а для полученія волны длиною въ 600 метровъ, небольшая самоиндукція.

Глава сорокъ пятая.

Опредѣленіе длины волны по размерамъ воздушной съти.

447. Основную или естественную длину волны антенны можно опредѣлить непосредственно по ея размерамъ послѣ того, какъ этотъ вопросъ былъ изслѣдованъ проф. С. W. Howe¹⁾ и D^R L. Сонен; но вообще говоря, для практики эти формулы слишкомъ сложны и поэтому слѣдуетъ пользоваться слѣдующими простыми методами. Прежде всего слѣдуетъ напомнить, что естественная длина волны четырехлучевой горизонтальной антенны, лучи которой находятся другъ отъ друга на разстояніи около 2 1/2 фута, приблизительно въ 4,4 - 4,8 раза больше общей ея длины, т.е. разстоянія отъ наиболѣе

¹⁾ С. W. Howe, *Wireless World*, декабрь, 1914, январь 1915 г.

удаленнаго ея конца до аппаратовъ, находящихся въ станціонномъ помѣщеніи. Множитель этотъ, конечно, лишь приближенный, такъ какъ онъ не принимаетъ во вниманіе присутствіе близь находящихся проводниковъ, какъ напримѣръ, трубъ, металлическихъ предметовъ, деревьевъ и т. д., которое иногда сказывается на увеличеніи емкости системы.

Естественная длина волны подобной антенны, скажемъ, состоящая изъ 4-ехъ проволокъ, находящихся одна отъ другой на разстояніи $2\frac{1}{2}$ фута, немногимъ больше длины волны двухлучевой антенны, лучи которой находятся на томъ же разстояніи другъ отъ друга, такъ какъ увеличеніе числа проволокъ хотя нѣсколько и увеличиваетъ емкость системы, но уменьшаетъ общую ея самоиндукцію и вообще говоря, оба фактора почти что взаимно аннулируются. Такъ напримѣръ, если двухлучевая антенна, лучи которой находятся на разстояніи 8 футовъ другъ отъ друга, обладаетъ естественной длиной волны въ 325 метровъ, то добавленіе двухъ другихъ проволокъ (помѣщеніемъ ихъ между двумя первыми) увеличиваетъ длину волны лишь до 345 метровъ.

Если проволоки воздушной сѣти раздвинуты на большое разстояніе, то емкость антенны значительно увеличится и самоиндукція ея нѣсколько увеличится благодаря уменьшенію взаимной индукціи между сосѣдними проволоками, но увеличеніе емкости превосходитъ уменьшеніе общей самоиндукціи и поэтому естественная длина волны значительно увеличится. На практикѣ проволоки располагаютъ одна отъ другой на такомъ разстояніи,

чтобы между ними дѣйствовала взаимоиндукція, т.е. на разстояніи не превышающемъ трехъ футовъ.

448. При расчетъ радіотелеграфныхъ антеннъ нужно принимать во вниманіе слѣдующіе факторы:

1) проволоки воздушной сѣти должны быть хорошо натянуты и обладать хорошей проводимостью,

2) воздушная сѣть должна состоять изъ ряда параллельныхъ проволокъ,

3) разстояніе между сосѣдними проволоками должно быть равно 2-3 футамъ,

4) во всѣхъ точкахъ прикрѣпленія къ суппортамъ проволоки должны быть вполне изолированы,

5) если возможно, то антенна должна быть установлена на открытомъ мѣстѣ и по крайней мѣрѣ на разстояніи половины длины волны отъ металлическихъ построекъ.

Большое значеніе имѣетъ матеріалъ антенной изоляціи; антенные изоляторы должны обладать не только значительнымъ сопротивленіемъ, но и достаточной длиной для предупрежденія поверхностнаго разряда между близлежащими проводниками, находящимися подъ высокимъ напряженіемъ. Особое вниманіе нужно обратить на изоляцію свободнаго конца воздушной сѣти, въ виду неравномѣрнаго распредѣленія потенціала и силы тока на вертикальныхъ антеннахъ, на которыхъ потенціалъ значительно больше вверху, чѣмъ у основанія. Это неравномѣрное распредѣленіе до извѣстной степени присуще антеннамъ всѣхъ

типовъ, но оно меньше рѣзко сказывается въ случаѣ плосковерхихъ воздушныхъ сѣтей, чѣмъ въ случаѣ вертикальныхъ сѣтей. Поэтому нѣкоторые проводники, связанныхъ съ плоской частью или свободными концами воздушной сѣти, могущіе вызвать утечку тока при высокомъ напряженіи, должны быть достаточно удалены отъ проволокъ воздушной сѣти и хорошо отъ нихъ изолированы.

449. На практикѣ примѣняются главнымъ образомъ четыре типа антеннъ :

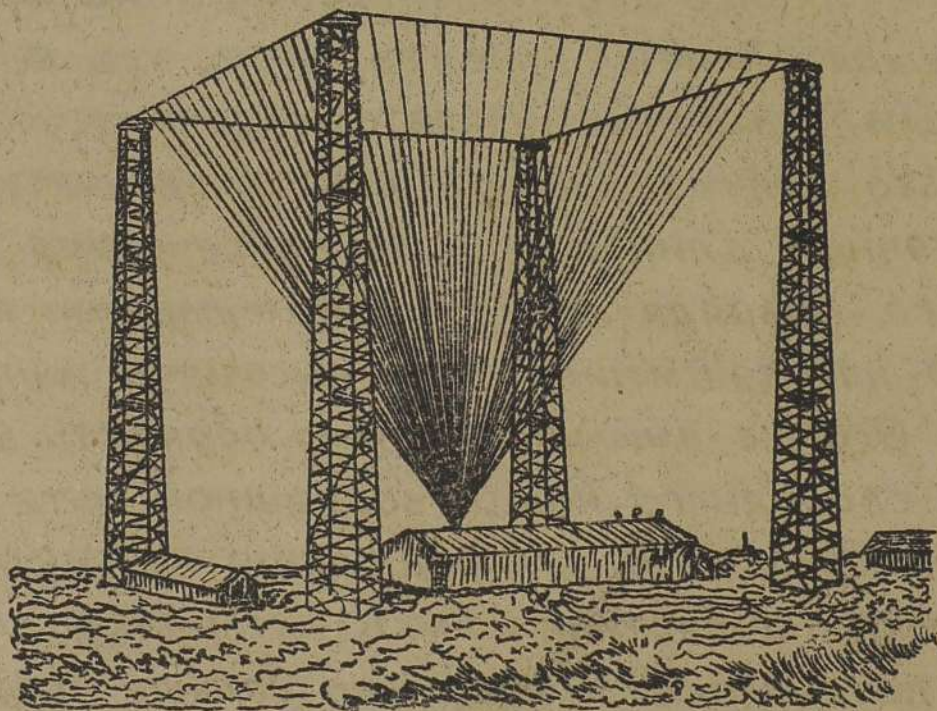
1) вертикальная или вѣрообразная антенна ;

2) зонточная антенна ;

3) Г-образная антенна ;

4) Т-образная антенна.

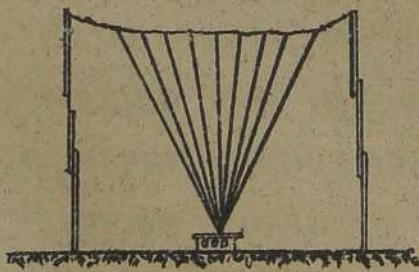
а) Вертикальная антенна, изображенна на черт. 116 и 117, состоитъ изъ вѣра или арфы, образо-



фиг. 116.

ванной мѣдными или кремнисто-бронзовыми про-

волоками, которыя удерживаются въ вертикальномъ положеніи при помощи деревянной мачты, сталь-



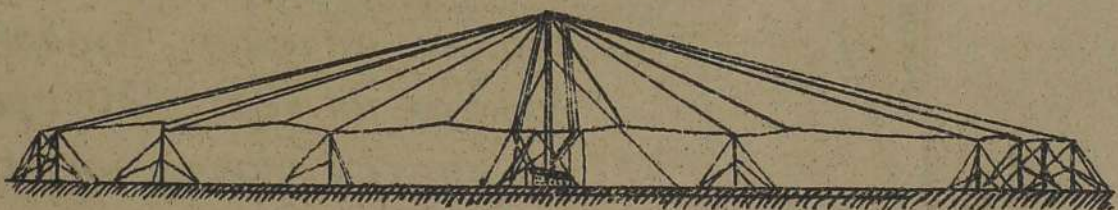
фиг. 117.

ной башни или какого-либо другаго соответствующаго сооруженія достаточной высоты.

Проволоки арфы могутъ быть или не быть присоединены къ ея верху. Тѣмъ не менѣе

всѣ проволоки должны сосредоточиваться у нижняго ея конца, гдѣ онѣ входятъ въ станціонное помѣщеніе и присоединяются къ аппаратамъ. Свободный конецъ вертикальной воздушной сѣти долженъ быть хорошо изолированъ для предупрежденія утечки непосредственно черезъ оттяжки, свободные же концы проволоки должны быть натянуты изоляторомъ, смонтированнымъ на крышѣ станціоннаго помѣщенія. Хотя вертикальная антенна и признана лучшимъ излучателемъ электромагнитныхъ волнъ, но такихъ же результатовъ практически можно достигъ и съ плосковерхой антенной (увеличенныхъ размѣровъ) съ менѣе дорогими сооруженіями для ея поддержки.

6) Зонточная антенна, изображенная на черт. 118 и 119, получила это названіе благодаря

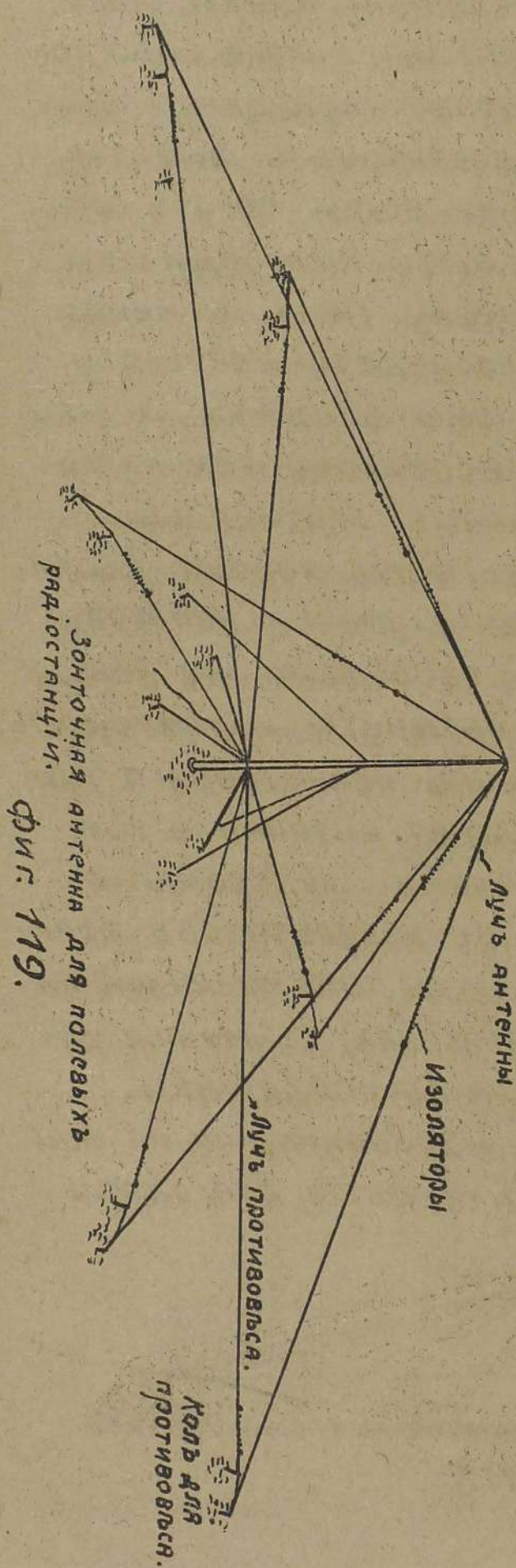


фиг. 118.

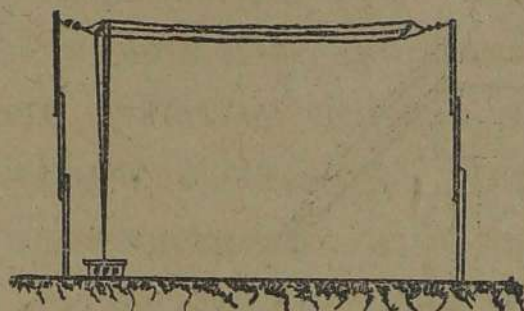
ея сходству съ зонтикомъ. Изъ чертежей видно, что

рядъ проволокъ радіально растянута въ различныхъ направленіяхъ изъ общей точки у вершины мачты, отъ которой сдѣланъ вводъ къ аппаратамъ находящимся въ станціонномъ помещеніи. Эти зонточные ребра обыкновенно имѣютъ $\frac{2}{3}$ длины мачты, но вмѣстѣ съ оттяжками они должны быть въ шесть, семь разъ длиннѣе ея. Зонточные антенны примѣняются и были признаны удобными для переносныхъ военныхъ радіостанцій (но для коммерческихъ цѣлей онѣ примѣняются рѣдко). Такими антеннами снабжены нѣкоторыя мощныя станціи, рассчитанныя и установленныя германскими инженерами.

с) „Г“ образная плоско-верхая антенна, изображенная на черт. 120, примѣняется почти на всѣхъ судахъ. Она состоитъ изъ ряда параллельныхъ про-



волоку натянутыхъ между двумя мачтами и прикрепленныхъ на каждомъ концѣ къ деревяннымъ или металлическимъ рейкамъ, которыя



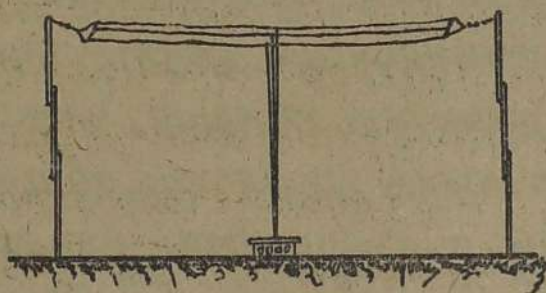
фиг. 120.

вполнѣ изолированы отъ антенныхъ оттяжекъ. Горизонтальная проволока называется „плоской верхней частью“ воздушной сѣти, а вертикальная проволока „вводомъ“.

Проволоки вводовъ, которыя должны имѣть одинаковую проводимость съ проволоками плоской части антенны, присоединяются къ горизонтальнымъ проволокамъ съ однимъ изъ ея концовъ, вводятся въ помещеніе для станціи черезъ дечный изоляторъ и присоединяются къ аппаратамъ. Длина плоской части и вводовъ судовыхъ антеннъ изменяются соответственно въ предѣлахъ отъ 75 до 250 футовъ и отъ 70 до 150 фут.

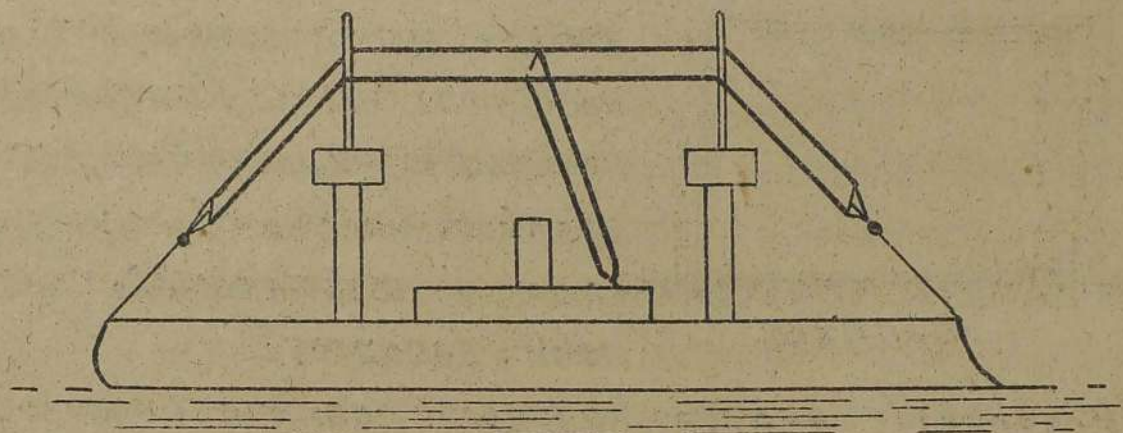
Если вводъ присоединяется къ центральной части плоскаго верха, какъ изображено черт. 121 и 122, то антенна называется „Т“ образной.

Какъ „Т“ образная, такъ и „Г“ образная антенны почти универсальны для судовыхъ станцій главнымъ образомъ потому, что ихъ легче установить, чѣмъ антенны другихъ типовъ. Подобныя антен-



фиг. 121.

ны имѣютъ около 2,4 или 6 проволокъ, но въ большин-
 ствѣ случаевъ число лучей равно четыремъ, а разстоя-



Фиг. 122.

ніе между ними отъ $2\frac{1}{2}$ до $3\frac{1}{2}$ фута. Основная
 длина волны „Т“-образной антенны неизменно
 меньше основной длины волны „Г“-образ-
 ной антенны такихъ же размеровъ. Если
 вводы данной антенны перенести съ конца плос-
 кой ея части на середину, то общая самоиндукція
 видоизмѣненной антенны окажется меньше самоин-
 дукціи ея первоначальнаго вида, а такъ какъ при
 этомъ измѣненіи емкость ея практически не измѣ-
 нится, то длина излучаемой волны „Т“-образной ан-
 тенны окажется меньше, чѣмъ „Г“-образной. Это не-
 трудно понять изъ слѣдующаго разсужденія: если
 вводы присоединены къ центральной части плоскаго
 верха антенны, то оба его конца можно рассмат-
 ривать, какъ двѣ параллельно соединенныя антенны. Но,
 какъ извѣстно, самоиндукція двухъ параллельно сое-
 единенныхъ проводниковъ меньше, чѣмъ самоиндук-
 ція каждаго изъ нихъ, поэтому общая самоиндук-
 ція такой антенны и излучаемая ею волна окажут-
 ся меньше, чѣмъ въ случаѣ „Г“-образной антенны.

Въ видѣ примѣра можно привести слѣдующія данныя: четырехлучная „Г“-образная антенна 100 футовъ длины, 60 футовъ высоты обладаетъ емкостью въ 0,0004 мф. и самоиндукціей въ 62000 сантиметровъ. „Т“-образная антенна такихъ же размѣровъ имѣетъ емкость равную 0,0004 мф. и самоиндукцію равную 37000 сантиметрамъ. Если принять во вниманіе формулу ($\lambda = 38 \times \sqrt{LC}$) для опредѣленія длины волны, излучаемой вибраторомъ, то опредѣленіе величины измененія длины волны при замѣнѣ антенны одного типа антенной другого типа не представитъ никакихъ затрудненій. Длина волны „Г“-образной антенны будетъ приблизительно равна 188 метрамъ, а длина волны „Т“-образной антенны приблизительно 145 метрамъ. Такъ какъ нормальные передатчики судовыхъ радіостанцій системы компаніи Маркони рассчитаны на работу волнами 300, 450 и 600 метровъ длины, то при выборѣ размѣровъ воздушной сѣти необходимо обратить вниманіе на то, чтобы эффективность ея работы обьими короткими волнами была ограничена и чтобы она была максимальной при самой длинной волнѣ, т.е. мы должны установить такую антенну, которая обезпечитъ наибольше сильный антенный токъ въ случаѣ каждой изъ установленныхъ волнъ. Антенна, имѣющая основную длину волны, равную приблизительно 325 метрамъ, даетъ значительный антенный токъ при работѣ волнами 450 и 600 метровъ, но малый токъ при работѣ волной въ 300 метровъ. Антенна вполне соответствующая этимъ тремъ основнымъ длинамъ волны

очевидно, не всегда может быть установлена. Разстояние между мачтами на некоторых судах такъ велико, что пришлось бы включить конденсаторъ послѣдовательно въ цѣпь антенны даже въ случаѣ работы волной въ 600 метровъ, если бы длина подвѣшенныхъ между мачтами проволокъ была бы равна этому разстоянію. Такъ какъ длина волны антенны не можетъ быть уменьшена включеніемъ конденсатора послѣдовательно съ воздушной сѣтью болѣе, чѣмъ на половину основной длины волны антенны, то въ этомъ случаѣ не удалось бы получить волну 300 метровъ длинной и для работы желанной волной пришлось бы отрѣзать часть горизонтальныхъ проволокъ. Съ другой стороны, антенны малыхъ судовъ, какъ напримѣръ буксировъ и т.д., приходится нагружать значительной самоиндукціей для полученіи волны 600 метровъ длинной. Для увеличенія емкости такихъ антеннъ ихъ воздушныя сѣти часто дѣлаются изъ восьми проволокъ. Для настройки судовыхъ антеннъ на длину волны въ 300 метровъ за рядкими исключеніями послѣдовательно въ цѣпь антенны приходится включать конденсаторъ для короткихъ волнъ. Если же измѣренія покажутъ, что основная длина волны антенны требуетъ включенія конденсатора и для настройки ея на 450 метровъ, то или длина плоской части антенны должна быть уменьшена, или вводы присоединены къ центральной ея части. Компания Маркони въ Америкѣ установила слѣдующее общее правило: если длина

плоской части антенны меньше 125 футовъ, то она дѣлается „Г“-образной, но если длина ея превышаетъ 125 футовъ, то вводы присоединяются въ центръ. Это позволяетъ работать тремя установленными волнами и получить значительный антенный токъ и даетъ хорошій декрементъ колебаній

Для общаго свѣдѣнiя мы можемъ помѣстить примѣры измѣренiй длины волны антеннъ, произведенныхъ на коммерческихъ пароходахъ. Эти данныя систематизированы въ слѣдующей таблицѣ :

Типъ.	Длина плоскаго верхя.	Высота плоскаго верхя.	Число проволокъ.	Основная длина волны.	Емкость въ микрофарадахъ.
Г	208 фут.	96 фут.	6	374	0,00128
Т	200	125	6	368	0,00145
Г	150	87	4	355	0,00115
Т	250	95	4	412	0,0015
Г	200	90	6	360	0,0015
Г	120	100	6	325	0,00132
Т	130	92	4	285	0,00075
Т	250	150	4	426	0,00096
Г	200	90	6	360	0,0023
Г	125	55	6	230	0,00025
Т	151	110	6	290	0,0009
Г	200	98	6	425	0,0024
Г	170	85	4	330	0,00082

Емкость нѣкоторыхъ антеннъ въ этой таблицѣ довольно значительна, но это увеличенiе обыкновенно вызывается присутствiемъ нѣкоторыхъ находящихся въблизи воздушной сѣти металлическихъ соору-

женій, какъ мачтовыхъ гиковъ, лебедочныхъ цѣпей или стальныхъ мачтъ. Ниже приведена таблица для „Т“ образныхъ судовыхъ антеннъ по даннымъ Телефункена :

Высота антенны в мет.	λ_a в метрахъ	N_a число лучей	Разстояніе между проводами в м.	Емкость антенны C_s в см.	Основная длина волны λ_a в м.
8	20	5	0,5	340	170
12	100	3	1	590	265
17	18	2	2,5	460	175
25	30	2	3	450	250
30	40	2	4	450	270
36	55	2	3	640	325
50	70	6	1,6	1500	460
60	75	2	6	1400	520
70	90	4	2	1230	735.

Преимущества и недостатки антеннъ различныхъ типовъ можно кратко перечислить слѣдующимъ образомъ : Вертикальная антенна весьма эффективно излучаетъ электромагнитныя волны ; но для излученія значительнаго количества энергіи приходится примѣнять очень большую воздушную сеть и весьма высокія приспособленія для ея подвѣшиванія. Стоимость такой установки можетъ оказаться чрезмѣрной. Зонтичная антенна излучаетъ нѣсколько хуже вертикальной и установка ея требуетъ значительной площади въ виду того, что оттяжки ея лучей должны быть удалены отъ основанія мачты на нѣсколько сотъ футовъ. Несмотря на это зонтичная антенна была признана полезной для переносныхъ военныхъ станціи, причемъ ея лучи могутъ служить одновременно и въ качестве оттяжекъ и для излученія электромагнитныхъ

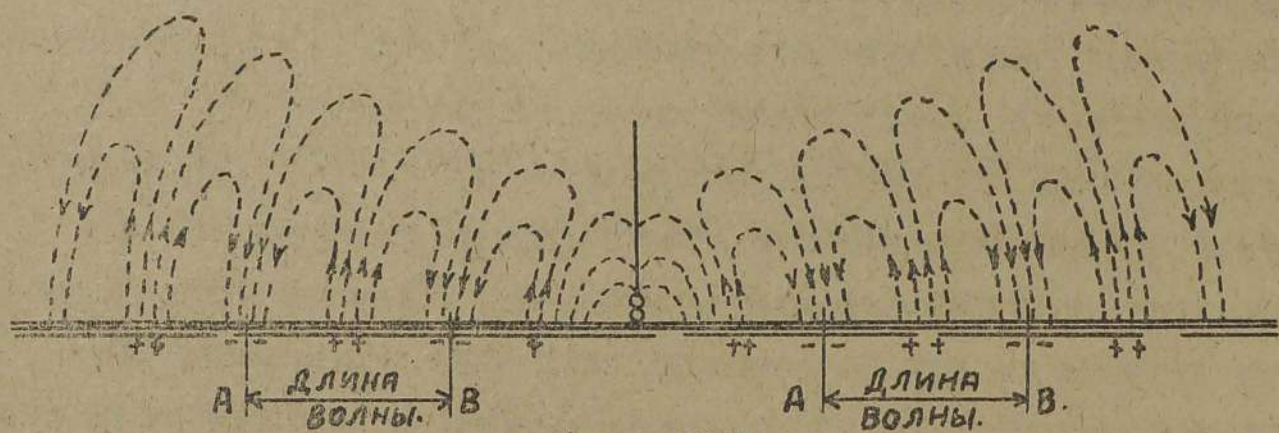
волнь.

„Г“ образныя и „Т“ образныя антенны излучаютъ съ меньшей интенсивностью, чѣмъ вертикальныя антенны тѣхъ же размѣровъ, но ихъ естественный декрементъ нѣсколько меньше, и поэтому онѣ излучаютъ волну съ острой вершиной при меньшей удлинительной самоиндукціи, чѣмъ въ случаѣ вертикальной антенны. Сверхъ того, нужно принять во вниманіе, что плосковерхая антенна, несмотря на ограниченную эффективность, удобна для установки на пароходахъ.

Деформація волнь. Въ приемникъ удается получить наилучшіе сигналы отъ даннаго передатчика въ томъ случаѣ, если пользоваться приемной антенной, часть которой горизонтальна подобно „Г“ образной и „Т“ образной антеннамъ. Къ этому выводу можно придти слѣдующимъ образомъ: рядомъ изслѣдователей было установлено, что распространеніе меньше активныхъ концовъ силовыхъ линій или эфирныхъ деформаций, излучаемыхъ нѣкоторой антенной, задерживается надъ сухой землей, вслѣдствіе чего эта часть деформации движется медленнѣй, чѣмъ нижняя ихъ часть; это вызываетъ, такъ сказать, отклоненіе поля излучаемой волны отъ направленія ея движенія.

Приемная антенна поглощаетъ наибольшее количество энергіи входящей волны, когда ея лучи перпендикулярны къ плоскости распространенія магнитнаго поля и параллельны плоскости распространенія электростатическаго поля.

Отсюда слѣдуетъ, что волна, излучаемая антенной, изображенной на черт. 123, покрывала бы боль-



фиг. 123.

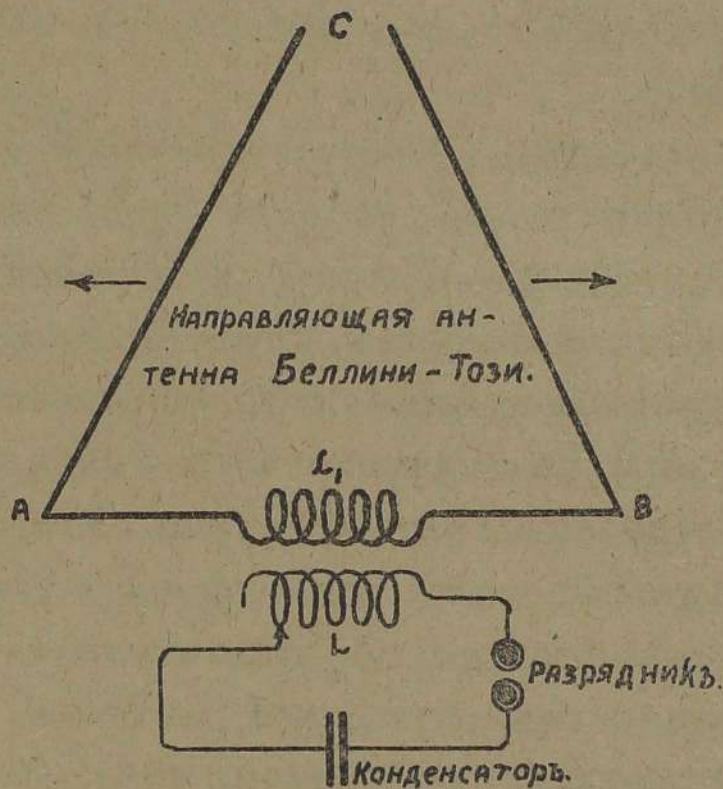
шя разстоянія, если бы силовыя линіи не сохраняли бы вертикальное направленіе, но отклонялись бы впередъ и въ приемной антеннѣ индуктировалось бы большее количество энергіи, если бы часть ея была вертикальна и часть горизонтальна.

449. НАПРАВЛЯЮЩІЯ АНТЕННЫ. Маркони доказалъ, что плоская антенна излучаетъ больше интенсивно въ направленіи, противоположномъ ея свободному концу, если длина плоского верха антенны значительно больше ея высоты. Точно также сила сигналовъ въ приемникъ получается наибольшая, если свободный конецъ приемной антенны направленъ въ сторону противоположную свободному концу антенны передатчика.

Учитывая преимущества асимметричнаго излученія, компанія Маркони примѣняетъ на мощныхъ трансатлантическихъ станціяхъ исключительно направляющія антенны.

Длина плоской верхней части таких антенн колеблется въ предѣлахъ отъ 3000 до 6000 футовъ, а высота антеннъ - отъ 300 до 450. Ихъ основная длина волны близка къ 10000 метрамъ.

Антенна *Bellini-Tosi*, изображенная на черт. 124, можетъ излучать большую часть энергіи въ заданномъ направленіи.



фиг. 124.

Треугольная антенна *A, B, C* поддерживается вертикальной мачтой. Обѣ стороны треугольника *A, C* и *B, C* составляютъ съ вертикалью уголъ въ 30° , а третья сторона горизонтальная и имѣетъ въ центр катушку L_1 . L_1 индуктивно связана съ искровымъ передатчикомъ, настроеннымъ въ резонансъ съ антенной. Антенна этого типа излучаетъ энергію наиболее интенсивно въ направленіи перпендикулярномъ ея плоскости, въ направленіи же этой плоскости излученіе равно нулю. Въ

направленіи, составляющѣмъ нѣкоторый уголъ съ плоскостью антенны, интенсивность излученія измѣняется пропорціонально $\cos \varphi$. Треугольная антенна можетъ быть съ успѣхомъ примѣнена и для приѣма и если ее сдѣлать вращающейся вокругъ своей оси, то наибольшая сила принимаемыхъ сигналовъ получится въ томъ случаѣ, когда ея плоскость касательна къ поверхности распространенія волны.

Рамочныя антенны. Рамочная антенна въ противоположность обыкновенной, которая представляетъ собою открытый колебательный контуръ образуетъ замкнутый колебательный контуръ. Плоская катушка съ небольшимъ числомъ витковъ проволоки, намотанной на рамку, образуетъ съ переменнымъ конденсаторомъ замкнутый колебательный контуръ. Этой рамочной катушкой улавливаются проходящія волны. Для пониманія даннаго явленія припомнимъ то, что колебательный въ передаточной антеннѣ токъ вызываетъ магнитныя силовыя линіи, которыя мѣняются электрическими. Оба рода силовыхъ линій возникаютъ и распространяются не мгновенно, но со скоростью свѣта, т.е. 300000 кл. мет. въ секунду. Обыкновенная антенна пронизывается электрическими силовыми линіями, а на рамочную реагируютъ только магнитныя. Колебательный процессъ въ рамкѣ гораздо проще, чѣмъ при обыкновенной антеннѣ; осциллирующій силовой потокъ со скоростью свѣта пронизываетъ витки рамочной катушки и индуцируетъ въ ней Э.Д.С. Дѣйствіе индукціи будетъ наибольшимъ, если рамка

находится перпендикулярно къ силовому потоку; исчезаетъ если рамка расположена параллельно силовому потоку. Такимъ образомъ рамочная антенна имѣетъ ясно выраженное **НАПРАВЛЯЮЩЕЕ ДѢЙСТВІЕ**. Настройка въ резонансъ цѣпи рамочной антенны съ приходящими колебаніями производится при помощи конденсатора C . Количество коле-



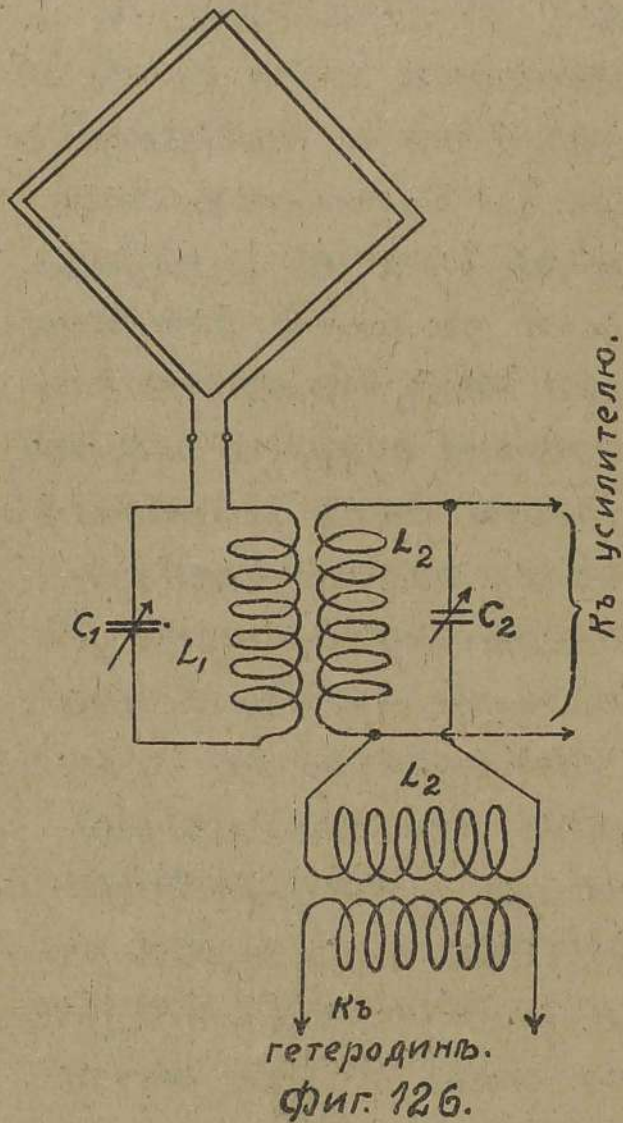
Фиг. 125.

бательной энергіи, циркулирующей въ цѣпи рамки, настолько мала, что пріемъ отъ значительно отдаленныхъ радіостанцій былъ возможенъ только съ возникновеніемъ и усовершенствованіемъ усилительныхъ лампъ. Усилитель присоединяется къ зажимамъ переменнаго конденсатора. Многократные усилители позволяютъ настроить **ВЕСЬМА ОСТРО** рам-

ку, примѣняя индуктивную связь между рамочной и промежуточной цѣпью C_2L_2 . Такое соединеніе аппаратовъ системы „Телефункенъ“ примѣняется на станціи „Geltow“ въ Германіи для двойнаго рамочнаго пріема (черт. 126). Для пріема незатухающихъ колебаній катушка L_2 связывается съ передатчикомъ „наложенія колебаній“ (какъ на примѣръ, гетеродиной) для полученія бѣеній.

Рамочная антенна въ сравненіи съ обыкновенной имѣетъ цѣлый рядъ преимуществъ. Во первыхъ : затуханіе можетъ быть очень мало. Въ

то время какъ въ рамочной антеннѣ потери идутъ на Джоулево тепло въ ея проволокахъ, въ обыкновенной энергія теряется еще на земные токи.



Воспринимаемая энергія приѣмной антенной частью идетъ на полезную работу, а частью излучается обратно; для передатчика же излученіе желательно увеличить какъ можно больше. Напротивъ рамочная антенна излучаетъ мало и потому непригодна для передатчика. Изъ всего выше-сказаннаго слѣдуетъ, что рамочная антенна имѣетъ очень малое затуханіе и такимъ образомъ можетъ быть гораздо острѣе настроена,

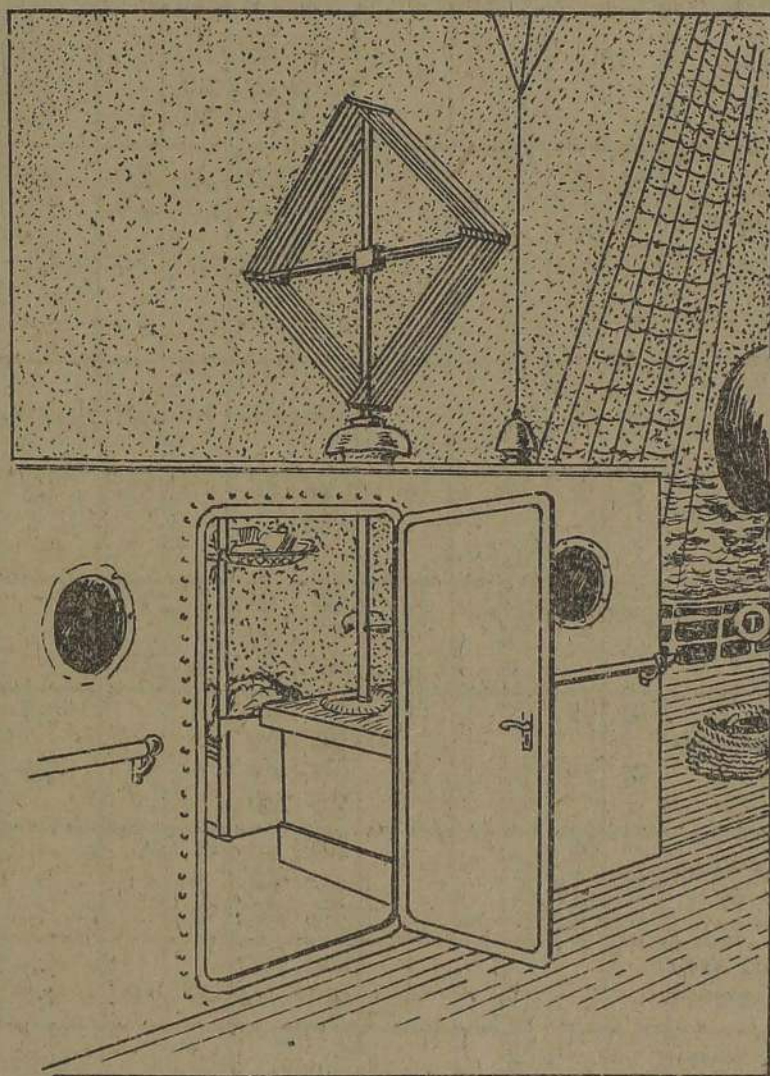
чѣмъ обыкновенная. Дальнѣйшее преимущество рамки заключается въ томъ, что на нее очень мало вліяютъ атмосферные разряды и поэтому въ ея цѣпи можемъ включать многократные усилители, что невозможно при обыкновенныхъ приѣмникахъ, такъ какъ большое усиленіе вызываетъ сильный шумъ и шорохъ, мѣшающіе приѣму.

При помощи рамки можемъ опредѣлить на-

правление улавливаемых сигналовъ и благодаря направляющему дѣйствию ее можно установить такъ, чтобы можно было передать энергію вблизи рамки.

Короче говоря, свойства рамки заключаются въ слѣдующемъ: большая чувствительность, свобода отъ мешающаго вліянія и направляющее дѣйствіе.

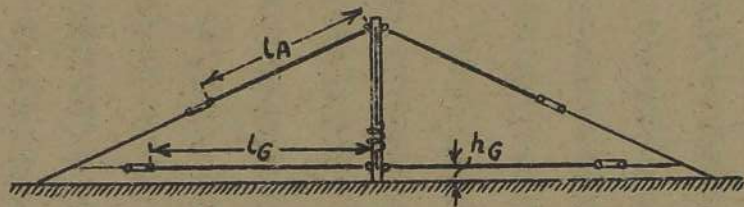
По большей части рамочныя антенны устраиваются въ видѣ квадрата и устанавливаются такъ, чтобы квадрат острымъ концомъ приходился противъ земли. Это дѣлается потому, что—



фиг. 127.

Въ нижеприведенной таблицѣ даны числовыя значенія статичес-
кой емкости и основной длины волны различныхъ видовъ антеннъ
по даннымъ завода "Телефункенъ."

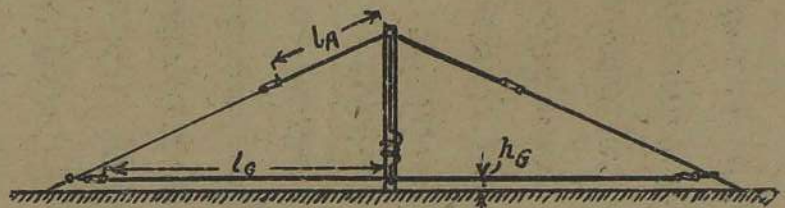
Типъ мачты.		Длина вводовъ		Число лучей.		Длина луча.		Разстоя- ние меж- ду луча- ми въ м.		Высота противо- вѣсья надъ землей h_g	Стати- ческая емкость C_s въ см.	Основ- ная дли- на волны
		A_m	G_m	n_A	n_G	l_A	l_G	e_A	e_G			
Зонтичная антенна А.	Мачта Магируса. $h = 30$ м.	30	8	12	12	25	60			1,2	870	445
				6	6	25	60			1,2	610	385
				3	3	25	60			1,2	370	310
	$h = 25$ м	25	5	12	12	25	60			1,2	940	435
				6	6	25	60			1,2	680	360
				3	3	25	60			1,2	360	275
	Мачта Магируса $h = 18$ м	20	5	6	6	25	60			1,2	600	340
				3	3	25	60			1,2	380	250
	Деревянная мачта. $h = 18$.			10	10						850	370
				6	6						570	320
Зонтичная антенна съ 2-мя секторами В.	Мачта Магируса $h = 18$ м.	20	5	2 × 3	2 × 3	30	58	5		0,4	585	325
							58	20		0,4	660	325
							50	5		0,4	580	310
							50	20		0,4	640	310
							60	5		1,0	600	375
							60	20		1,0	655	375
							60	5		1,0	585	360
							60	20		1,0	615	360
							60	10		1,0	545	340
							Т-образная ан- тенна С.	$h = 18$ м Разст. между мачт. 158 м. 2 мачты изъ стальн. трубы $h = 12$ м. 2 мачты изъ стальн. трубы $h = 9$ м.	20	5	3	2
130	155	2,0	2,0	2,5	845	420						
120	120	1,7	1,7	1,1	680	350						
120	120	1,7	1,7	1,1	660	345						
Двойная удлинен- конусооб. Т-образ. антенна Д.	$h = 18$ м.	20	5	2	2	150	190	1,8	1,8	1,5	925	490
Деревянная мачта Е.	$h = 18$ м.	2	2	4	4	7,25	24			1,5	240	135
						4,25				0	340	160
У-образ. антенна Ф.	Деревянная мачта $h = 18$ м.	18	18	2	2	60	60	1	7		300	340
				2	2	70	70	5	1,5	570	475	
				2	3	90	90	5	2,5	640	550	
Направляющ- ая антен- на. Г.	Деревянная мачта $h = 18$ м.	18	18	1	1	35	35	5		1,8	250	340
						25	25					
				3	3	50	50	5		0,8	600	515
Направ- ляющая антенна Н.	Деревянная мачта $h = 18$ м.	18	3			60	60	5		1	640	440
			5			40	60	5		1	460	340
			8			75	60	5		1	450	340
Земная ан- тенна З.	Нормальная брон- зовая проволока			1	1	100	100			2,3	320	510
				4	4	40	40	6	6	2,0	415	245
Земная антенна К.	Бронзовая прово- лока, изолирова- ная резиной $\phi 12^y$			4		25		1		0,35	1000	410



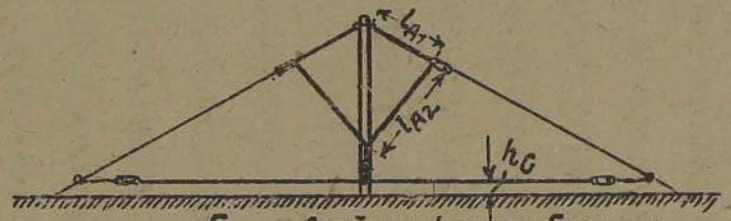
А. Зонтичная антенна.



В. Зонтичная антенна с 2-мя секторами.



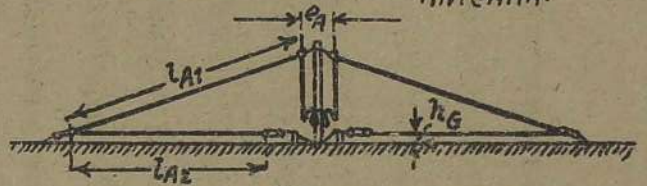
Г. T-образная антенна.



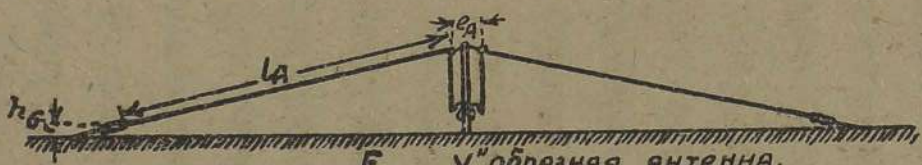
Е. Двойная конусообразная антенна.



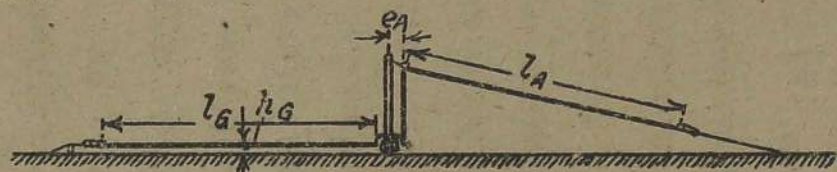
Д. Удлиненная T-образная антенна.



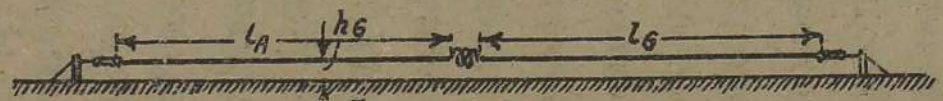
Г. Направляющая антенна.



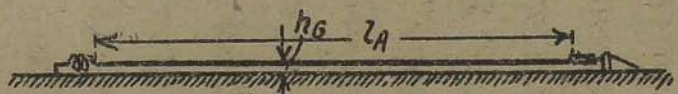
Ф. Y-образная антенна.



Н. Направляющая антенна.



Э. Земная антенна.



К. Земная антенна.

бы емкость по отношению къ земль была весьма мала. Рамочныя антенны устраиваются различной величины. *)

Рамки теперь устраиваются такой величины, что их можно установить на письменномъ столѣ и слушать повѣрку часовъ, даваемую радіостанціями Эйфелевой башней и Науеномъ. По сообщенію „Телефункенъ“ помощью рамки въ 1 кв. метръ можно было принимать сигналы, даваемые Американскими радіостанціями на разстояніи 6000 километровъ.

Для большихъ разстояній поверхность рамки соответственно увеличивается; такъ рамкой, имѣющей 30 м. боковой длины, можно принимать сигналы со станцій на разстояніи 14000 км.

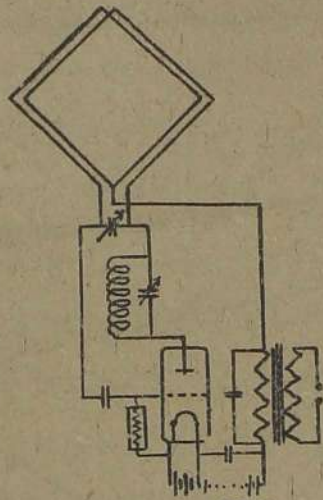
Въ будущемъ рамочная антенна должна играть большую роль въ навигациі. Рамочная антенна благодаря своему направляющему дѣйствию позволяетъ намъ опредѣлить мѣсто расположенія передающей станціи или данное положеніе корабля въ морѣ. Многія судна уже снабжены такими радіо-компасными станціями, которыя также нашли большое примѣненіе въ авіаціи.

На фигурѣ 128 приведена схема рамочнаго пеленгатора съ діапазономъ волнь отъ 300-600 метровъ. Колебательный контуръ LC настраивается на приходящія волны. Рамка состоитъ изъ двухъ соединенныхъ параллельно обмотокъ. Строго говоря, рамкой точно пеленговать можно лишь тогда, когда всѣ витки ея лежатъ въ одной плоскости.

Аппаратъ, сконструированный Мейсснеромъ (A. Meissner), позволяетъ сразу дѣлать отчетъ

*) подробное описаніе см. „Telefunken-Zeitung 1919, №18 и Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie Bd. 15, №3, Bd. 16, №1.

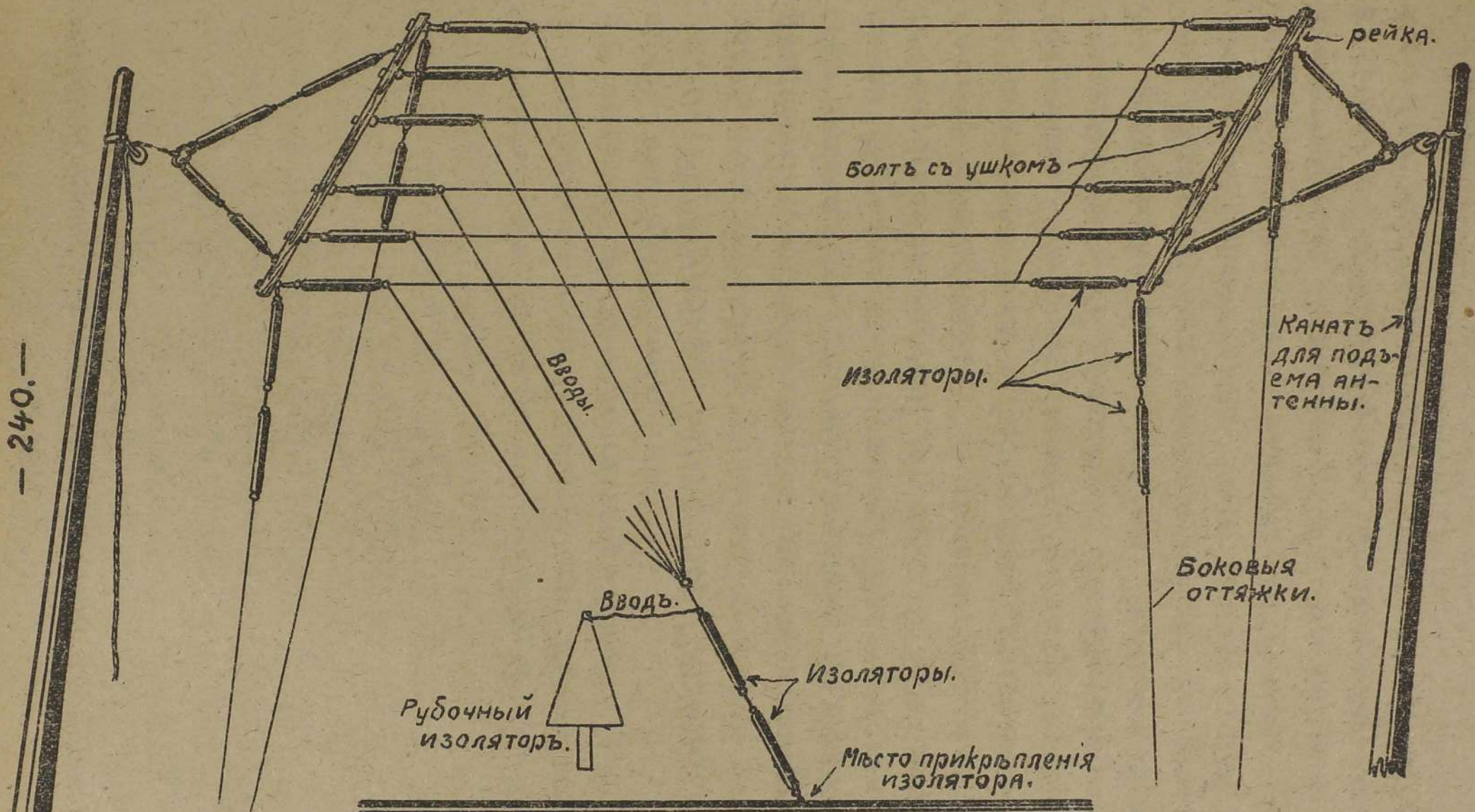
мѣстоположенія передающей станціи, его аппаратъ



фиг. 128.

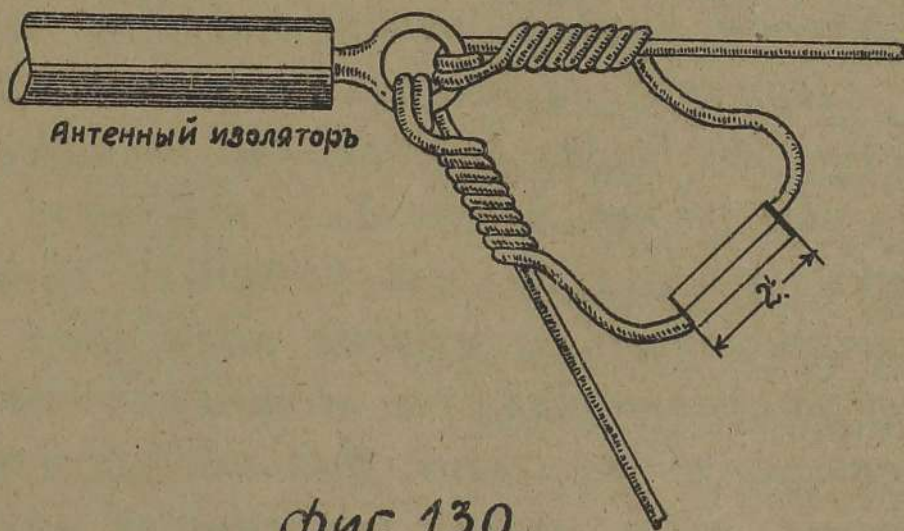
состоитъ изъ двухъ рамочныхъ антеннъ, вращающихся вокругъ одной общей оси. Больше подробное описаніе радіо-пеленгаторовъ будетъ дано въ одной изъ послѣднихъ главъ.

450. Нормальныя антенны Маркони. Теперь, послѣ того какъ былъ показанъ основной расчетъ различныхъ антеннъ, можно детально описать устройство нормальныхъ судовыхъ антеннъ Маркони (компаніи Маркони въ Америкѣ). Что касается антенны, изображенной на рис. 129, то надо замѣтить слѣдующее: ея плоская верхняя часть состоитъ изъ шести кремниста бронзовыхъ проводниковъ; каждый изъ нихъ имѣетъ 7 жилъ, состоящихъ изъ 18 проволокъ. Желательно, чтобы проводники были равно удалены другъ отъ друга; они подвѣшиваются къ основныимъ рейкамъ длиной отъ 14 до 15 футовъ; къ рейкамъ прикрѣпляется уздечка, состоящая изъ ступенчатыхъ изоляторовъ, къ которой привязывается скользящая антенная оттяжка. Эти изоляторы дѣлаются изъ $\frac{5}{8}$ дюймо-



Нормальная антенна, системы Маркони.
фиг. 129.

ваго русского морского каната, часть которого покрывается эбонитовой трубкой. Пространство между трубкой и канатомъ заполняется расплавленной сѣрой, которая остывая, твердѣетъ и удаляетъ влагу; оба конца уздечки оканчиваются согнутыми въ видѣ сердца ушкоми, къ которому привязывается стальная гальванизированная тросовая оттяжка для подъема и спуска воздушной стѣи. Для предупрежденія раскачиванія реекъ къ ихъ концамъ привязываются боковыя оттяжки, которыя прикрѣпляются къ мачтѣ; концы этихъ оттяжекъ для предупрежденія утечки тока черезъ какую-либо изъ нихъ снабжаются эбонитовыми цилиндрическими изоляторами длиной въ двадцать четыре дюйма. Кроме того, каждый лучъ антенны изолированъ эбонитовымъ цилиндрическимъ изоляторомъ длиной въ 2 фута, который прикрѣпляется къ рейкѣ при помощи болта съ ушкомъ.



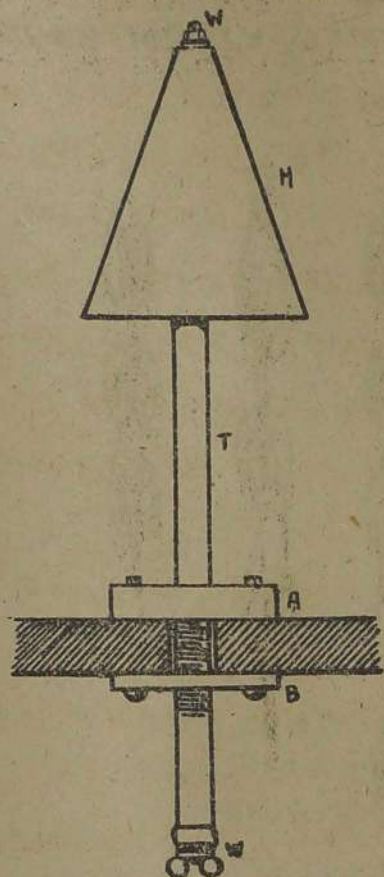
фиг. 130.

Вводы присоединяются къ одному изъ концовъ плоской верхней части антенны и прикрѣпляются къ *дежному или рубочному изолятору*. Для того, чтобы не подвергать этотъ изоляторъ дѣйствию натяженія, вводъ изолированный двумя эбонитовыми цилиндрическими изоляторами, прикрѣпляется къ деку деревяннымъ винтомъ. Надежность соединенія между вводами и горизонтальной частью антенны достигается при помощи соединенія изображеннаго на черт. 130.

Общая схема, изображенная на черт. 129, не всегда имѣеть одинаковыя детали, но по силѣ возможности примѣняется возможно меньше измѣненной.

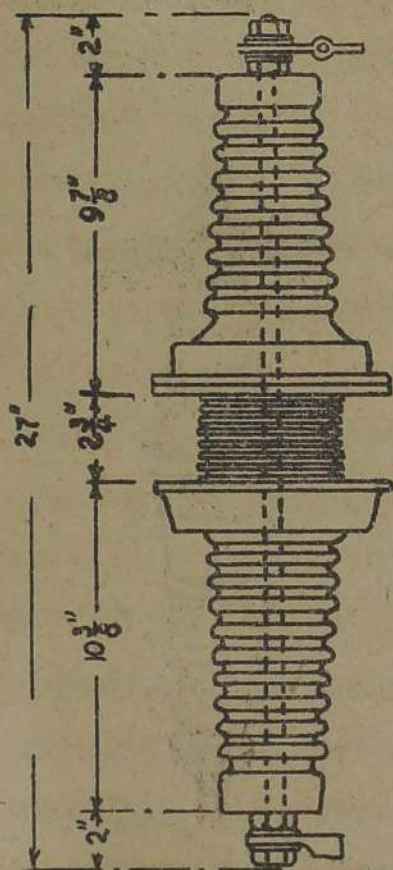
451. Дечный изоляторъ. Передающая антенна должна быть особенно хорошо изолирована въ мѣсть ея ввода въ телеграфную рубку черезъ изоляторъ, который долженъ выдерживать по крайней мѣрѣ 30000 вольтъ. Одинъ изъ видовъ дечнаго изолятора изображенъ на черт. 131. Онъ состоитъ изъ длинной эбонитовой трубки, черезъ которую продѣтъ латунный стержень; на концахъ этого стержня сдѣланы зажимы W. Трубка до середины навинтована для того, чтобы на нее можно было навернуть два деревянныхъ кольца А, В, изъ которыхъ одно находится надъ декомъ, а другое подъ нимъ. Эти кольца плотно навинчиваются и прикрѣпляются къ деку деревянными винтами. Для предупрежденія проникновенія воды между кольцами и декомъ вставляются *полотняныя прокладки*, густо выкрашенныя свинцовыми бѣлилами. Металли-

ческий колпакъ Н, укрѣпленный на выдающемся



фиг. 131.

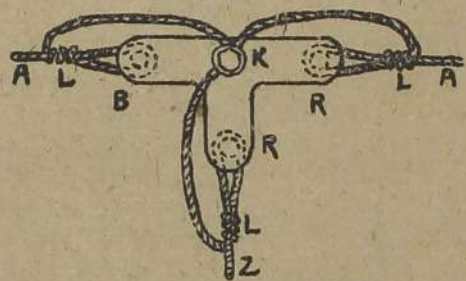
конць трубки, защищаетъ ее отъ сырости. Новѣйшій типъ дечнаго изолятора изображенъ на черт. 132. Это большой фарфоровый изоляторъ, внутри котораго залитъ солидный латунный стержень, оканчивающійся на концахъ зажимами. Навинтованная часть наружной стороны изолятора вставляется въ отверстие въ деку и плотно привинчивается къ деку кольцомъ Р, которое навинтовано съ внутренней стороны. Во избѣжаніи поломки проводовъ антенны, которая часто наблю-



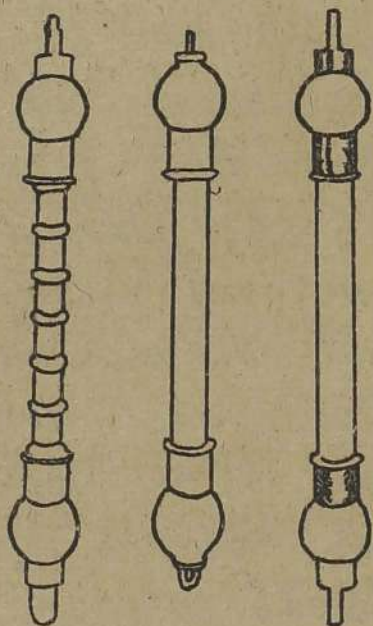
Вводный изоляторъ
фиг. 132.

дается, въ мѣстахъ укрѣпленія вводовъ во время вѣтра рекомендуется применять такъ называемый „антенный ключъ“. Внутри „Т“-образнаго бронзоваго куска находятся 3 вращающіеся ролики (см. черт. 133), къ которымъ присоединены ввѣтъ Z и концы обоихъ антенныхъ проводовъ и въ мѣстахъ L спаяны. Въ три конца затѣмъ присое-

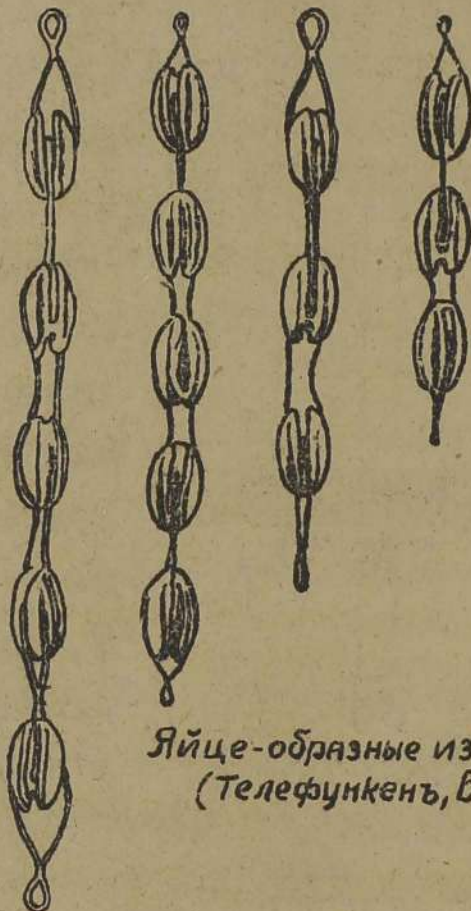
диняются къ одному общему зажиму. Весь края антеннаго ключа необходимо закруглить, чтобы избѣжать вредныхъ потерь на свѣченіи.



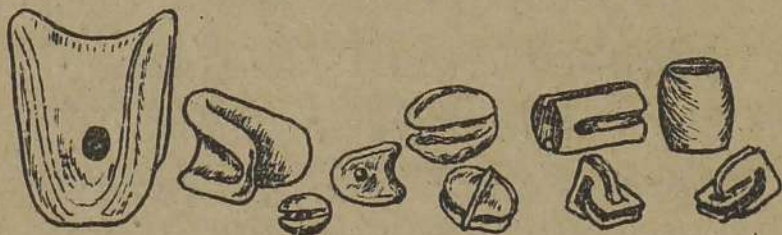
фиг. 133.



Изоляторы для антенны.



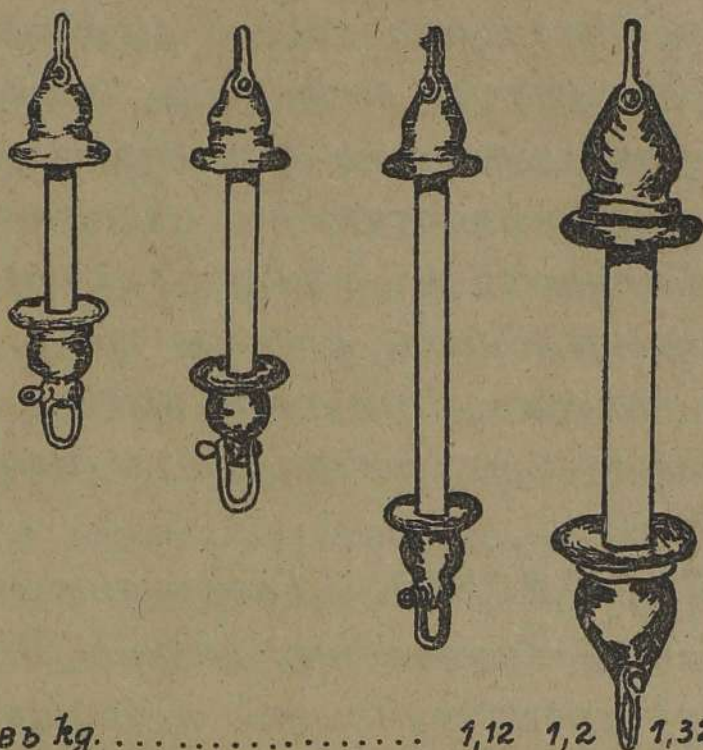
Яйце-образные изоляторы.
(Телефункенъ, Берлинъ).



Изоляторы для оттяжек
(Лоренцъ, А. К. Берлинъ).



Изоляторъ для ввода.



Вѣсъ въ кг.	1,12	1,2	1,32	5,2
Допускаемый моментъ изгиба...	400	400	400	1000
Перенапряженіе въ киловольтахъ	70	90	150	160

Изоляторы для антенны.

452. УСТАНОВКА АНТЕННЪ. На пароходѣ воздушная сѣть должна быть такъ натянута, чтобы вводы были по возможности вдали отъ мачтовыхъ гиковъ и цѣпей. При расчетѣ длины плоской части антенны, нужно принять во вниманіе, что на ея концахъ должны быть уздечки, изоляторы и блоки, которые въ общей сложности займутъ приблизительно по 10 футъ съ каждой ея стороны; такимъ образомъ изъ разстоянія между мачтами придется вычесть около 20 футъ. Разстояніе между мачтами можетъ быть опредѣлено по плану парохода или найдено непосредственнымъ измѣреніемъ. Лучи должны быть точно отмѣрены между двумя мѣтками сдѣланными на декъ и прикрѣплены къ изоляторамъ. Длину каждая-

го луча нужно сдѣлать длиннѣе горизонтальной части съти на шесть или восемь дюймовъ для ихъ прикрѣпленія къ ушкамъ антенныхъ изоляторовъ.

Всѣ соединенія тщательно выполняются на палубѣ, затѣмъ антенныя оттяжки надѣваются на блоки и прикрѣпляются къ ушку уздечки. По окончаніи предварительныхъ работъ воздушная съть поднимается наверхъ, причемъ нѣсколько чело- вѣкъ (три или больше) устраняютъ препятствія къ ея подъему.

453. Заземленіе. Соединеніе передатчи- ка съ пластиной заземленія должно быть по воз- можности непосредственнымъ и осуществляется хорошимъ проводникомъ. Земляной проводъ мор- скихъ установокъ просто прижимается болтомъ къ перегородкѣ, такъ что заземленіемъ служитъ корпусъ парохода. Обыкновенно этотъ контактъ дѣ- лается въ два или три фута.

На деревянныхъ судахъ земляной проводъ при- соединяется къ винтовому валу въ машинномъ отдѣленіи или къ водостокамъ у дымовыхъ трубъ.

Дальность передачи заземленныхъ по такому спо- собу установокъ меньше, чѣмъ у судовъ съ сталь- нымъ корпусомъ. Въ случаѣ подъема деревяннаго судна на докъ, для увеличенія емкости антенны, къ его дну прибивается мѣдный или сдѣлан- ный изъ желтаго металла листъ длиной въ 200 или 300 футовъ. Отъ этого листа къ радіотелеграфной рубкѣ подводится мѣдная полоса.

Заземленіе сухопутныхъ станціи иногда при-

ходится устраивать изъ большого числа мѣдныхъ или цинковыхъ пластинъ зарытыхъ въ сырую землю на глубинѣ нѣсколькихъ футъ. Кроме того радіально во всѣхъ направленіяхъ отъ станціи приходится протягивать рядъ проволокъ, причемъ онѣ должны лежать главнымъ образомъ непосредственно подъ плоской частью антенны. Если станція устанавливается на скаль или на сухой почвѣ, то провода заземленія протягиваются просто надъ землей симметрично воздушной сѣти. Всѣ эти проволоки соединяются вмѣстѣ въ общей точкѣ и присоединяются къ аппаратамъ станціи.

Заземленія и земляные вводы трансокеаническихъ станцій Маркони весьма сложны и дороги. Эти станціи располагаются въ центрѣ круга радіусомъ въ 100 фут., по окружности котораго укладывается рядъ цинковыхъ пластинъ. Къ каждой пластинѣ подводится отъ передающихъ аппаратовъ около 250 мѣдныхъ кабелей. Радіально во всѣ стороны отъ цинковыхъ пластинъ протянуты мѣдные кабеля, часть которыхъ лежитъ непосредственно подъ лучами воздушной сѣти. Кроме того симметрично лучамъ сѣти рядъ проводовъ можетъ быть уложенъ на поверхности земли. Если мѣстность сырая или болотиста, то могутъ быть примѣнены другіе способы заземленія.

454. Излученіе. Мощность волны, излучаемая антенной, какъ показали Флемингъ и другіе ученые, можетъ быть выражена слѣдующей форму-

лой :

$$W = 1578 \times \frac{h^2}{\lambda^2} \times I^2,$$

гдѣ W = излучаемая энергія въ ваттахъ ;

h = высота антенны въ метрахъ ;

λ = длина волны антенны въ метрахъ ;

I = сила антеннаго тока въ амперахъ у ея основанія.

Напримѣръ, если антенна высотой въ 40 метровъ (130 футъ) излучаетъ волну длиной въ 600 метровъ при силѣ антеннаго тока, равнаго 10 амперамъ, то покидающая ее въ видѣ электромагнитной волны энергія = $1578 \times \frac{40^2}{600^2} \times 10^2 = 694$ ваттамъ.

Это уравненіе основано на допущеніи равномернаго распредѣленія тока по вибратору, что для всѣхъ типовъ антеннъ не вполне справедливо ; распредѣленіе тока значительно измѣняется въ зависимости отъ формы антенны. Поэтому для опредѣленія мощности излученія съ достаточной степени точностью необходимо узнать среднюю силу антеннаго тока, конечно меньшую его силы у основанія антенны.

Средняя сила тока зависитъ отъ формы антенны и измѣняется въ предѣлахъ отъ $\frac{2}{\pi}$ до $\frac{1}{2}$ силы антеннаго тока у ея основанія. Если мы обозначимъ функціональную зависимость силы тока отъ формы антенны, то предыдущая формула приметъ видъ :

$$W = 1578 \frac{h^2}{\lambda^2} F^2 I^2$$

или
$$W = 1578 \times \left(\frac{F h}{\lambda} \right)^2 \times I^2.$$

Величина (Fh) въ этомъ уравненіи представляетъ собою эффективную высоту антенны (функциональную зависимость отъ ея формы, умноженную на ея высоту). Величина h въ случаѣ плосковерхой антенны берется равной высотѣ лишь ея вертикальной части, а введеніемъ величины F просто учитывается средняя сила тока въ этой части антенны. Учащійся можетъ замѣтить, что количество эрергіи излучаемой данной антенной прямо пропорціонально квадрату дѣйствующей ея высоты и обратно пропорціонально квадрату длины излучаемой ею волны, если средняя величина силы тока въ антеннѣ остается неизмѣнной.

Слѣдующія формулы могутъ быть примѣнены для вычисленія фактора формы плосковерхой антенны, если періодъ производимыхъ ею колебаній близокъ къ ея собственному періоду:

$$F = 0,637 \left(1 + \frac{\Gamma}{h}\right) \sin\left(\frac{h}{h + \Gamma}\right) 90^\circ *$$

гдѣ Γ = длина горизонтальной части „ Γ ”-образныхъ антеннъ и приравняется половинѣ общей длины плоскаго верха „ Γ ”-образныхъ антеннъ.

h = высота вертикальной части антенны.

Напримѣръ, если длина антенны равна 100 футамъ, высота — 60 футамъ, то величина фактора формы =

$$= 0,637 \left(1 + \frac{100}{60}\right) \sin\left(\frac{60}{60 + 100}\right) 90^\circ =$$

$$= 0,637 \times 2,6 \times \sin(0,375 \times 90^\circ) = 0,92.$$

Если эта антенна излучаетъ волну, близкую по

*) A. S. Blattermann, Okt. 1916г., взято изъ Wireless Age.

длину къ ея основной волнѣ, скажемъ 320 метровъ и если сила антеннаго тока равняется 6 амперъ, то мощность посылаемая антенной, въ видѣ электромагнитныхъ волнъ

$$= 1578 \times \left(\frac{0,92 \times 18,4}{320} \right)^2 \times 36 = 150 \text{ ваттъ.}$$

455. **Декрементъ антенны.** Затуханіе колебаній въ антеннѣ передатчика зависитъ главнымъ образомъ отъ :

- 1) потери энергіи на излученіе
- 2) потери энергіи на преодолѣніе сопротивленія проводниковъ и заземленія.

Энергія, затраченная на излученіе, является полезной энергіей, такъ какъ она создаетъ волнообразное движеніе, но остальные двѣ потери уменьшаютъ эффе́ктивность установки и поэтому должны быть уменьшены до возможнаго предѣла. Сопротивленіе проводниковъ антенны можетъ быть уменьшено до минимума путемъ параллельнаго соединенія нѣкотораго числа нормальныхъ многожильныхъ мѣдныхъ канатиковъ; при такихъ условіяхъ среднее сопротивленіе проводниковъ антенны токомъ высокой частоты не превыситъ двухъ или трехъ омъ. Сопротивленіе заземленія можно уменьшить путемъ примѣненія большой сѣтки проводовъ по возможности зарытыхъ въ сырую землю.

Неточная настройка передатчика служитъ добавочной причиной увеличенія затуханій въ антеннѣ, которое вызывается обратнымъ пере-

ходомъ энергіи изъ цѣпи антенны въ замкнутый колебательный контуръ. Это явленіе можно предупредить правильной установкой разрядника и точнымъ подборомъ связи между обмотками трансформатора колебаній. Декрементъ излученія обыкновенно зависитъ отъ величины удлинительной самоиндукціи и отъ величины самоиндукціи, необходимой для возбужденія колебаній; декрементъ также нѣсколько зависитъ отъ конструкции антенны, т.е. отъ фактора ея формы. Антенна такъ рассчитывается, чтобы самоиндукція, служащая для ея настройки на опредѣленную длину волны, давала при точной настройкѣ передатчика желаемый декрементъ.

Такъ какъ энергія, излучаемая въ видѣ электромагнитныхъ волнъ вызываетъ затуханіе колебаній въ цѣпи антенны, то потеря энергіи на излученіе можетъ быть выражена эффективнымъ сопротивленіемъ или просто „сопротивленіемъ излученія“, которое конечно можетъ измѣряться омами. Величина сопротивленія излученія умноженная на квадратъ средней силы тока въ антеннѣ позволяетъ опредѣлить мощность излученныхъ волнъ.

Сопротивленіе излученія плосковерхой антенны выражается формулой :

$$R = 1578 \left(\frac{Fh}{\lambda} \right)^2,$$

гдѣ R = сопротивленіе въ омахъ ;

Fh = дѣйствующая высота антенны ;

λ = длина волны въ метрахъ.

Такъ, на примѣръ, если антенна, дѣйствующая

высота которой равна 40 метрамъ, работаетъ волной въ 600 метровъ, то ея сопротивление излученія =

$$= 1578 \times \frac{40^2}{600^2} = 6,9 \text{ омамъ.}$$

Изъ этой формулы видно, что сопротивление излученія антенны прямо пропорціонально квадрату дѣйствующей ея высоты и обратно пропорціонально квадрату излучаемой ею волны. Также ясно, что увеличеніе высоты антенны влечетъ за собою увеличеніе длины волны, а поэтому излучаемая энергія будетъ возрастать медленнѣе, чѣмъ высота антенны, хотя съ перваго взгляда это могло показаться иначе.

Сопротивленіе излученія (или коэффициентъ излученія) вертикальныхъ или вѣрообразныхъ антеннъ обыкновенно больше, чѣмъ у плосковерхихъ антеннъ; но, какъ уже было замѣчено, установка плосковерхихъ антеннъ требуетъ меньшихъ затратъ и болѣе удобна, чѣмъ установка вертикальныхъ антеннъ, а такъ какъ кромѣ того сопротивление излученія иногда приходится уменьшать при помощи катушекъ самоиндукціи, то предпочтеніе отдается антеннамъ второго типа.

Желательно, чтобы сопротивление излученія антенны было возможно больше посколькѣ, посколькѣ это не вызываетъ значительнаго затуханія колебаній и не вредитъ качествамъ волны по отношенію къ настройкѣ; съ другой стороны желательно, чтобы второстепенныя сопротивления (въ числѣ которыхъ находятся сопротивление проводниковъ и заземленія) были возможно меньше.

Включеніе нѣкоторой самоиндукціи въ цѣпь антенны у ея основанія нѣсколько ослабитъ затуханіе колебаній, но увеличеніе этой самоиндукціи сверхъ определенной критической величины приведетъ къ уменьшенію силы антеннаго тока и поэтому понизитъ мощность излучаемыхъ вслнѣ. Критическая величина этой самоиндукціи иногда можетъ быть определена изъ ряда показаній антеннаго амперметра совокупно съ данными опредѣленія декремента колебаній при помощи декреметра.

Если при значительномъ сопротивленіи только декрементъ окажется малымъ, то эффективность установки будетъ уменьшаться.

Если эффективная емкость (C), эффективная самоиндукція (L) и эффективное сопротивление антенны известны, то декрементъ цѣпи антенны за цѣлое колебаніе можетъ быть вычисленъ по данной выше формулѣ,

$$\delta = \pi R \sqrt{\frac{C}{L}},$$

гдѣ C = емкость въ фарадахъ,

L = самоиндукція въ генри.

L и C могутъ быть измерены волномѣромъ, а эффективная величина R можетъ быть определена слѣдующимъ образомъ: съ цѣпью антенны, въ которую включенъ послѣдовательно амперметръ, индуктивно связывается замкнутый колебательный контуръ съ Виновскимъ разрядникомъ. Затѣмъ одновременно замѣчаются какое нибудь показаніе мощности въ замкнутомъ колебательномъ контурѣ и силы тока

въ антенну. Далѣе ко вторичной обмоткѣ трансформатора колебаній послѣдовательно съ магазиномъ сопротивленій и амперметромъ присоединяется замкнутый колебательный контуръ, у котораго емкость и самоиндукція соответственно равны емкости и самоиндукціи антенны. Въ замкнутомъ контурѣ возбуждаются колебанія и сопротивление рѣстата подбирается такъ, чтобы амперметръ давалъ то же показаніе какъ въ томъ случаѣ, когда онъ былъ включенъ въ цѣпь антенны. Очевидно, величина R равна общему эффективному сопротивленію антенны. Учащійся, имѣющій нѣкоторую радіотелеграфную практику, навѣрно узнаетъ въ этой цѣпи, такъ называемую „нѣмую антенну“, которая примѣняется въ лабораторіи для экспериментальныхъ опредѣленій.

Допустимъ для примѣра, что эффективная емкость антенны равна 0,001 мф., ея эффективное сопротивление — 7 омамъ и ея эффективная самоиндукція 100000 сантиметрамъ, тогда декрементъ =

$$= 3,1416 \times 7 \times \sqrt{\frac{0,000000001}{0,0001}} = 0,68 \text{ за цѣлое колебаніе.}$$

Декрементъ такой величины очень выгоденъ для ослабленія интерференціи между радіотелеграфными станціями и легко можетъ быть полученъ при помощи точной настройки искровыхъ передатчиковъ.

456. Дальность передачи. Было найдено, что при данной длинѣ волны, излучаемой передатчикомъ и при данномъ разстояніи между станціями, сигналы въ пріемникѣ получаютъ наибольшее

интенсивными при определенных высотах передающей и приемной антенн. Уравнение, выражающее зависимость между этими величинами имѣетъ слѣдующій видъ:

$$I_2 = \frac{635 \times I_1 \times h_1 \times h_2}{\lambda \times d} \epsilon^{-\frac{0,0762 \times d}{\sqrt{\lambda}}}$$

гдѣ I_1 = сила тока въ амперахъ въ передающей антеннѣ;

I_2 = сила тока въ миллиамперахъ въ приемной антеннѣ;

h_1 и h_2 = высота передающей и приемной антенны въ футахъ;

λ = длина волны передатчика и приемника;

d = разстояніе между ними въ миляхъ.

Это выраженіе для силы приемнаго тока I_2 справедливо, если сопротивленіе приемной антенны равно 25 омъ. Съ увеличеніемъ или уменьшеніемъ сопротивленія соответственнымъ образомъ будетъ измѣняться коэффициентъ 635. Величина 0,0762 является коэффициентомъ поглощенія, который указываетъ на скорость поглощенія эфирныхъ волнъ при ихъ движеніи надъ поверхностью моря.

Если допустить, что токъ имѣющій въ приемной антеннѣ силу въ 10 микро-амперъ воспроизводитъ еще воспринимаемый сигналъ, а токъ силою въ 40 микро-амперъ воспроизводитъ сигналы поддающіеся чтенію, то не трудно найти силу тока въ приемной антеннѣ, потребную для полученія въ приемникѣ сигналовъ достаточной силы, если извѣстны остальные величины уравненія. Формула эта весьма спорная.

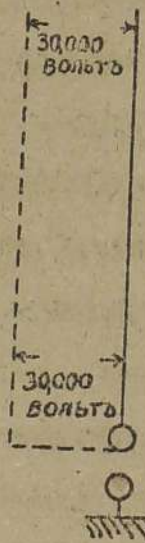
Глава сорокъ шестая.

Распределение силы тока и потенціала по антеннѣ.

457. Разсмотримъ, какъ распределяется напряженіе вдоль антенныхъ проводовъ, когда по нимъ протекаютъ колебательные токи.

458. Разсмотримъ такой случай, когда антенна непосредственно возбуждается индукціонною катушкой, т. е. „простой антенны“. Максимальное начальное напряженіе, до котораго зарядится антенна, будетъ зависѣть, какъ видѣли, отъ напряженія, приложеннаго къ искровому промежутку индукціонною катушкой. Это напряженіе можетъ быть регулируемо путемъ увеличенія или уменьшенія длины искрового промежутка.

459. (Напряженіе, необходимое для того, чтобы пробить воздушный промежутокъ, электродами котораго являются острія, составляетъ около 12000 вольтъ на каждый сантиметръ длины воздушнаго промежутка. Если въ качествѣ электродовъ пользуются шарами, то необходимое напряженіе повысится до нѣкоторой величины, зависящей отъ кривизны шара. Такъ, пользуясь шарами діаметромъ въ одинъ дюймъ, нашли что на каждый сантиметръ длины воздушнаго промежутка требуется напряженіе приблизительно въ 30000 вольтъ).



фиг. 134.

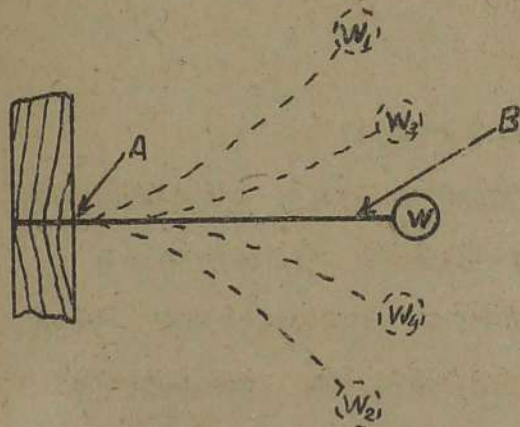
460. Предполагая, въ цѣляхъ объясненія, что имѣемъ два съ шаровыми электродами, помещенными другъ отъ друга на разстояніи въ одинъ сантиметръ, найдемъ, что въ моментъ, предшест-

вующій пробитію промежутка, вся антенна будет заряжена до ОДИНАКОВАГО потенціала въ 30000 вольтъ. Въ этомъ случаѣ распределение напряженія по воздушному проводу можетъ быть представлено схематически, какъ на черт. 134, пунктирною линіей, проведенною параллельно антеннѣ на разстояніи соотвѣтствующемъ 30000 вольтъ.

461. Энергію, запасенную въ конденсаторѣ, можно разсматривать какъ „потенціальную“ энергію въ противоположность „кинетической“, которая заключается въ самоиндукціи, по которой проходитъ токъ; точно такъ же, какъ и механическая энергія, запасенная въ сжатой пружинѣ, находится въ формѣ „потенціальной“ энергіи, въ противоположность „кинетической энергіи“, которой обладаетъ маховое колесо, вообще всякое движущееся тѣло.

462. Во всѣхъ періодическихъ колебаніяхъ, механическихъ или электрическихъ, энергія непрерывно переходитъ изъ одной формы въ другую. Такимъ образомъ, напр., въ случаѣ колеблющейся пружины, показанной на черт. 135, которую за-

ставляютъ колебаться между положеніями W_1 и W_2 , мы видимъ, что когда она занимаетъ то или другое изъ этихъ крайнихъ положеній, то она остается на одинъ моментъ въ покоѣ и тогда вся энергія находится въ формѣ „потенціальной“ энер-



фиг. 135.

гій, запасенной въ движущемся тѣлѣ W . При промежуточныхъ положеніяхъ, очевидно, часть энергіи заключается въ напряженіи пружины и часть ея въ движущемся грузѣ W .

Подобнымъ образомъ, въ колебательной цѣпи случай, который теперь разсматриваемъ, въ нѣкоторый моментъ энергія вся запасена въ конденсаторъ въ формѣ „потенціальной“ энергіи и въ этотъ моментъ электричество находится въ покоѣ, иначе говоря, тока въ цѣпи нѣтъ. Въ тотъ же моментъ, когда конденсаторъ разрядится полностью и прежде чѣмъ онъ начнетъ заряжаться въ противоположномъ направленіи, токъ протекающій въ цѣпи, имѣетъ наибольшее значеніе и тогда вся энергія находится въ формѣ „кинетической“ энергіи тока, текущаго черезъ самоиндукцію цѣпи. И такъ, видимъ что полная энергія въ воздушной или другой колебательной цѣпи въ каждый моментъ есть сумма „потенціальной“ и „кинетической“ энергіи.

463. Энергію, запасенную въ Конденсаторѣ, можно опредѣлить въ любой моментъ изъ уравненія

$$E = \frac{1}{2} CV^2,$$

гдѣ C — емкость конденсатора;

V — напряженіе, до котораго онъ заряженъ.

Беря аналогичный механической примѣръ энергіи, запасенной въ сжатой пружинѣ, можно показать, что въ любой моментъ энергія $E = \frac{1}{2} (F) T^2$, гдѣ (F) есть упругость пружины, а T — напряженіе, которому она подвергнута.

Замѣтимъ, что терминъ „упругость“ употребленъ ради простоты и уравненіе окажется правильнымъ, если E принять равнымъ $\frac{L}{E}$, гдѣ L есть удлиненіе пружины, а E — модуль упругости.

464. Количество же энергіи, заключающейся въ движущемся тѣлѣ, т.е. „кинетической“ энергіи, зависитъ отъ вѣса этого тѣла и скорости съ которой оно перемѣщается, это количество энергіи прямо пропорціонально вѣсу движущагося тѣла и квадрату скорости, съ которой оно движется. Если M представляетъ массу тѣла, а V — его скорость, то можно показать, что заключающаяся въ немъ въ любой моментъ энергія $E = \frac{1}{2} M V^2$.

465. Подобнымъ образомъ, въ электрической цѣпи энергія, запасенная въ самоиндукціи L цѣпи, по которой течетъ токъ, прямо пропорціональна величинѣ самоиндукціи и квадрату силы тока, протекающаго черезъ эту самоиндукцію. Если \mathcal{E} — энергія въ джоуляхъ, L — самоиндукція въ генри, и J — сила тока въ амперахъ, то можно показать, что $\mathcal{E} = \frac{1}{2} L J^2$.

466. Возвращаясь къ разсматриваемому нами частному случаю, именно къ случаю антенны одинаково по всей длинѣ заряженной до потенціала въ 30000 вольтъ, ясно видимъ, что въ моментъ предшествующій пробитію искрового промежутка вся энергія запасена въ видѣ „потенціальной“ энергіи, потому что въ этотъ моментъ токъ не течетъ; поэтому, если C есть емкость антенны, а V — напряженіе, до котораго она заряжена, то:

$$W = \frac{1}{2} C V^2$$

Въ слѣдующій моментъ промежутокъ пробивается и „потенціальная энергія“ въ заряженной антеннѣ постепенно переходитъ въ „кинетическую“ энергію тока, проходящаго черезъ самоиндукцію антенны въ землю.

467. Если L представляетъ самоиндукцію антенны, а J — токъ, протекающій по самоиндукціи, а W опять таки энергію въ антеннѣ, то если происходятъ колебанія тока, количество энергіи въ антеннѣ въ каждый данный моментъ =

$$= \frac{1}{2} C (V)^2 + \frac{1}{2} L (J)^2.$$

468. Если рассмотримъ моментъ, когда уже совершилась одна четверть колебанія, то напряженіе антенны сдѣлалось равнымъ нулю, поэтому $\frac{1}{2} C V^2 = 0$. Въ этотъ моментъ слѣдовательно, вся энергія перешла къ току, протекающему по самоиндукціи и значить, равна $\frac{1}{2} L T^2$ и слѣдовательно, токъ въ антеннѣ имѣетъ наибольшее значеніе.

Подобнымъ образомъ, взявъ моментъ, когда закончилась половина колебанія, найдемъ, что токъ сталъ равнымъ нулю и поэтому въ этотъ моментъ вся энергія перешла на зарядъ емкости антенны и равна $\frac{1}{2} C V^2$ и слѣдовательно, напряженіе антенны будетъ максимальнымъ.

469. Допустивъ на одинъ моментъ, что энергія совершенно не теряется ни на излученіе, ни въ сопротивленіи, найдемъ, что энергія въ антеннѣ въ концѣ перваго колебанія будетъ та же, какой она была въ моментъ, непосредственно

предшествующій появленію искры; но т.к. искровой промежутокъ теперь пробить, то нижній конецъ антенны можно считать присоединеннымъ къ земль и поэтому потенціалъ въ этой точкѣ останется равнымъ нулю, когда свободный конецъ антенны будетъ имѣть максимальный патенціалъ.

Такимъ образомъ видимъ, что распредѣленіе потенціала вдоль антенны приметъ форму, отличающуюся отъ представленной на черт. 134.

Оно приметъ форму кривой, показанной на черт. 136. На первый взглядъ казалось бы, максимальное значеніе потенціала на свободномъ концѣ антенны, должно быть равно потенціалу, до котораго она была первоначально заряжена. Однако, это не такъ по слѣдующей причинѣ.



фиг. 136.

470. Въ моментъ, когда первый разъ заряжена антенна, зарядъ распредѣленъ равномерно по всей антеннѣ, какъ показано на черт. 134, и такъ какъ емкость антенны также распредѣлена по всей антеннѣ, то слѣдовательно, вся емкость антенны заряжена до равнаго потенціала.

471. Съ другой стороны, послѣ перваго колебанія, когда зарядъ на антеннѣ распредѣленъ, какъ показано на черт. 136, емкость антенны не заряжена вездѣ до одинаковаго потенціала и поэтому свободный конецъ антенны необходимо долженъ зарядиться до высшаго потенціала,

чѣмъ первоначальный, для того чтобы антенна содержала то же количество энергіи, что и раньше.

472. Можно математически показать, что потенциалъ на свободномъ концѣ полного колебанія будетъ въ $\sqrt{2}$ разъ или приблизительно въ 1,414 разъ больше чѣмъ потенциалъ, до котораго она была первоначально заряжена, предполагая (1), что потенциалъ тогда распределенъ по синусоидѣ и (2), что втеченіи колебанія энергія не теряется и не излучается. Это легко понять, если рассмотримъ черт. 137 и 138.

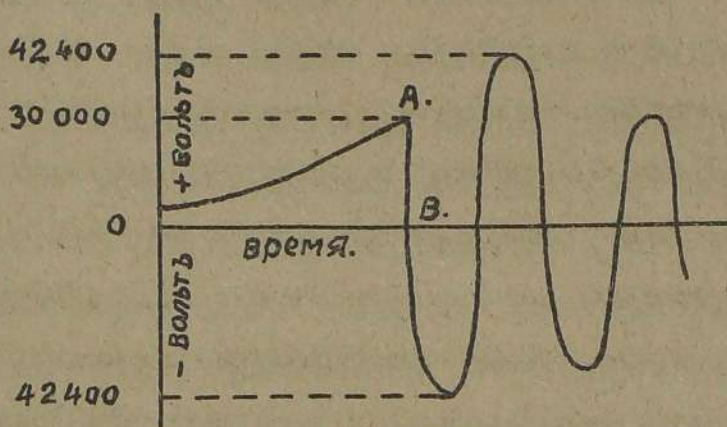


Фиг. 137.

473. Черт. 137 показываетъ относительное распределеніе напряженія вдоль воздушнаго провода; пунктирная линія показываетъ первоначальный зарядъ, вложенный въ антенну индукціонною катушкой, а сплошная линія — зарядъ въ антеннѣ въ концѣ перваго колебанія.

474. Черт. 138 показываетъ изменение потенциала свободнаго конца воздушнаго провода втеченіи перваго колебанія. До точки А кривая показываетъ сравнительно медленное возрастаніе потенциала въ то время, какъ антенна равномерно заряжается индукціонною катушкой до величины 30000 вольтъ. Въ точкѣ А искровой промежутокъ пробивается и начинаются колебанія и потенциалъ конца антенны сначала падаетъ до нуля въ моментъ В, когда антен-

НА ЗАРЯЖЕНА И ЗАТѢМЪ ВОЗРАСТАЕТЪ ДО ВЕЛИЧИНЫ



Фиг. 138.

$\sqrt{2}$ разъ большей первоначальнаго заряда - около 42.400 вольтъ.

475. Показали, что энергія, заключающаяся въ антеннѣ, когда въ ней находится зарядъ $= \frac{1}{2} CV^2$. Это справедливо только тогда, когда вся емкость антенны одинаково заряжена до потенціала V . Когда происходят колебанія въ антеннѣ, то эффективную емкость антенны слѣдуетъ принять въ $\frac{\pi}{2}$ разъ большей, чѣмъ истинная емкость.

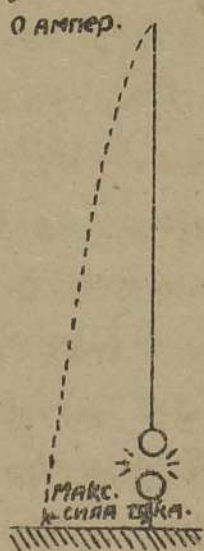
Глава сорокъ седьмая.

Распределение тока въ антеннѣ.

476. Уже разъяснили въ § 468, что въ моментъ, когда потенціалъ свободнаго конца антенны имѣетъ максимальное значеніе, то токъ, текущій въ антеннѣ, когда въ ней происходятъ электрическія колебанія съ основною длиною волны таково, что въ мѣстѣ соединенія антенны съ землею имѣется узелъ потенціала, а у свободнаго конца антенны пучность потенціала. Распределе-

ніе тока въ антеннѣ какъ разъ обратное. Очевидно, что максимальный токъ будетъ течь у заземленнаго конца антенны, такъ какъ весь токъ, текущій въ антенну, необходимо долженъ пройти эту точку. Между тѣмъ, взявъ точку на половинѣ высоты антенны, найдемъ, что черезъ эту точку долженъ протекать лишь токъ необходимый, чтобы зарядить верхнюю половину антенны и взявъ конецъ антенны, найдемъ, что черезъ него не можетъ течь никакой токъ. Такимъ образомъ, распределение тока въ антеннѣ также приметъ форму синусоиды, но съ пучностью въ точку заземленія антенны и узломъ на свободномъ концѣ антенны; по этой причинѣ эффективную самоиндукцію антенны слѣдуетъ принять въ $\frac{2}{\pi}$ раза большею истинной самоиндукціи.

477. Можемъ начертить кривую, показанную пунктирною линіей на черт. 139, представляющую распределение тока, текущего по антеннѣ. Здѣсь разстояніе между кривою и сплошною линіей, представляющею воздушный проводъ, изображаетъ сравнительную величину протекающаго тока. Этотъ токъ будетъ измѣняться отъ максимальнаго значенія, когда потенциалъ антенны равенъ нулю; до нуля, когда потенциалъ ан-



Фиг. 139. тенны имѣетъ максимумъ, но распределение тока всегда будетъ въ той же пропорціи; такъ что, хотя амплитуда кривой будетъ из-

гнуться, форма кривой останется той же самою.

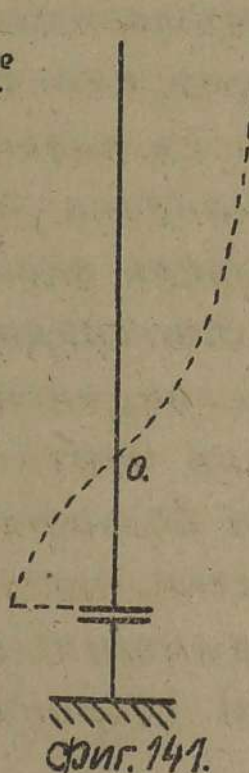
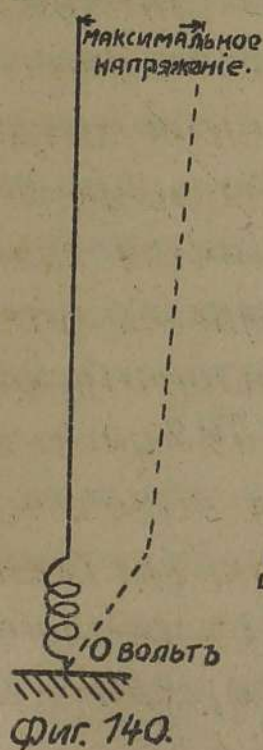
Глава сорокъ восьмая.

Вліяніе включенія послѣдовательно съ антенной самоиндукціи и емкости на распределение тока и потенциала.

478. Очевидно, что какой бы видъ ни принимало распределение потенциала по антеннѣ, распределение тока принимаетъ сходный видъ, но съ узловъ въ точки, гдѣ имѣется максимальный потенциалъ и обратно, съ нулемъ въ точки, гдѣ узелъ напряжения. Описывая дальнѣйшія дѣйствія, поэтому достаточно лишь указать распределение потенциала по антеннѣ различнаго вида.

479. Когда послѣдовательно съ антенною соединена самоиндукція, то распределение потенциала вдоль антенны во время колебаній подобно распределенію, ранѣе описанному для простой антенны,

но только самоиндукцію слѣдуетъ разсматривать, какъ продолженіе антенны и поэтому потенциалъ вдоль самоиндукціи увеличивается, также какъ и вдоль антенны, какъ показано на черт. 140; итакъ, чѣмъ больше самоиндукція, соединенная послѣдовательно съ антенною, тѣмъ больше будетъ напряжение у самоиндукціи во время коле-



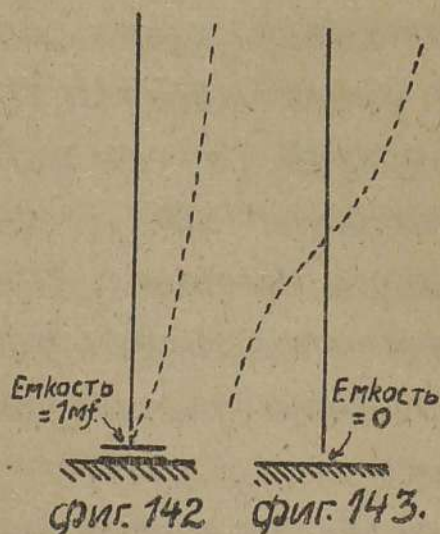
БАНІЙ.

480. Весьма важно имѣть это обстоятельство въ виду, проектируя катушки самоиндукціи для при-
мѣненія въ цѣляхъ передачи, т.к. катушка дол-
жна быть весьма тщательно изолирована отъ зем-
ли до конца, присоединеннаго къ антеннѣ и далѣе,
когда послѣдовательно съ антенною соединена боль-
шая самоиндукція, то необходима очень высокая
изоляция въ мѣстѣ входа воздушнаго провода въ
зданіи.

481. Дѣйствіе конденсатора, включеннаго послѣ-
довательно съ антенною на распредѣленіе напря-
женія, выражается въ томъ, что создается узелъ
потенціала въ нѣкоторой точкѣ выше конденса-
тора, какъ показано на черт. 141.

482. Точное положеніе этого узла бу-
детъ зависеть отъ относительныхъ зна-
ченій емкости конденсатора и емкости
антенны.

Беря два возможныхъ предѣльныхъ значеній
емкости конденсатора, найдемъ, что если послѣ-
довательно съ антенною соеди-
нить бесконечно большую ем-
кость, то узелъ окажется точ-
но въ мѣстѣ соединенія ан-
тенны съ конденсаторомъ, какъ
показано на черт. 142, т.к.
бесконечно большая емкость
эквивалентна непосредствен-
ному соединенію съ землею.
Съ другой стороны, если сое-



динимъ съ антенною безконечно малую емкость, то узелъ потенціала окажется какъ разъ посрединѣ антенны, какъ показано на черт. 143.

483. Вслѣдствіе этого какое-либо промежуточное значеніе емкости между нулемъ и безконечностью создастъ узелъ гдѣ-либо между нижнимъ концомъ антенны и серединою антенны, смотря по относительной величинѣ емкости антенны и емкости конденсатора.

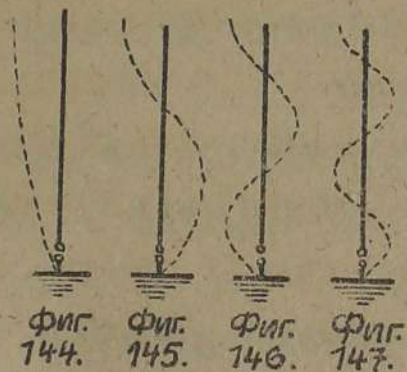
Глава сорокъ девятая .

Обертоны .

484. Каждая колебательная цѣпь съ распределенными емкостью и самоиндукціей, т.е. каждая „открытая“ колебательная цѣпь будетъ имѣть и обертоны основной волны.

Первый обертонъ имѣетъ частоту равную утроенной основной частотѣ, второй обертонъ - упятеренной, третій обертонъ - усемяренной и такъ дальѣ. Длина волны перваго обертона составляетъ одну треть основной длины волны, второго обертона - одну пятую и третьяго обертона - одну седьмую.

485. Когда въ антеннѣ происходятъ колебанія искрового обертона, то распределеніе потенціала по ней принимаетъ видъ, показанный на черт. 145, откуда видно, что на антеннѣ имѣются двѣ точки съ максимальной амплитудой потенціала, одна на концѣ антенны, а другая на высо-



ть одной трети антенны. Дальше получается узель на высоту двух третей антенны, также какъ и въ точку заземленія антенны.

Распредѣленіе потенціала по антеннѣ въ которой происходятъ колебанія основной длины волны перваго обертона, второго обертона и третьяго обертона, показано схематически на соответствующихъ фигурахъ - 144, 145, 146 и 147.

486. Эти обертоны можно отчетливо обнаружить посредствомъ чувствительнаго волномѣра, когда антенна возбуждается простѣйшимъ способомъ. Однако замѣчается, что основная длина волны даетъ гораздо болѣе сильный эффектъ въ волномѣрѣ, чѣмъ обертоны. Первый обертонъ оказывается гораздо сильнѣе второго, а второй обертонъ сильнѣе третьяго и такъ далѣе. Обнаружить какіе-либо высшіе обертоны окажется затруднительнымъ, по причинѣ ихъ слабости.

487. Когда антенна возбуждается непосредственно, какъ напр. посредствомъ индукціонной катушки, то обертоны проявляются лишь въ слабой степени, а когда антенна возбуждается индуктивно „замкнутою“ колебательною цѣпью, которая настроена на основную длину волны антенны, то обертоны появляются въ еще болѣе слабой степени и практически вся энергія излучается въ волнѣ основной длины.

488. Если, однако связанную „замкнутую“ колебательную цѣпь НАСТРОИТЬ НА ОДИНЪ ИЗЪ ОБЕРТОНОВЪ АНТЕННЫ, то въ антеннѣ не будутъ происходить колебанія съ ея основною длиною

волны и следовательно, будут излучать лишь тот обертоны, на который настроена „замкнутая“ колебательная цепь. Фактически, антенна, возбуждаемая на одинъ изъ ея обертоновъ, будетъ излучать энергію быстрее, чѣмъ при возбужденіи на ея основную длину волны. Этимъ явленіемъ пользуются какъ источникомъ излученія, чтобы избѣжать необходимости включать послѣдовательно съ антенною конденсаторъ или большую самоиндукцію, что ухудшаетъ ея отдачу. Имъ пользуются именно тогда, когда требуется посредствомъ той же антенны передавать волны большой и малой длины и гдѣ возможно устроить такъ, чтобы короткая волна была обертономъ длинной волны.

489. Въ первые годы беспроволочной телеграфіи, всѣ суда, оборудованныя радіостанціями могли передавать одной изъ двухъ длинъ волны, называемыхъ соответственно „Настройка А“ и „Настройка В“. Настройка А давала длину волны 360 фут., а настройка В — длину волны 1080 фут. Такимъ образомъ, обычно устраивали такъ, что длина волны антенны была приблизительно 1080 фут. и первичная цепь при настройкѣ А, настраивалась на первый обертоны этой антенны, именно 360 фут., а при настройкѣ В на основную длину. Однако, въ настоящее время, такъ устраивать невозможно, т.к. Международная Конвенція Радіотелеграфіи постановила, чтобы всѣ суда могли передавать волны длиною въ 600 метровъ и

300 метровъ, а въ этомъ случаѣ меньшая длина волны не является обертономъ высшей.

Глава пятьдесятая.

Мачты.

490. Въ параграфѣ 454 указывали, что разстояние, на которомъ можетъ дѣйствовать данный передатчикъ, приблизительно пропорціонально высотѣ антенны. Очевидно, поэтому что тамъ, гдѣ радиусъ дѣйствія имѣетъ преобладающее значеніе, мачты для поддержки антенны слѣдуетъ дѣлать настолько высокими, насколько позволяютъ практическія соображенія.

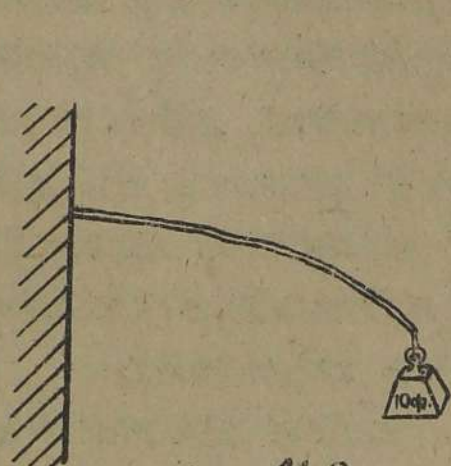
Мачты постоянныхъ сухопутныхъ станцій обычно воздвигаются опытными инженерами и мачтовиками и обычно, имѣя дѣло съ такими мачтами, располагаютъ опытными людьми для содержанія мачтъ въ исправности, но мачты примѣняемыя на переносныхъ станціяхъ часто обслуживаются людьми не имѣвшими такого опыта и поэтому думаемъ, что будутъ полезны нѣкоторыя замѣчанія по этому вопросу.

Глава пятьдесятъ первая.

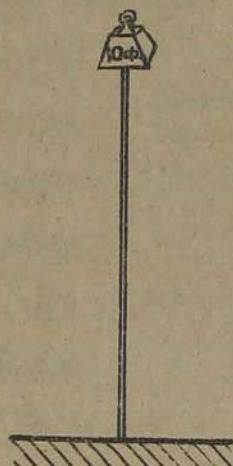
Напряженія въ мачтахъ.

491. Мачта можетъ выдержать гораздо большее усилие дѣйствующее внизъ по ея длинѣ, чѣмъ усилие, дѣйствующее подъ прямымъ угломъ къ ея длинѣ. Это положеніе легко пояснить простымъ опытомъ съ палкою діаметромъ $\frac{1}{4}$ дюйма и длиною 5 фут. Если мы одинъ

конецъ палки будемъ тянуть съ силою, скажемъ 10 фун. подъ прямымъ угломъ къ ея длинѣ, какъ показано на черт. 148, то палка вѣроятно сло-



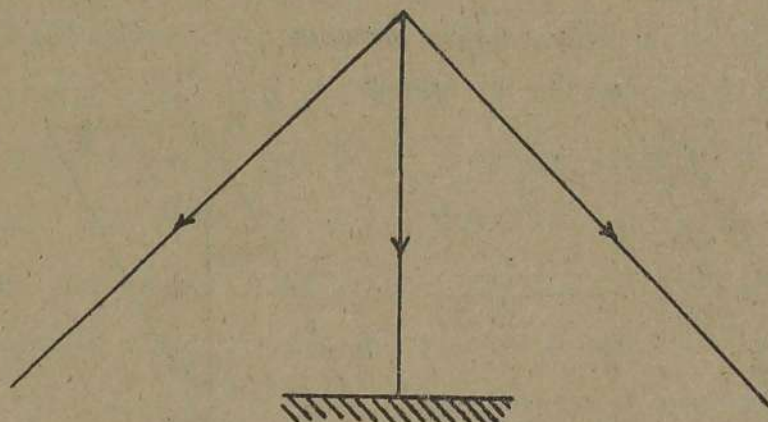
фиг. 148.



фиг. 149.

мается, или во всякомъ случаѣ очень сильно изогнется. Если же мы будемъ съ тою же силою давить на конецъ палки по направлению ея длинѣ, какъ показано на фиг. 149, то палка легко выдержитъ это давленіе.

492. Въ случаѣ мачты, поддерживающей зонтичную антенну, какъ показано на фиг. 150,

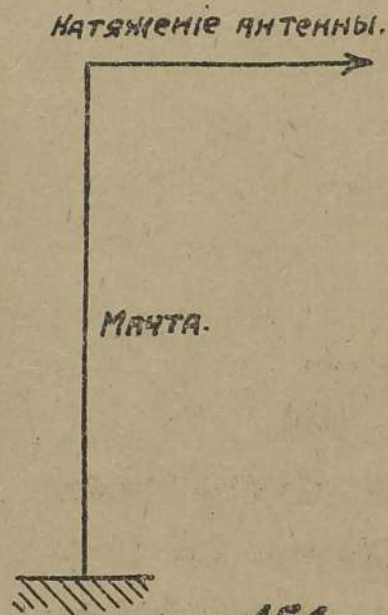


фиг. 150.

равнодѣйствующая всѣхъ усилій, производимыхъ проволоками, есть сила дѣйствующая прямо внизъ по длинѣ мачты и потому крѣпость

мачты используется наилучшимъ образомъ.

493. Но въ случаѣ мачты, поддерживающей горизонтальную антенну, какъ показано на черт. 151, гдѣ антенна прикреплена къ верхушкѣ

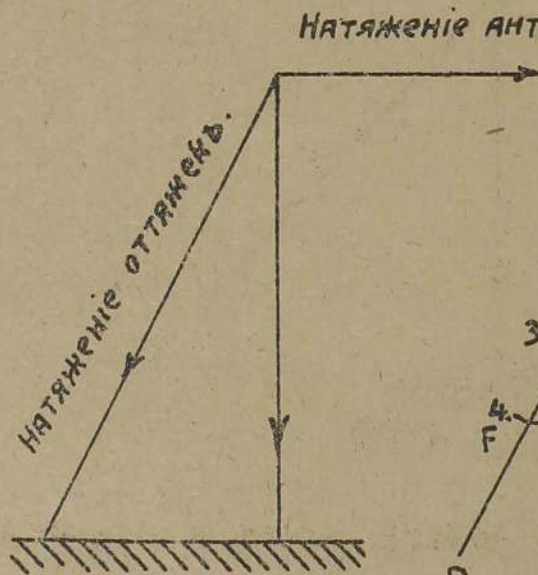


фиг. 151.

мачты, натяженіе производимое антенною, дѣйствуетъ подъ прямымъ угломъ къ длинѣ мачты и потому крепость мачты не используется наибывгоднѣйшимъ образомъ.

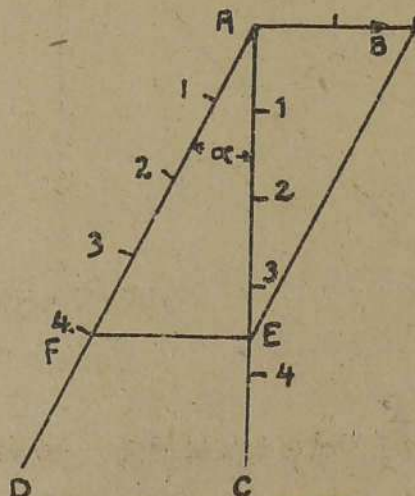
494. Если же мы къ верхушкѣ мачты прикрѣпимъ оттяжку и укрѣпимъ ее на землѣ въ нѣкоторомъ разстояніи отъ подножія мачты, какъ показано на черт. 152, то на-

тяженіе антенны будетъ уравновѣшиваться напряженіемъ оттяжки и результирующая обоихъ усилій, именно, усилія производимаго антенною въ одномъ направленіи и усилія, произ-



фиг. 152.

Натяженіе антенны.



фиг. 153.

водимаго оттяжкою въ другомъ направленіи - есть сила, дѣйствующая прямо внизъ по длинѣ мачты.

495. Очень простымъ способомъ для вычисленія величины силы, дѣйствующей на оттяжку является построение параллелограмма силъ, показанное на черт. 153.

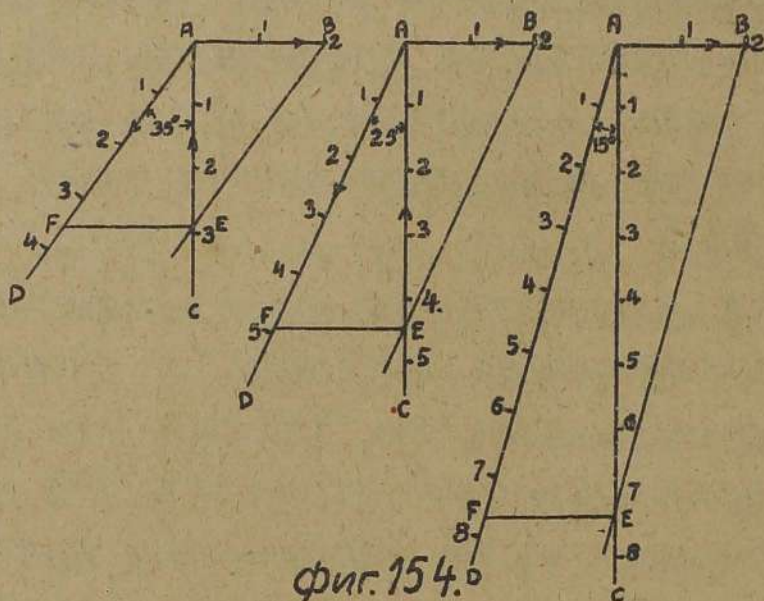
Предполагая, что антенна производитъ горизонтальное напряженіе въ 200 фун., и принявъ, что 1 дм. изображаетъ силу въ 100 фун., мы можемъ отложить горизонтальный отръзокъ АВ длиною въ 2 дм., изображающій напряженіе антенны.

496. Усиліе, которое должна выдержать мачта, будетъ имѣть вертикальное направленіе; поэтому мы можемъ построить вертикальную линію АС неопредѣленной длины, изображающую это усиліе. Далѣе, мы можемъ начертить линію АД, представляющей направленіе натяженія, производимаго оттяжкою, гдѣ уголъ α тотъ же, что уголъ между оттяжкою и мачтою.

Если теперь мы проведемъ изъ точки В линію, параллельную линіи АД, то эта линія пересѣчетъ линію АС въ точкѣ Е и длина отръзка АЕ въ дм., умноженная на 100 представитъ силу, дѣйствующую на мачту въ фунтахъ. Далѣе, если провести изъ точки Е линію, параллельную линіи ВА, то эта линія пересѣчетъ линію АД въ точкѣ F и длина линіи АF въ дм., умноженная на 100, подобнымъ образомъ представитъ въ фунтахъ силу натяженія, производимое оттяжкою.

497. Измѣряя эти линіи въ частномъ случаѣ, показанномъ на черт. 153, гдѣ узелъ

между мачтою и оттяжкой 30° , мы находимъ, что



отрѣзокъ АЕ имѣетъ длину около $3\frac{1}{2}$ дм. и поэтому необходимое усилие со стороны мачты или же давленіе на мачту составляетъ 350 ф., тогда какъ отрѣзокъ АF около 4 дм. длины и поэтому необходимо, чтобы сила, производимая оттяжкой или натяженіе оттяжки была равна 400 фун.

498. Строя подобныя діаграммы для различныхъ угловъ между мачтою и оттяжкой, какъ показано на черт. 154, мы увидимъ, что чѣмъ больше этотъ уголъ, тѣмъ меньше натяженіе, какъ мачты, такъ и оттяжки для заданнаго натяженія антенны.

499. Очевидно есть выгода въ увеличеніи угла подъ которымъ мы оттягиваемъ мачту, особенно въ случаѣ переносныхъ мачтъ, гдѣ пользуются кольями для прикрѣпленія оттяжекъ къ землѣ и въ мягкой почвѣ потребовалось бы сравнительно малое усилие, чтобы выдернуть ихъ изъ земли.

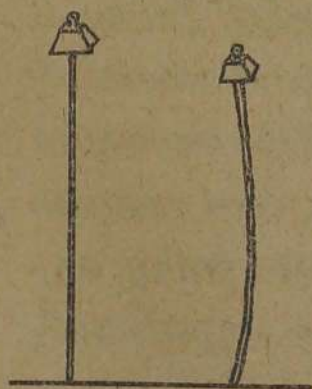
Разумѣется, существуютъ практическія ограниченія для величины этого угла. Если мы сдѣлаемъ уголъ слишкомъ большимъ, то не только потребуетъ большая площадь, чтобы развернуть мачту, но и необходимая длина оттяжекъ очень быстро увеличивается, если уголъ превыситъ 30° .

500. На практикѣ обычно берутъ разстояніе отъ подножія мачты до кола, равнымъ половинѣ длины мачты. Уголъ между мачтою и оттяжкою тогда составляетъ около 27° .

Глава пятьдесятъ вторая.

Выпучиваніе мачтъ.

501. Произведемъ теперь еще нѣсколько опытовъ съ тонкою палкою въ § 491. Если возьмемъ двѣ такія палки одного и того же діаметра и длины, одна изъ которыхъ совершенно прямая, а другая слегка искривлена, какъ показано на фиг. 155, то найдемъ, что прямая палка выдержитъ гораздо большій грузъ, чѣмъ изогнутая. Если постепенно увеличивать нагрузку изогнутой палки и внимательно слѣдить за дѣйствіемъ нагрузки, то увидимъ, что изгибъ постепенно увеличивается по мѣрѣ возрастанія нагрузки, пока онъ не достигнетъ нѣкоторой критической величины, зависящей отъ при-



фиг. 155

роды дерева, изъ котораго сдѣлана палка. Какъ только эта критическая точка будетъ достигнута, малѣйшее увеличеніе груза заставитъ палку перегнуться и сломаться. Мы положимъ для поясненія, что эта кри-

тическая точка достигается, когда приложенный грузъ составляетъ 20 кгр. и что для поломки палки необходимъ грузъ въ 21 кгр.

502. Если теперь приложить грузъ въ 21 кгр. къ прямой палкѣ, то окажется, что она выдерживаетъ грузъ безъ всякихъ признаковъ поломки. Если же мы въ серединѣ приложимъ боковое давленіе достаточное, чтобы вызвать легкій изгибъ, то палка тотчасъ согнется точно такимъ же образомъ, какъ и другая. Лишь самое малое боковое давленіе необходимо, чтобы вызвать изгибъ или „выпучиваніе“. Если мачта находится въ полѣ, совершенно достаточно одного давленія вѣтра, чтобы вызвать выпучиваніе; но во всѣхъ случаяхъ мачты составленныя изъ нѣкотораго числа отдѣльныхъ коленъ, будутъ уже вначалѣ имѣть нѣкоторый изгибъ, благодаря неплотному прилеганію шиповъ къ гнездамъ.

503. Если теперь возьмемъ тѣ же палки и распилимъ ихъ пополамъ, то окажется, что при приложеніи къ ихъ концамъ давленія будутъ наблюдаться тѣ же дѣйствія, но только для достиженія критической точки теперь придется взять вчетверо большій грузъ.

504. На практикѣ было найдено, что грузъ, выдерживаемый данною палкою или малтою обратно пропорционаленъ квадрату ея длины. Закрепляя оттяжками середину палки или мачты такимъ образомъ, что точка прикрѣпленія оттяжекъ къ мачтѣ не могла двигаться въ стороны, какъ это показано на фиг. 156, въ результатѣ обратили палку въ двѣ палки, каждая половинной длины и одна на

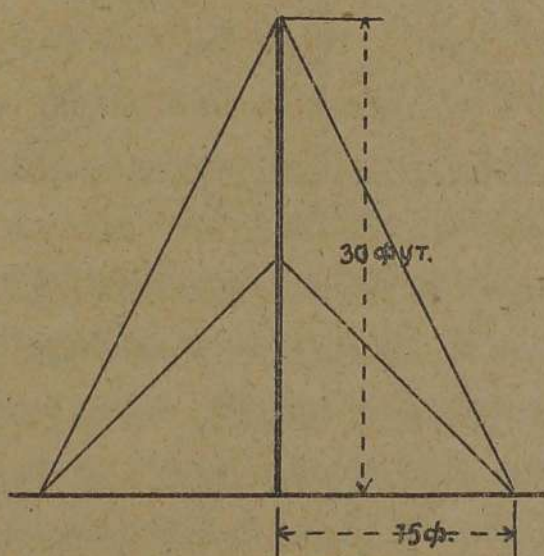
верхушкѣ другой. Такимъ образомъ, закрутившая полку или малту посрединѣ мы утѣверяемъ грузъ или давленіе, которое она можетъ выдержать.

Глава пятьдесятъ третья.

МАЧТОВЫЯ ОТТЯЖКИ.

505. Всецѣло отъ обстоятельствъ зависитъ, изъ какого матеріала дѣлаются оттяжки. Для переносныхъ мачтъ оттяжки должны быть очень гибкими, т.к. ихъ приходится наматывать на барабаны при съемкѣ мачты.

506. Для мачтъ высотой въ 30 фут. наиболее пригодны веревочныя оттяжки. Для мачтъ же выше

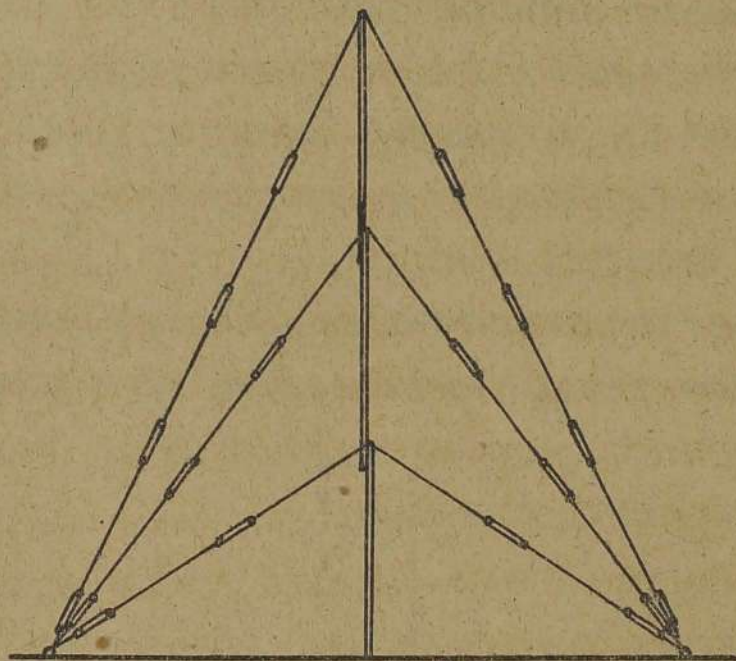


фиг. 156.

30 фут. лучше пользоваться металлическими оттяжками, потому что веревка сильно скручивается въ мокрую погоду и вновь вытягивается въ сухую погоду, вслѣдствіе чего, если оставить мачту, когда совсѣмъ сухо, то дождь заставитъ длинную оттяжку укоротиться въ достаточной степени, чтобы она вы-

дернула колы изъ земли и позволила мачту упасть. Если, обратно, отрегулировать оттяжки, когда оны мокрыя, то по мѣрѣ высыхания, оны вытянутся и позволят мачту сильно выпучиться и можетъ быть, даже сломаться.

507. Для длинныхъ оттяжекъ всегда слѣдуетъ брать металлическія; причемъ для переносныхъ



фиг. 157.

мачту наилучшимъ изъ металловъ для работы, хотя и нѣсколько дорогимъ, оказалась фосфористая бронза; несмотря на то, что она не имѣетъ той крѣпости на разрывъ, что сталь; ея достоинство то, что она не разьѣдается и не ржавѣетъ на воздухъ. Конечно, сталь можно оцинковать, чтобы избѣжать ржавчины, но это весьма ослабляетъ ея крѣпость, особенно въ случаѣ тонкихъ переплетенныхъ проволочекъ. Чтобы придать металлическимъ оттяжкамъ гибкость, ихъ дѣлаютъ изъ многихъ жилъ тонкой проволоки.

508. Когда пользуются металлическими

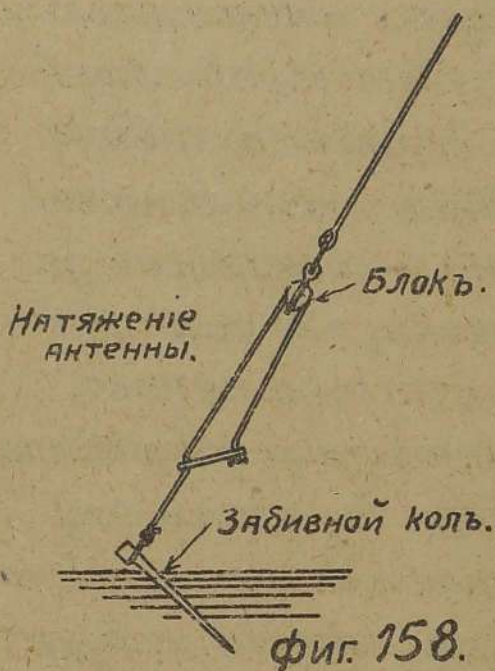
оттяжками, они должны быть тщательно изолированы отъ земли, иначе въ нихъ будутъ индукироваться колебательные токи вслѣдствіе ихъ близости къ антеннѣ и они будутъ поглощать значительную часть передаваемой энергіи, что сократитъ радиусъ дѣйствія станціи. Однако не требуется, чтобы изоляція оттяжекъ была очень высокаго порядка и во многихъ случаяхъ совершенно достаточно небольшой длины веревки, ибо если даже она мокрая, ея сопротивленіе достаточно велико, чтобы воспрепятствовать возникновенію колебательныхъ токовъ въ оттяжкахъ. Хотя въ этомъ случаѣ и будетъ имѣться известная величина утечки въ землю, количество поглощенной энергіи не будетъ настолько велико, чтобы замѣтнымъ образомъ повліять на отдачу станціи.

Въ высокихъ мачтахъ свыше 200 фут., гдѣ оттяжки по необходимости длинныя, обычно раздѣляютъ оттяжки на двѣ или болѣе секціи веревочными соединеніями, какъ показано на черт. 157. Для этой цѣли также пользуются спеціальными фарфоровыми изоляторами.

509. Въ случаѣ переносныхъ мачтъ, которыя рѣдко превышаютъ 70 или 100 футовъ, это раздѣленіе оттяжекъ совсѣмъ не нужно и вполне достаточно изолятора, состоящаго изъ куска веревки между оттяжкой и коломъ. Необходимы какіе-либо способы регулировать длину оттяжекъ и обычно этотъ кусокъ веревки заставляютъ исполнять двѣ обязанности: изолировать оттяжку и доставить средство регулированія ея длины,

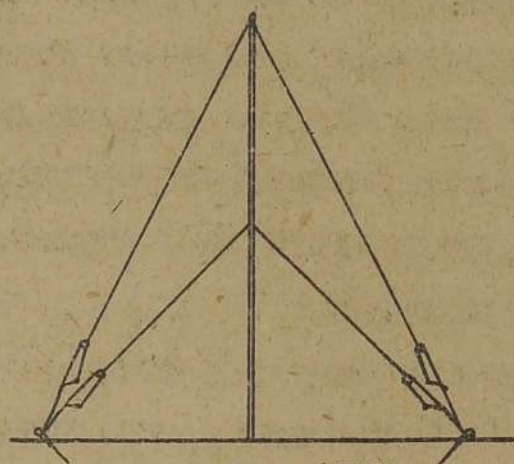
какъ показано на черт. 158.

510. Въ случаѣ деревянныхъ мачтъ не требуется изоляціи у верхняго конца оттяжки, но въ случаѣ стальныхъ мачтъ изоляція оттяжки отъ мачты даже болѣе важна, чѣмъ изоляція оттяжки отъ земли. Причина этого уясняется при взглядѣ на фиг. 159, если принять во вниманіе, что если не изолировать оттяжекъ въ точкахъ, обозначенныхъ „А“, то оттяжки вмѣстѣ съ мачтою образуютъ довольно большую зонтичную антенну, соединенную съ землею черезъ мачту, причемъ оттяжки образуютъ лучи антенны, а мачта образуетъ соединительный вертикальный проводъ. Эта антенна поглощала бы очень большое количество энергіи, излучаемой собственно антенною.



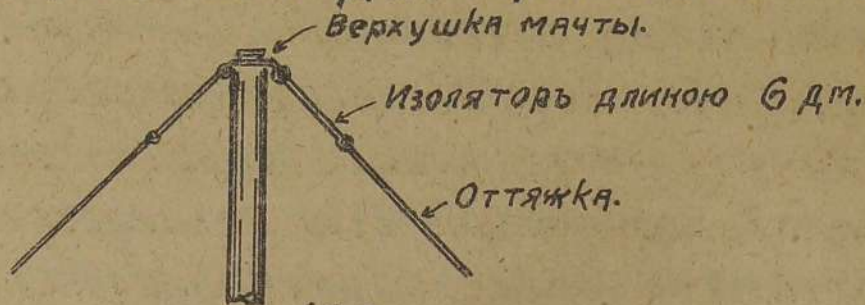
фиг. 158.

511. Въ случаѣ стальныхъ мачтъ, поэтому необходимо включать изоляторы между мачтою и оттяжкою. Для переносныхъ мачтъ



Фиг. 159.

для переносныхъ мачтъ



фиг. 160.

съ успѣхомъ пользуются изоляторомъ длиною около 6 дюймовъ, какъ показано на черт. 160.

Глава пятьдесятъ четвертая.

Изоляція антенны.

512. Изоляція антенны есть дѣло первостепенной важности.

Плохая изоляція даетъ утечку тока и слѣдовательно, потерю мощности. Иначе говоря, вмѣсто излученія всей энергіи въ формѣ волнъ эфира, во время каждаго колебанія часть будетъ теряться на утечку. Дѣйствіе этого на колебательный токъ выразится въ увеличеніи „затуханія“, такъ что помимо потери мощности, мы получаемъ болѣе тупую настройку, обязанную болѣшему затуханію колебаній.

513. Очевидно, что чѣмъ дольше остается энергія въ антеннѣ, имѣющей утечку, тѣмъ болѣе будетъ потеря отъ утечки. Также, очевидно, что хорошо излучающая антенна не будетъ удерживать собою общенную ей энергію такъ долго, какъ антенна медленно излучающая. Изъ этого слѣдуетъ, что чѣмъ медленнѣе антенна излучаетъ свою энергію, тѣмъ болѣе потеря энергіи отъ плохой изоляціи.

514. Помимо той скорости, съ которою излучаетъ антенна, слѣдуетъ и принимать въ соображеніе и другое обстоятельство, а именно: съ какою скоростью энергія поступаетъ въ антенну. Допуская, что неисправный изоляторъ дѣйствуетъ какъ проводникъ съ большимъ сопротивленіемъ, соединенный съ землею; найдемъ, что тогда степень утечки изъ антенны будетъ пропорціональна напряженію антен-

ны въ точку утечки, такъ какъ чѣмъ выше будетъ напряженіе, тѣмъ больше будетъ токъ, проходящій черезъ сопротивленіе неисправнаго изолятора.

515. Возьмемъ случай передатчика, въ которомъ первичная цѣпь слабо связана съ воздушною сътью. Энергія первичной цѣпи лишь медленно передается въ антенну, такъ что антенна достигнетъ своего максимальнаго напряженія, можетъ быть только къ третьему или четвертому колебанію. Но такъ какъ во время этихъ колебаній, антенна свою энергію излучаетъ, то слѣдовательно, максимальное напряженіе, котораго она достигнетъ, не будетъ столь высоко, какъ въ томъ случаѣ, если бы объ цѣпи были настолько тѣсно связаны между собою, что вся энергія во время перваго колебанія передавалась бы въ антенну. Слѣдовательно, потеря энергіи отъ утечки будетъ меньше въ случаѣ слабо связанныхъ, чѣмъ въ случаѣ сильно связанныхъ цѣпей.

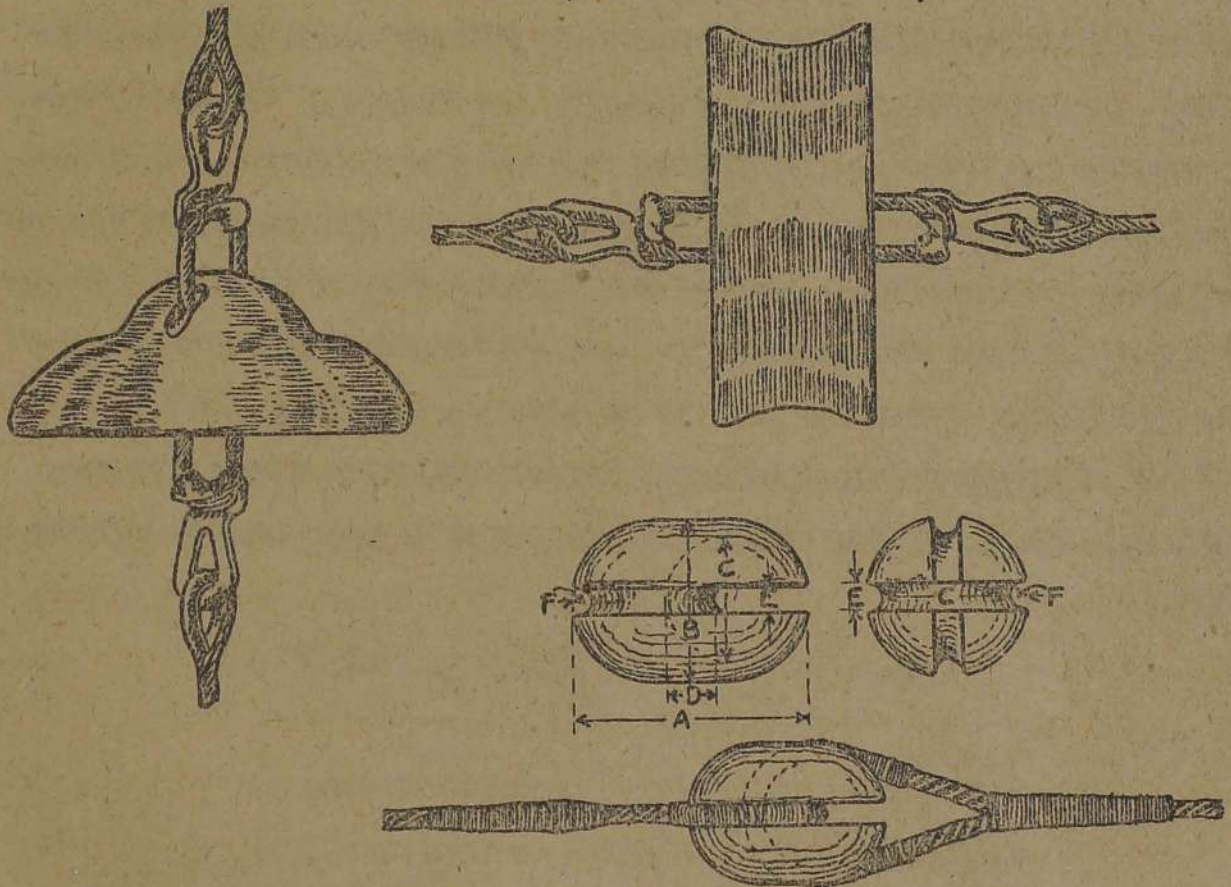
516. Хотя неисправность изоляціи и вредна въ случаѣ слабо связанныхъ цѣпей, поскольку благодаря ей уменьшается излученіе энергіи, но она не выведетъ совершенно станцію изъ дѣйствія, т.к. колебательные токи все же будутъ индуктироваться въ антенну и поэтому будутъ излучаться волны, хотя радіусъ дѣйствія весьма значительно сократится. Это одна изъ причинъ, дающихъ передатчикамъ со связью такое большое преимущество передъ „простыми антеннами“. Въ случаѣ передатчика прямого возбужденія, т.к. возрастаніе напряженія во вторичной обмоткѣ индукціонной спирали, при прерываніи первичной цѣпи, требуетъ замѣтнаго періода времени, то зарядъ ан-

тепны можеть утекати через несправные изоляторы съ такою скоростью, съ какою она питается отъ индукционной катушки, въ результатъ чего невозможно получить искры между электродами отъ антенны къ земля. И такъ какъ токъ въ антеннѣ не колебательный, то пока не возникнетъ искра, не будетъ получаться колебательныхъ токовъ и поэтому антенна при этихъ условіяхъ не будетъ совсемъ излучать.

Глава пятьдесятъ пятая.

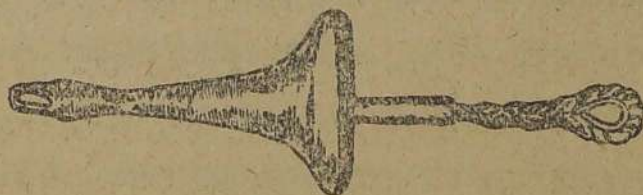
Изоляторы антенны.

517. Первый вопросъ, съ которымъ приходится считаться въ антенныхъ изоляторахъ, это діэлектрическая крѣпость матеріала изолятора.



Различные виды антенныхъ изоляторовъ.

Антенный изоляторъ .



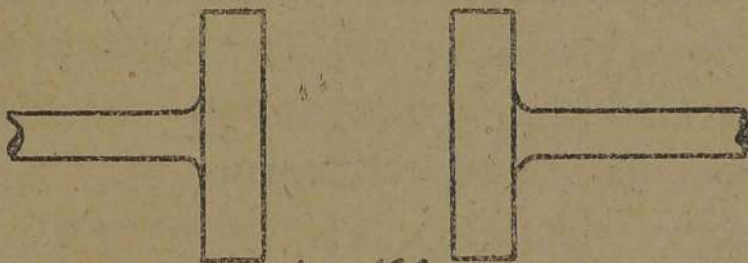
518. Когда къ изолирующему материалу или діэлектрику прилагается электрическое напряженіе, то въ немъ вызывается механическое напряженіе. Далѣе, если электрическое напряженіе повысить свыше нѣкотораго определеннаго предѣла (зависящаго отъ толщины и природы материала), то діэлектрикъ сломается или пробьется въ своей слабѣйшей точкѣ. Если діэлектрикомъ будетъ жидкость или газъ, то пробиваніе происходитъ лишь на мгновеніе и мѣсто, гдѣ оно произошло, тотчасъ по прекращеніи протеканія тока автоматически возвращается къ прежнему состоянію, но въ случаѣ твердыхъ тѣлъ пробой остается и изоляція остается разрушенной въ этой точкѣ. Напряженіе при которомъ происходитъ пробиваніе материала данной толщины, называется діэлектрической крѣпостью изолирующаго материала и значительно отличается у разныхъ материаловъ.

519. Слѣдующая таблица показываетъ сравнительную цѣнность различныхъ веществъ въ этомъ отношеніи.

Вещество.	Напряженіе необходимое для пробиванія 1см. толщины материала.
Воздухъ.	30,000
Масло	60,000 — 80,000
Эбонитъ (лучш. качества)	500,000
Мягкая резина	450,000
Слюда	1,000,000
Стекло	250,000
Параффинъ	170,000
Фарфоръ	100,000

Выше указанная цифра лишь приблизительно и значительно колеблется для различных сортов того же материала. Во всяком случае на практикѣ рекомендуется допускать коэффициентъ безопасности по меньшей мѣрѣ 3, обычно не больше.

520. Второй вопросъ, который придется разсматривать въ связи съ антенными изоляторами, есть вопросъ о поверхностной изоляціи. Даже когда изоляторъ совершенно сухъ, электричеству при высокихъ напряженіяхъ гораздо легче будетъ переходить по его поверхности, чѣмъ проскакивать въ видѣ искры черезъ воздушный промежутокъ. Такимъ образомъ, если приложить напряженіе въ 30000 вольтъ между двумя металлическими дисками, раздѣленными слоемъ воздуха въ 1,5 см, какъ показано на черт. 161, то разряда между ними не произойдетъ, но если то же пространство заполнить



фиг. 161.

эбонитомъ, какъ показано на черт. 162, то хотя эбонитъ и не будетъ пробитъ (см. таблицу діэлектрическихъ крѣпостей въ § 519), но электричество поте-



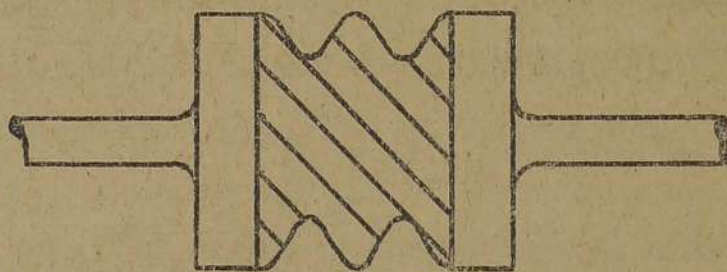
фиг. 162.

четь по поверхности эбонита между двумя электродами.

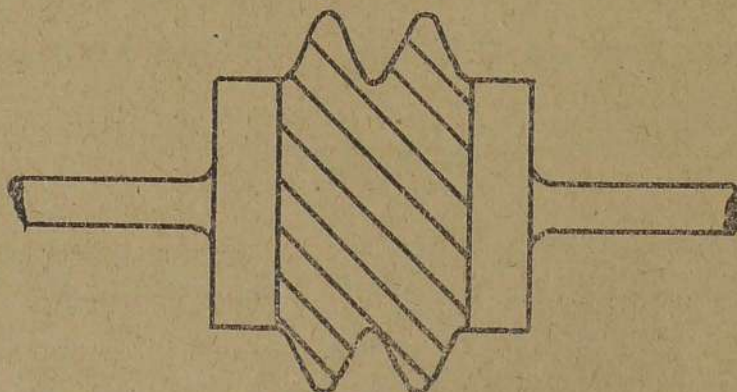
521. Чтобы увеличить длину пути по поверхности изолятора, не увеличивая действительной длины изолятора, обычно деляют его поверхность волнистой, этимъ удваивая или утраивая длину поверхности.

Въ случаѣ антенныхъ изоляторовъ, однако, действительная длина не имѣетъ большого значенія, такъ что часто не пользуются волнистыми изоляторами, дѣлая изоляторы сами по себѣ достаточно длинными.

522. Затруднительно опредѣлить, какую именно длину поверхности изоляціи необходимо допустить, т.к. все зависитъ отъ характера и состоянія поверхности. Гдѣ во всякое время обезпечена сухая чистая поверхность, можно безопасно принять 4 см. поверхности на каждыя 30000 вольтъ



фиг. 163.



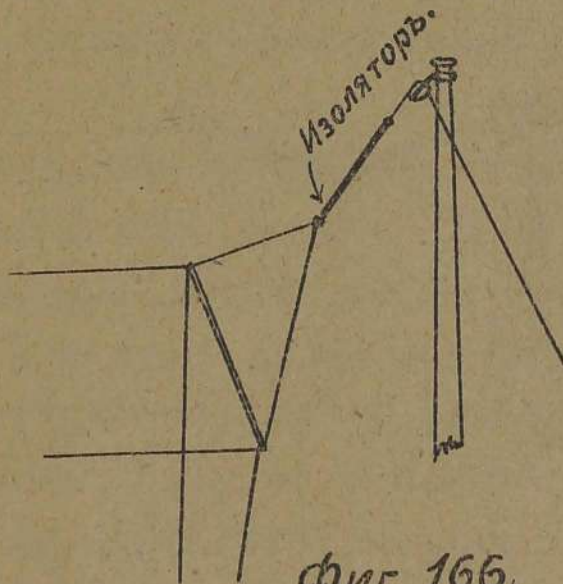
фиг. 164.

напряженія. Но антенные изоляторы подвергаются всякаго рзда условіямъ погоды и если поверхности изолятора позволить покрыться пленкою влаги и грязи, то почти всякая длина окажется безполезной для цѣли изоляціи.

523. Въ большинствѣ случаевъ грязь накапливается медленно и неприятностей отъ этой причины можно избѣжать періодическимъ осмотромъ и чисткою изоляторовъ. Главная трудность поэтому, состоитъ въ томъ, какъ содержать поверхность изолятора въ сухомъ состояніи. Когда изоляторъ занимаетъ болѣе или меньше вертикальное положеніе, то это легко достигается укрѣпленіемъ надъ изоляторомъ конуса, играющаго роль зонтика, какъ показано на черт. 165, но когда изоляторъ занимаетъ горизонтальное положеніе, какъ напримѣръ, при поддерживаніи горизонтальной антенны, то этотъ методъ, очевидно, былъ бы не примѣнимъ. Въ этихъ случаяхъ обычно изоляторъ дѣлаютъ достаточно длиннымъ и покрываютъ его поверхность смо-



фиг. 165.

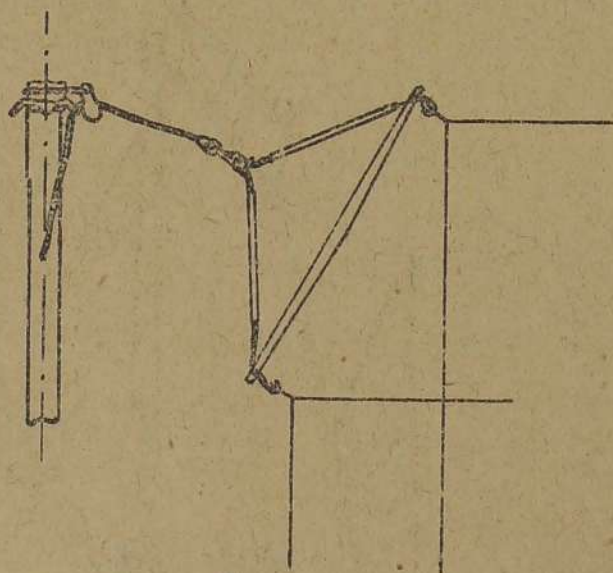


фиг. 166.

листымъ лакомъ, такъ что оседающая на него влага собирается въ отдѣльныя капли, вмѣсто того, чтобы образовывать сплошную пленку влаги по всей поверхности.

524. Поверхность фарфороваго изолятора обладаетъ этимъ свойствомъ, даже не будучи лакированной, но этотъ матеріалъ, къ сожалѣнію, крайне хрупокъ и неподходящъ, по крайней мѣрѣ для переносныхъ станцій.

525. Важнымъ правиломъ, которое слѣдуетъ имѣть въ виду, изолируя антенну, является пользование возможно меньшимъ числомъ изоляторовъ, соединенныхъ параллельно, т.к. каждый такой изоляторъ увеличиваетъ размѣръ утечки изъ антенны. Такимъ образомъ, антенна изолированная, какъ показано на черт. 166, будетъ имѣть лишь половину утечки противъ изолированной такъ, какъ показано на черт. 167. Кроме того, требуется лишь половинное число изоляторовъ, такъ что обходится дешевле.



Фиг. 167.

Глава пятьдесятъ шестая.

Устройство вентилей.

526. При прохожденіи электричества черезъ вакуумъ или сильно разряженный газъ, возникаютъ особаго рода явленія, которыя можно использовать для цѣлей радиотелеграфіи. Эти явленія можно объяснить только при помощи электронной теоріи, основные принципы которой весьма просты и понятны. Мы не будемъ вдаваться въ подробности и излагать электронную теорію въ большемъ размѣрѣ, чѣмъ это нужно для объясненія основныхъ принциповъ дѣйствія вентиля и методовъ его примѣненія въ радиотелеграфіи.

Въ этой книгѣ попытаемся дать читателю только основную идею работы прибора и примѣненіе его на практикѣ въ настоящее время.

Глава пятьдесятъ седьмая.

Электронная теорія.

527. Электронъ можно разсматривать, какъ весьма малый элементъ отрицательнаго электричества, величина котораго равна приблизительно 10 кулонамъ.

528. Оказывается, что атомъ любого тѣла состоитъ изъ группы въ нѣсколько тысячъ электроновъ. Точное число и взаимное расположеніе ихъ вполне определены для каждаго даннаго тѣла.

Если какимъ-нибудь образомъ одинъ или нѣсколько электроновъ будутъ присоединены къ атому или же отняты отъ него, то атомъ пріобрѣтаетъ тѣ же свойства, какими обладаетъ всякое заряженное электричествомъ тѣло.

529. Въ случаѣ, когда электроны ОТНИМАЮТСЯ отъ атома, они становятся, какъ говорятъ, ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМЪ ІОНОМЪ и свойства его будутъ таковы же, какъ и свойства положительно заряженнаго тѣла.

Если же къ атому присоединяются лишніе электроны, то онъ называется ОТРИЦАТЕЛЬНЫМЪ ІОНОМЪ и его свойства сходны со свойствами отрицательно заряженнаго тѣла.

530. Итакъ, очевидно что когда названіе - положительный іонъ или отрицательный іонъ применяется къ атому, то это просто указываетъ на то, что онъ заряженъ электричествомъ. Количество электричества, заряжающаго атомъ, зависитъ отъ числа электроновъ, которые были отняты отъ него или прибавлены.

531. Будетъ ли электронъ или же іонъ переноситься изъ одной точки въ другую, результатъ при этомъ получится тотъ же самый. Явленіе это можно просто разсматривать, какъ наличность тока, протекающаго между двумя точками. Если 10^{19} электроновъ (представляющихъ изъ себя одинъ кулонъ) будутъ въ теченіи одной секунды перенесены изъ одной точки въ другую, то ясно, что это будетъ соответствовать току, дѣйствующему между этими двумя точками, силою въ одинъ амперъ. При этомъ совершенно все равно, какъ будутъ переноситься электроны, въ видѣ ли дѣйствительныхъ электроновъ, положительныхъ іоновъ или же отрицательныхъ іоновъ. Разница будетъ заключаться только въ направле-

ніи тока.

Глава пятьдесятъ восьмая.

Вентиль Флемминга.

532. Если помѣстить металлическую проволоку или пластинку въ безвоздушномъ пространствѣ и СИЛЬНО НАКАЛИТЬ ее, то электроны, изъ которыхъ состоятъ частички металла, какъ бы освободятся и до нѣкоторой степени пріобрѣтутъ способность перемѣщаться.

533. Если теперь двѣ металлическія пластинки помѣстить въ безвоздушномъ пространствѣ и одну изъ нихъ накалить, приложивъ къ нимъ нѣкоторую электродвижущую силу такимъ образомъ, что ХОЛОДНАЯ ПЛАСТИНКА БУДЕТЪ ЗАРЯЖЕНА ПОЛОЖИТЕЛЬНО, а накаленная - отрицательно, то нѣкоторое число электроновъ притянется отъ накаленной пластинки къ холодной. Промежутокъ между двумя пластинками сдѣлается такимъ образомъ проводящимъ - впрочемъ только ЛИШЬ ВЪ ОДНОМЪ НАПРАВЛЕНІИ. Такъ какъ электроны сами по себѣ заряжены отрицательно и испускаются они накаленной пластинкой, то ясно, что только лишь отъ холодной. Впрочемъ, по дѣйствию это будетъ то же самое, какъ если бы мы сказали, что положительное электричество течетъ отъ холодной пластинки къ накаленной.

534. На первый взглядъ намъ можетъ показаться, что здѣсь существуетъ какое то противорѣчіе. Въ самомъ дѣлѣ, если представить себѣ электроны частицами электричества, то трудно понять почему потокъ

этих частичек оть накаленной пластинки къ холодной можно разсматривать, какъ положительный токъ, идуцій въ обратномъ направлениі. Однако нужно помнитъ, что вовсе не является необходимымъ считать, что токъ взятый напริมьрь, оть гальваническаго элемента идетъ оть положительнаго зажима къ отрицательному. Теорія эта существовала раньше за много лѣтъ до возникновенія электронноі теоріи и надо замѣтитъ, что всѣ приведенныя въ этой книгѣ объясненія электрическихъ явленій въ сущности не измѣнятся, если предположитъ, что направленіе тока въ электрической цѣпи будетъ оть отрицательнаго зажима къ положительному.

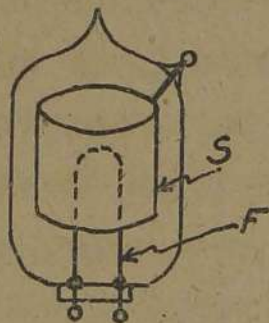
Это предположеніе окажется даже болѣе согласованнымъ съ электронноі теоріей, если захотимъ сохранить воображаемый видъ электрона, какъ действительныхъ частичекъ электричества.

535. Однако, при изложеніи явленій, о которыхъ собираемся говорить, вовсе не важно, какой точки зрѣнія будемъ держаться. Для удобства будемъ въ нашемъ объясненіи все время считать, что въ данной части цѣпи направленіе тока обратно направленію потока отрицательныхъ электроновъ.

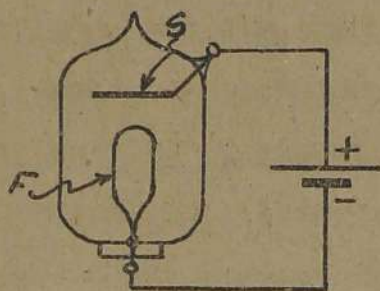
536. Устройство вентиля Флемминга показано на черт. 168. Онъ состоитъ изъ металлической или угольной нити, которая накаливается пропускаемымъ черезъ нее токомъ. Нить окружена металлической пластинкой *S*, которая обычно называется „цилиндромъ“. Оба эти электрода, т.е. нить и цилиндръ, заключены въ стеклянный шаръ, подобно тому, какъ это дѣлается въ электрической лампочкѣ накали-

ванія. Изъ шара выкачивается воздухъ, такъ что въ немъ образуется безвоздушное пространство.

537. Если теперь накалить нить, то электроны будутъ освобождаться съ ея поверхности. Такъ какъ



фиг. 168.



фиг. 169.

электроны заряжены отрицательно, то они начнутъ притягиваться холодной пластинкой, если къ послѣдней присоединить положительный полюсъ батареи, а къ нити отрицательный, какъ показано на черт. 169. Все время пока будетъ поддерживаться температура нити, токъ будетъ идти по нашей цѣпи.

538. Ради простоты на чертежъ мы не помѣстили батареи для накала нити и изобразили нить въ видѣ простой петли изъ проволоки. Цилиндръ изображенъ просто прямой линіей. Это изображеніе будемъ примѣнять и на остальныхъ чертежахъ.

При данныхъ условіяхъ промежутокъ между нитью и цилиндромъ можно разсматривать, какъ проводникъ электричества, обладающій некоторыми особенностями.

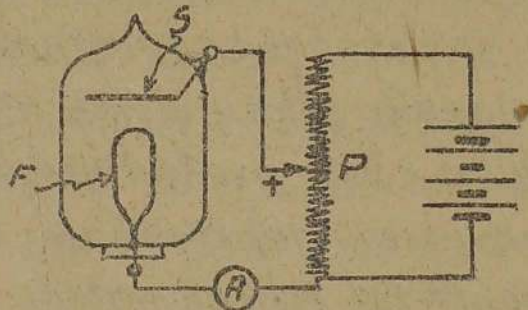
539. Прежде всего онъ проводитъ электричество только въ одномъ направленіи, о чемъ говорилось въ § 533.

540. Во вторыхъ сила тока, протекающая-

го по цѣпи, весьма ограничена. Происходить это оттого, что число испускаемых нитью электроновъ въ секунду не можетъ быть больше нѣкоторой определенной величины. Поэтому независимо отъ того какую разность потенциаловъ прилагать къ нити и цилиндру, по цѣпи все таки будетъ идти токъ вполне определенной силы. Число испускаемыхъ электроновъ зависитъ отъ матеріала, размеровъ нити и температуры, до которой она накалена. Для данной нити величина силы тока, который можетъ пройти черезъ вентиль, зависитъ отъ температуры, т.е. отъ степени накала нити.

541. Въ третьихъ, токъ протекающій черезъ вентиль, не слѣдуетъ закону Ома, т.е. сила тока не пропорціональна напряженію, приложенному къ зажимамъ вентиля.

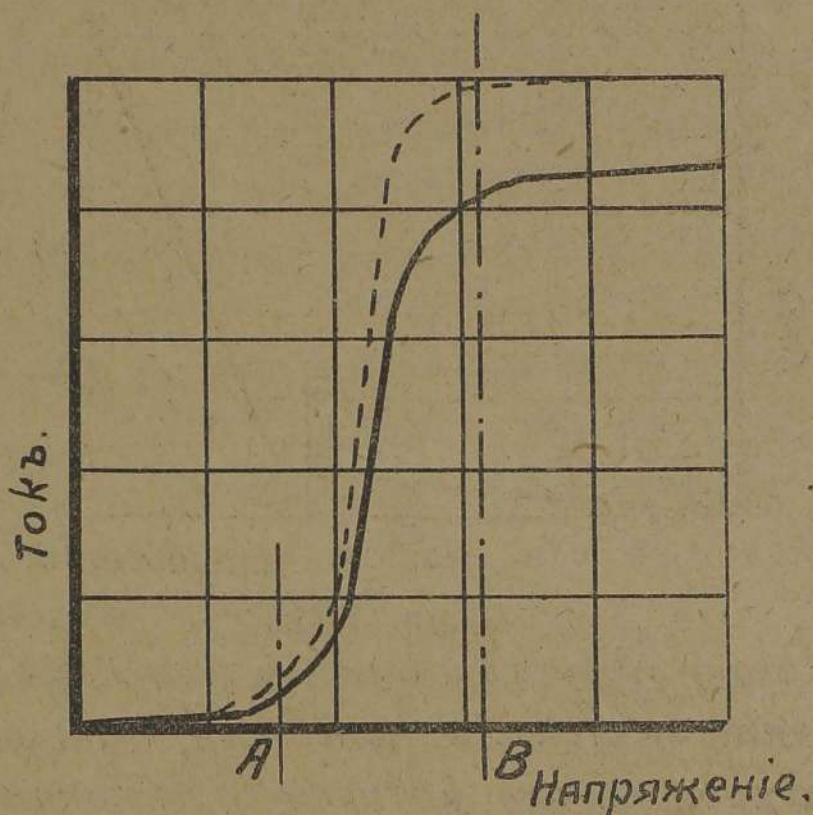
Включивъ въ цѣпь измерительный приборъ „А“, см. черт. 170 и потенциометръ Р и изменяя постепенно напряжение между нитью и цилиндромъ, попробуемъ изобразить ординатами, получаемыя величины для силы тока, абсциссами его напряжение. Какъ оказывается, кривая принимаетъ видъ, изображенный на черт. 171. Отсюда видно, что до напряжения А увеличеніе силы тока при данномъ повышеніи напряженія, весьма незначительно, въ то время, какъ выше этой точки между А и В незначительное повышеніе напряженія вызываетъ весьма большое возраста-



Фиг. 170.

маетъ видъ, изображенный на черт. 171. Отсюда видно, что до напряжения А увеличеніе силы тока при данномъ повышеніи напряженія, весьма незначительно, въ то время, какъ выше этой точки между А и В незначительное повышеніе напряженія вызываетъ весьма большое возраста-

ніе тока, протекающаго черезъ вентиль. За точкой В снова нѣтъ увеличенія силы тока (см. § 540).



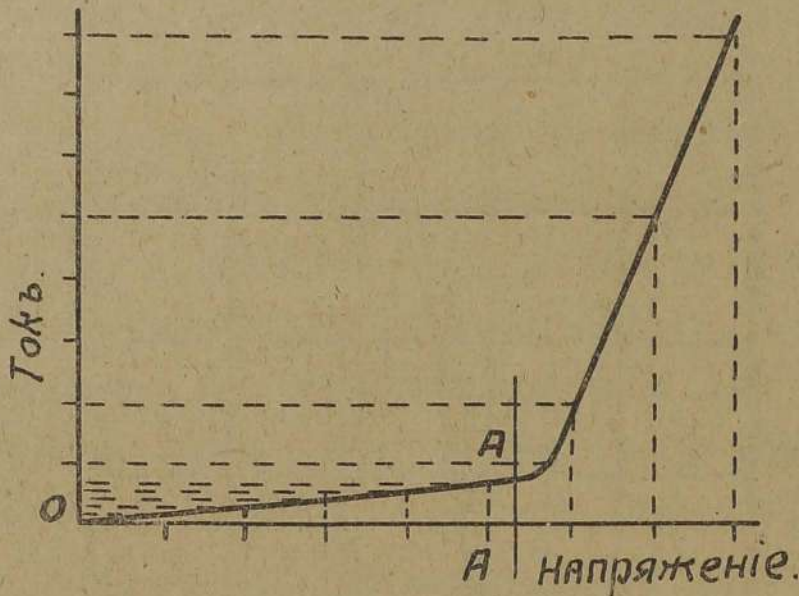
Фиг. 171.

Если повыситъ температуру нити, то повысится и максимальная величина силы тока, который можетъ проходить черезъ вентиль. При этомъ кривая силы тока сохранитъ тотъ же самый видъ, хотя и достигнетъ большей высоты (см. пунктирную линію на томъ же самомъ чертежѣ).

542. Относительно этихъ двухъ кривыхъ необходимо замѣтить, что въ обоихъ случаяхъ сила тока достигаетъ максимальнаго значенія приблизительно при той же самой величинѣ напряженія. Отсюда ясно, что величина силы тока между точками А и В тѣмъ больше, чѣмъ выше температура нити.

543. Характеристика этой кривой весьма

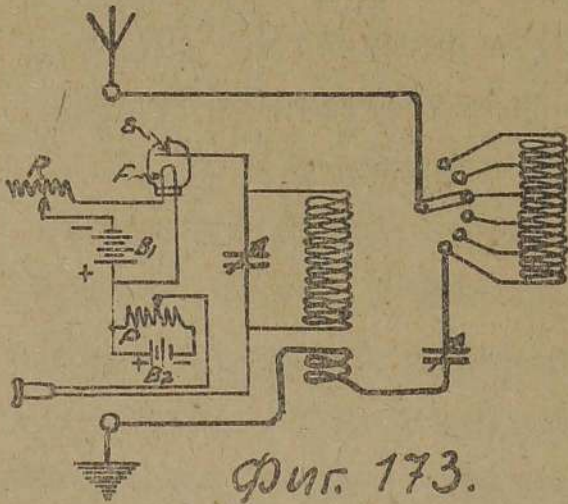
похожа на характеристику кривой карборунда, изображенной на черт. 172, поэтому вентиль по-



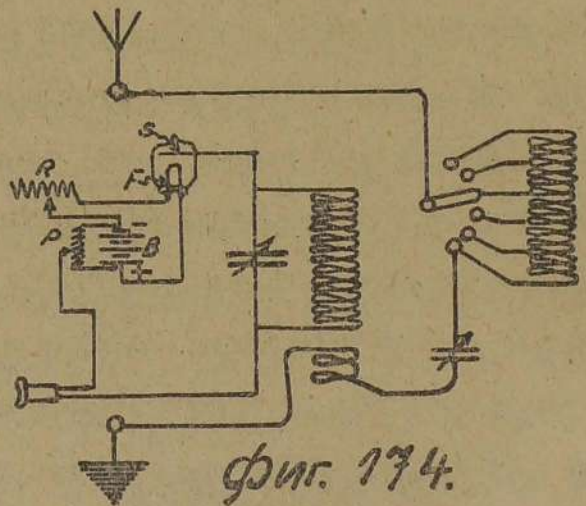
Фиг. 172.

добного рода может применяться какъ детекторъ слабыхъ электрическихъ колебаній, если включить его въ цѣпь, подобную той, которая применяется при кристаллическомъ детекторѣ.

544. На чертежахъ 173 и 174 изобразили схему простого приѣмника (съ настройкой), причемъ



Фиг. 173.

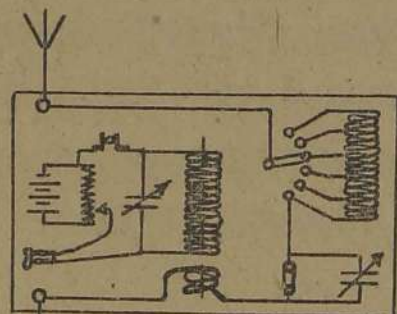


Фиг. 174.

вентиль служить въ качествѣ детектора. Колебательныя цѣпи здѣсь совершенно одинаковы съ

цъпями кристаллическаго детектора, изображенными на черт. 175.

На черт. 173 для накаливанія нити примъняется четырехвольтовая батарея B . Переменное сопротивление R включается для регулировки накала нити.



фиг. 175.

Отдълельная батарея B_2 и потенциометръ P включаются послъдовательно съ телефономъ черезъ 2-ой вентиль, т.е. между нитью и цилин-

дромъ, отчего напряженіе въ вентиль можно подогнать къ точкѣ A (см. черт. 171). Дълается это потому, что, какъ извъстно, въ этой точкѣ колебательные токи наиболъе активны.

Нить необходимости примънять двѣ батареи, потому что потенциометръ можетъ всегда присоединяться къ батарее, накаливающей нить, какъ показано на черт. 174.

Нить необходимости примънять двѣ батареи, потому что потенциометръ можетъ всегда присоединяться къ батарее, накаливающей нить, какъ показано на черт. 174.

545. Чувствительность вентиля Флемминга, примъняемаго подобнымъ образомъ будетъ приблизительно такова же, какъ и чувствительность карборундоваго кристалла. Нъскольکو лтъ тому назадъ вентиль Флемминга примънялся въ качествъ детектора на многихъ станціяхъ. Впослъдствіи, однако, вентиль былъ вытъсненъ кристаллическимъ детекторомъ въ виду того, что послъдній не требуетъ для своего дъйствія батареи, дающей не меньше одного или двухъ амперъ, что необходимо для накаливанія нити вентиля.

546. Открытія послѣдняго времени дали возможность примѣнять теперь вентиль Флемминга въ измѣненномъ видѣ не только какъ хорошій усилитель, но также и какъ генераторъ незатухающихъ колебаній высокой частоты. Этотъ генераторъ можно примѣнять для полученія незатухающихъ колебаній, преимущество которыхъ подробно выяснимъ въ слѣдующихъ параграфахъ.

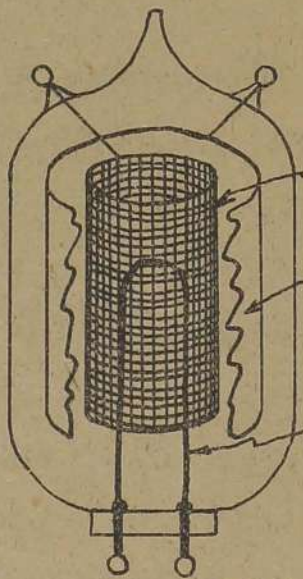
Глава пятьдесятъ девятая.

Вентиль - усилитель .

(Усилительная лампочка) .

547. Если въ вентиль Флемминга помѣститъ кусокъ металлической сѣтки между нитью и цилиндромъ и совершенно изолировать ее, какъ отъ нити, такъ и отъ цилиндра (см. черт. 176), то оказывается, что электроны не будутъ въ состояніи

проходить отъ нити къ цилиндру, независимо отъ того насколько сильно послѣдній заряженъ положительнымъ электричествомъ. Такимъ образомъ вентиль можно сдѣлать совершенно непроводящимъ электричество. Причина этого заключается въ томъ, что большинство электроновъ, которые отталкиваются отъ накаленной нити и идутъ къ заряженному



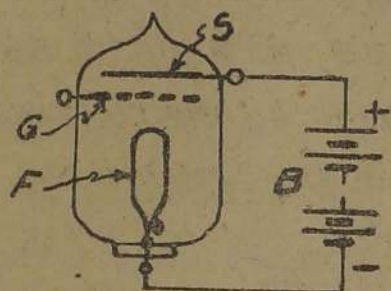
фиг. 176.

положительно цилиндру, попадутъ по дорогѣ на проволочки сѣтки и зарядятъ ее отрица-

тельно. Этот отрицательный заряд на проволочках сътки заслонит нить от статического поля положительнаго заряда, окружающаго цилиндръ.

Въ концѣ концовъ электроны перестанутъ отталкиваться отъ нити за исключеніемъ только тѣхъ, которые необходимы для того, чтобы зарядить сътку отрицательно и токъ отъ цилиндра совсѣмъ прекратится.

548. Это явленіе схематически изображено на черт. 177. F представляетъ собою накаливаемую нить, S - цилиндръ и G - сътку. В изображаетъ батарею, при помощи которой цилиндру сообщается положительный зарядъ напряженіемъ около 100 вольтъ. Въ этомъ случаѣ



Фиг. 177.

токъ не можетъ протекать черезъ вентиль, благодаря задерживающему дѣйствию сътки G, которая стала теперь заряженной отрицательно тѣми электронами, которые были притянуты въ самомъ началѣ цилиндра

и часть которыхъ на ихъ пути были перехвачены съткой.

549. Величина отрицательнаго заряда сътки, достаточнаго для того, чтобы заслонить нить отъ дѣйствія сильнаго положительнаго заряда на цилиндръ, зависитъ отъ размѣра отверстій и отъ самаго вида сътки. Кроме того она зависитъ отъ разстоянія между съткой и нитью и отъ разстоянія между съткой и цилиндромъ. Величина же этого заряда конечно бу-

деть весьма различна въ зависимости отъ УСТРОЙСТВА даннаго вентиля.

550. Было найдено, что при соответственномъ устройствѣ вентиля небольшой отрицательный зарядъ на сѣткѣ, а именно зарядъ около 40 вольтъ вполне достаточно, чтобы заслонить вліяніе положительно заряженнаго цилиндра, находящагося подъ напряженіемъ въ нѣсколько сотъ вольтъ. Если уменьшить отрицательный зарядъ сѣтки, то нѣкоторая часть электроновъ будетъ въ состояніи проходить сквозь сѣтку. Измѣнивъ потенциалъ сѣтки и приложивъ къ ней отъ внѣшняго источника положительную Э.Д.С., можно совершенно уничтожить ея заслоняющее дѣйствіе. Электроны при этомъ будутъ свободно проходить черезъ отверстія сѣтки отъ нити къ цилиндру. Иными словами вентиль станетъ вновь проводящимъ и токъ отъ батареи В сможетъ проходить по цепи.

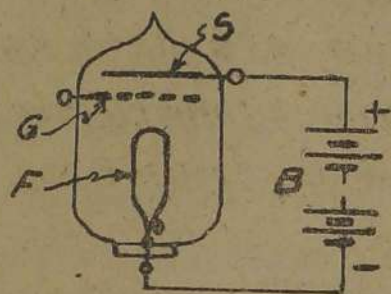
551. Величина энергіи, необходимой для измѣненія потенциала сѣтки весьма мала потому, что если приложить къ проводнику нѣкоторую Э.Д.С., то энергія совершенно не будетъ расходоваться, до тѣхъ поръ, пока Э.Д.С. не вызоветъ перемѣщеніе электричества, а т.к. емкость сѣтки весьма незначительна, то можно пренебречь энергіей потребной для измѣненія ея потенциала.

552. Итакъ очевидно, что применяя весьма небольшую энергію, для измѣненія потенциала сѣтки, можно измѣнить сравнительно большія величины энер-

тельно. Этот отрицательный заряд на проволочках сътки заслонит нить от статического поля положительнаго заряда, окружающаго цилиндръ.

Въ концю концовъ электроны перестануть отталиваться отъ нити за исключеніемъ только тѣхъ, которые необходимы для того, чтобы зарядить сътку отрицательно и токъ отъ цилиндра совсѣмъ прекратится.

548. Это явленіе схематически изображено на черт. 177. F представляет собою накаливаемую нить, S - цилиндръ и G - сътку. В изображаетъ батарею, при помощи которой цилиндру сообщается положительный зарядъ напряженіемъ около 100 вольтъ. Въ этомъ случаю



Фиг. 177.

токъ не можетъ протекать черезъ вентиль, благодаря задерживающему дѣйствию сътки G, которая стала теперь заряженной отрицательно тѣми электронами, которые были притянуты въ самомъ началѣ цилиндра

и часть которыхъ на ихъ пути были перехвачены съткой.

549. Величина отрицательнаго заряда сътки, достаточнаго для того, чтобы заслонить нить отъ дѣйствія сильнаго положительнаго заряда на цилиндръ, зависитъ отъ размѣра отверстій и отъ самаго вида сътки. Кроме того она зависитъ отъ разстоянія между съткой и нитью и отъ разстоянія между съткой и цилиндромъ. Величина же этого заряда конечно бу-

ГІИ ВО ВНѢШНЕЙ ЦѢПИ ЦИЛИНДРА.

На этомъ явленіи именно и основано дѣйствіе вентиля „какъ мощнаго релэ или усилителя.“

Глава шестьдесятая.

Зарядъ среды.

553. Въ параграфѣ 550 мы установили, что при измѣненіи отрицательнаго заряда сътки на обратный, уничтожается ея заслоняющее дѣйствіе и электроны свободно проходятъ сквозь сътку отъ нити къ цилиндру. Теперь коснемся другого вопроса, о которомъ совсѣмъ еще не упоминали, а именно: о дѣйствіи одного электрона на другой.

Когда уменьшается зарядъ сътки, то пространство между нитью и цилиндромъ наполняется цѣлой тучей отрицательныхъ электроновъ, которые направляются отъ нити къ положительно заряженному цилиндру. Вблизи цилиндра электроны въ любой данный моментъ не только притягиваются имъ, но также и ГОНЯТСЯ къ нему находящимися позади нихъ отрицательными электронами.

Эти находящіеся дальше отъ цилиндра электроны, имѣютъ со своей стороны не только электроны, которые сзади гонятъ ихъ впередъ, но также тѣ электроны впереди себя, которые стараются гнать ихъ назадъ обратно къ нити. Это явленіе носить названіе ЗАРЯДА СРЕДЫ, и какъ видно заключается въ томъ, что потокъ электроновъ, идущихъ отъ нити къ цилиндру, испытываетъ нѣкоторое обратное давленіе.

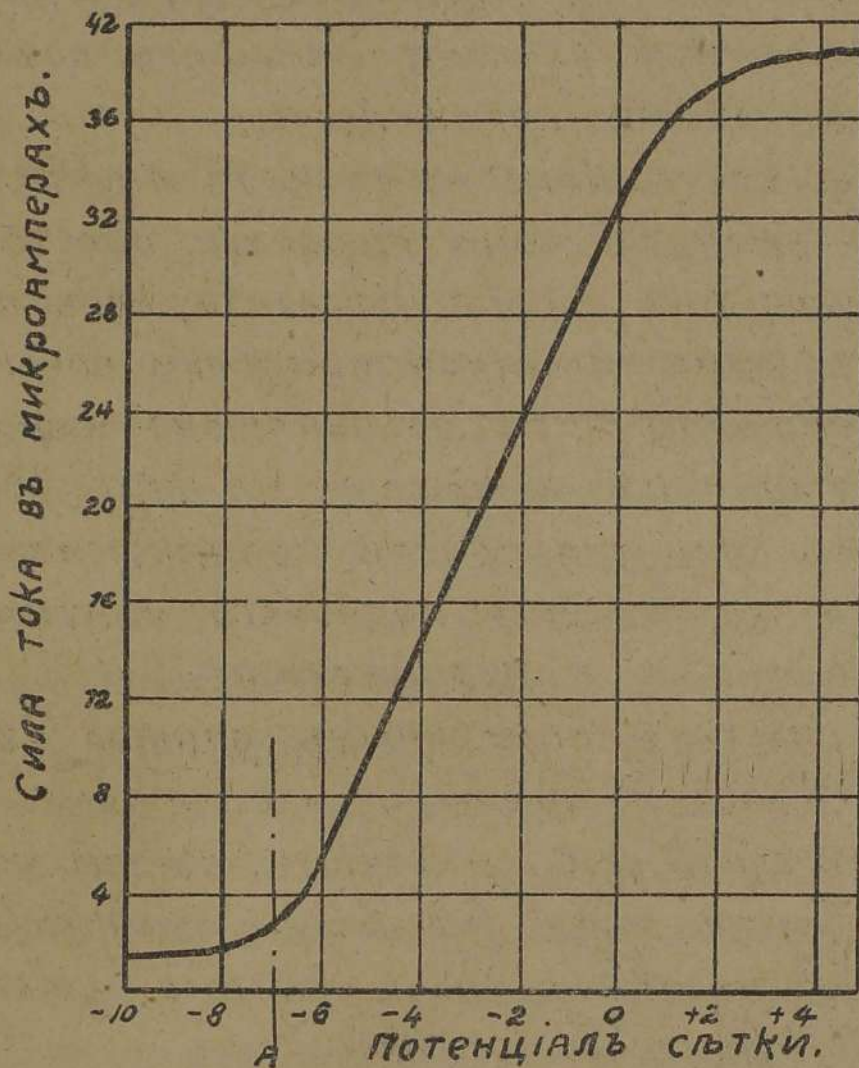
554. Этот зарядъ среды можно нейтрализовать, если зарядить сътку до положительнаго потенціала. Если станемъ уменьшать величину отрицательнаго заряда сътки до нуля и затѣмъ начнемъ заряжать его до положительнаго потенціала, то токъ протекающій черезъ вентиль отъ цилиндра къ нити будетъ все время увеличиваться, по величинѣ пока не достигнетъ степени, называемой предѣломъ насыщенія, т.е. того момента, когда нить испускаетъ максимальное число электроновъ (см. § 540).

555. Это явленіе можно изобразить кривой, откладывая потенціалъ сътки по горизонтальной оси, а величину силы тока, протекающаго по ЦѢПИ ЦИЛИНДРА, по оси ординатъ, какъ показано на черт. 178.

556. Дѣйствующее значеніе силы тока, протекающаго по цѣпи цилиндра при различныхъ значеніяхъ потенціала сътки будетъ, какъ уже указывали, измѣняться въ зависимости отъ величины отверстій и вида сътки; оно будетъ зависеть отъ разстоянія между нитью и съткой и отъ разстоянія между съткой и цилиндромъ и кромѣ того отъ разности потенціаловъ, приложенной къ цилиндру и нити. Кривая на черт. 178 даетъ случай обычнаго вентиля сравнительно малаго размѣра, которые примѣняются для пріема съ батареей въ 100 вольтъ, включенной между цилиндромъ и нитью.

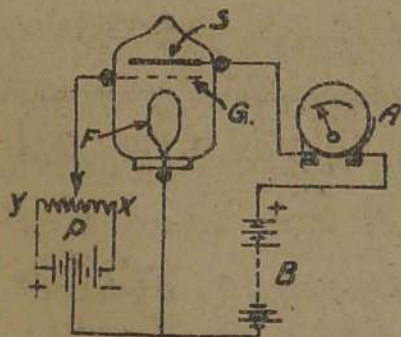
557. На черт. 179 изображена цѣпь съ которой были получены эти результаты. Цилиндръ

вентиля *S* присоединяется через амперметр *A* къ положительному зажиму 100 вольтовой бата-



Фиг. 178.

реи *B*. Отрицательный зажимъ батареи соединяется съ накаленной нитью *F*. Слѣтка вентиля *G* соединяется черезъ потенциометръ *P* съ накаленной нитью *F*. Необходи-



Фиг. 179.

мо замѣтить, что потенциометръ *P* присоединяется такъ, что Э.Д.С. между слѣткой и нитью можетъ измѣняться отъ отрицательнаго значенія въ 10 вольтъ, когда ползунъ нахо-

дится въ положеніи „Х“ до положительнаго значенія въ 10 вольтъ, причемъ ползунъ находится тогда въ положеніи „У“. Подобное включеніе позволяетъ въ любой степени измѣнять потенциальсѣтки между этими предѣлами.

558. Цѣпь эта однако не можетъ служить для приѣма знаковъ - она является просто цѣпью, устроенной для того, чтобы показать, какъ можно получить кривую характеристики вентиля. Читателю рекомендуется основательно изучить, какъ эту схему, такъ и кривую на черт. 178, прежде чѣмъ онъ попробуетъ познакомиться со способами примѣненія подобнаго вентиля въ цѣпяхъ приѣмника и передатчика.

559. Въ опытахъ, описанныхъ раньше въ этой книгѣ при помощи кривыхъ, изображено соотношеніе между Э.Д.С. и токомъ въ той же самой цѣпи. Зутьсь эсе кривая изображаетъ соотношеніе между Э.Д.С. одной цѣпи и токомъ другой цѣпи.

560. Обратимся къ черт. 179. Очевидно, что Э.Д.С., получаемая отъ потенциометра Р, прилагается къ цѣпи, показанной съ лѣвой стороны вентиля. Она состоитъ изъ сѣтки G, потенциометра Р и нити F; величины ея отложены вдоль горизонтальной оси на черт. 178. Токъ, который измѣряется приборомъ А протекаетъ по цѣпи съ правой стороны вентиля, состоящей изъ цилиндра S, прибора А, батареи В и нити F. Эти величины тока изображены ординатами на черт. 178.

561. Для того, чтобы отличить одну цепь от другой, назовем первую цепь „Цепью съетки“, а вторую „Цепью цилиндра“.

Глава шестьдесят первая.

Простые способы применения усилительных ламп въ цепи приѣмника.

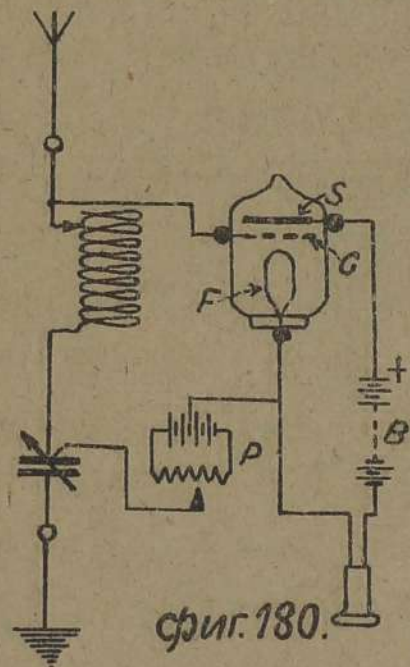
562. Если учащійся хорошо уяснилъ себя условия, необходимыя для полученія звука въ телефоны приѣмника и тѣ способы при помощи которыхъ можно использовать выпрямляющія способности карборунда и другихъ кристалловъ, то ему не трудно будетъ разобратъся въ слѣдующемъ простѣйшемъ способѣ применения вентиля.

563. Распредѣленіе вдоль воздушной сѣти Э.Д.С., вызванной приходящими волнами, будетъ совершенно такое же, какъ и вызванное передатчикомъ.

564. Такъ какъ мы хотимъ приходящими колебаніями измѣнять токъ въ цепи цилиндра, то ясно, что для приѣмника съ однимъ контуромъ нужно къ одному концу переменнй самоиндукціи присоединить сътку, а къ другому нить (см. черт. 180).

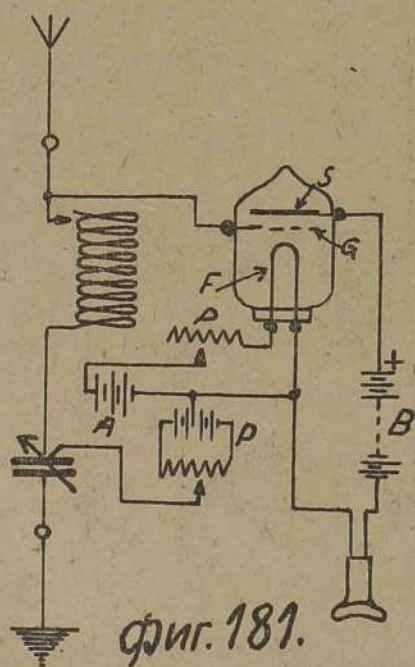
Телефонъ включается въ цепь цилиндра послѣдовательно съ батареей

565. При помощи потенциометра P начальнй потенциалъ сътки можетъ быть таковъ же, какъ и въ случаѣ



кристаллическаго детектора, т.е. соответствовать точ-
 ку А, гдѣ имѣется перегибъ кривой тока (см. черт.
 178). При этихъ условіяхъ очевидно, что вызван-
 ная приходящими волнами въ воздушной сѣти
 Э. Д. С. будетъ измѣнять потенциалъ стѣжки
 по обѣ стороны отъ точки А; отъ этого произой-
 дутъ мгновенныя измѣненія тока, идущаго черезъ
 телефонъ, включенный въ цѣпь цилиндра.

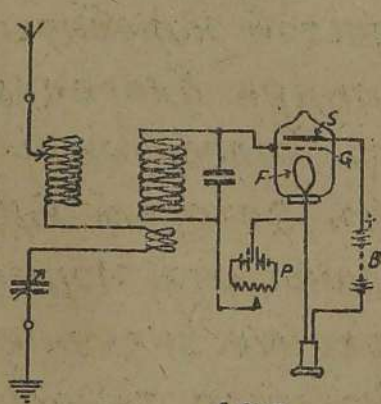
566. Этотъ токъ благодаря данному виду кри-
 вой испытываетъ не одинаковыя измѣненія въ
 обѣ стороны, а именно - величина на которую онъ
 увеличитъ отъ положительныхъ половинъ при-
 нимаемыхъ колебаній будетъ больше величины на
 которую онъ уменьшается отъ отрицательной по-
 ловины колебаній. Такимъ образомъ получается:
 что хотя частота колебаній будетъ сотни и тыся-
 чи въ секунду, все же телефонъ будетъ отвѣчать
 на среднее значеніе силы тока, проходящаго че-
 резъ него.



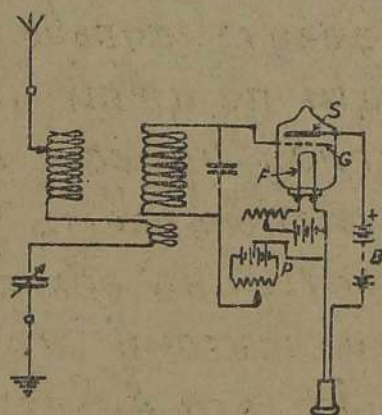
Ради упрощенія на черт. 180 нить
 изображена въ видѣ петли про-
 волоки. На черт. 181 имѣется пол-
 ная схема того же самаго приѣм-
 ника, гдѣ А батарея, поддержи-
 вающая токъ, необходимый для
 накала нити, а Р - реостатъ для
 измѣненія яркости накала нити.

567. На основаніи соображе-
 ній, можно получить лучшіе
 результаты, отъ присоединенія
 усилительной лампы ко вторич-

ной цѣпи пріемника съ двумя контурами. Однако, если длина принимаемой волны не превышаетъ значительно длины воздушной сѣти (см. черт. 182 и 183. На черт. 182 помѣщена схема. Независимо оттого, что при пользованіи лампой подобнаго рода въ цѣпи цилиндра мы имѣемъ сравнительно сильный токъ, существуетъ еще одно преимущество лампы передъ прежними детекторами. Это преимущество заключается въ томъ, что практически принимаемая



фиг. 182.



фиг. 183.

энергія не расходуется на сѣтку, потому, что нѣтъ тока въ цѣпи сѣтки, что всегда существуетъ въ иныхъ детекторахъ. Въ нихъ токъ, приводящій въ дѣйствіе телефонъ, доставляется принятыми колебаніями, отчего колебанія значительно сильнѣе затухаютъ, чѣмъ въ только что описанномъ пріемникѣ.

Глава шестьдесятъ вторая.

Пріемъ слабыхъ сигналовъ.

568. Изслѣдуя внимательно кривую, изображенную на черт. 178 можно замѣтить, что

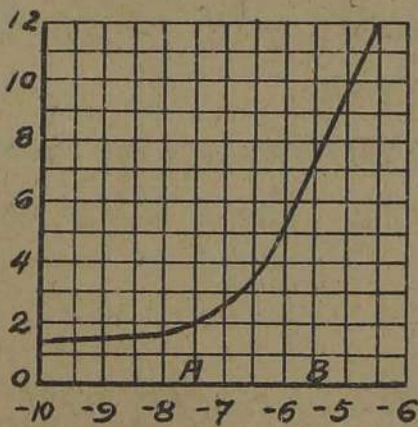
сгибъ въ точку А не представляет собою остраго угла, а является наоборотъ, сильно округленнымъ.

Если принимаемые сигналы достаточно сильны, изменение потенціала сътки въ обѣ стороны отъ первоначальнаго, доставляемаго потенциометромъ, напряженія вызоветъ выпрямленный токъ, проходящій по щепи цилиндра. Выпрямленный токъ отличается отъ обычнаго переменнаго тока тѣмъ, что его среднее значеніе превышаетъ среднее значеніе обычнаго нормальнаго тока. Однако, если принимаемые сигналы весьма слабы, небольшія измененія Э. Д. С. на сътку вызовутъ только простой колебательный токъ, идущій по щепи цилиндра благодаря округленному сгибу кривой. Подъ колебательнымъ токомъ подразумѣваемъ токъ, который **ОДИНАКОВО** изменяется въ обѣ стороны отъ нормальной величины и поэтому его среднее значеніе постольку, поскольку это будетъ касаться телефона, будетъ равно нулю.

569. Еще легче уяснить себѣ это явленіе, если обратиться къ увеличенному изображенію сгиба кривой на черт. 184. Если начальный потенціалъ на сътку подобрать такимъ образомъ, что онъ будетъ соответствовать точкѣ А, т. е. сдѣлать равнымъ 7,5 вольтъ, то очевидно, что до начала приѣма сигнала черезъ телефонъ будетъ проходить токъ силою въ 2 микро-ампера.

570. Предположимъ теперь, что принимаемая колебанія вызовутъ изменение потенціала сътки на 1,5 вольтъ въ обѣ стороны отъ прежней величины, иначе говоря, потенціалъ будетъ из-

мѣняться отъ -9 до -6 вольтъ. Ясно, что тогда положительная часть колебаній заставитъ токъ, протекающій черезъ телефонъ, возрасти на 3 микро-ампера, а отрицательная часть колебаній вызоветъ ослабленіе тока на 0,5 микро-ампера. Въ этомъ случаѣ эффе́ктивное значеніе силы тока постольку, поскольку это касается телефо́на, станетъ $3 - 0,5 = 2,5$ микро-амперъ.



Фиг. 184.

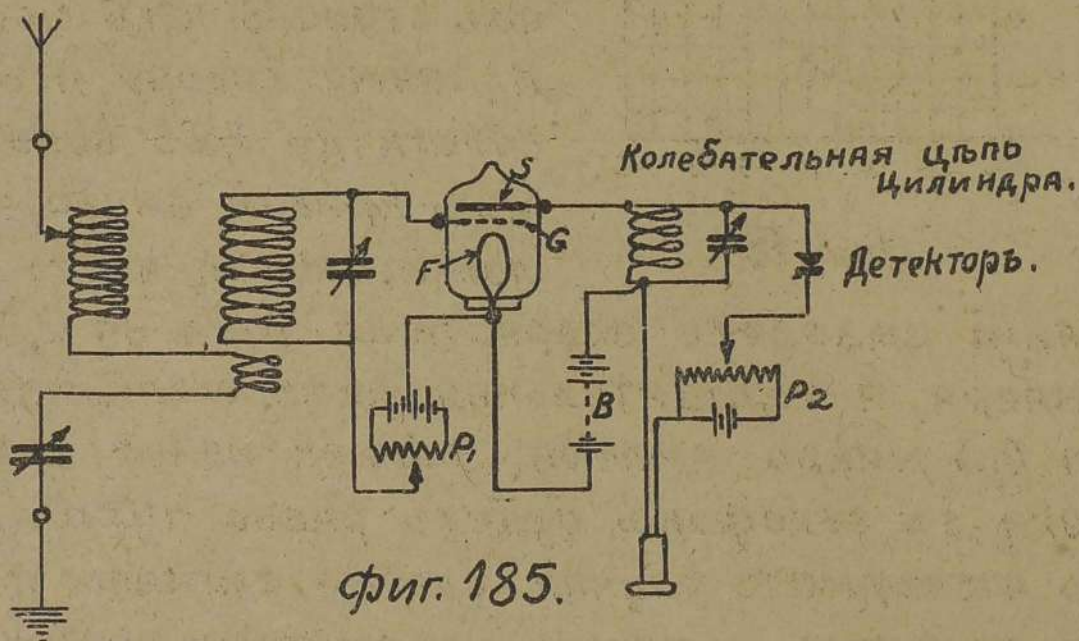
оборотъ, если принимаемая колебанія вызовутъ измѣненія потенціала сътки только на 0,25 вольта въ обѣ стороны отъ значенія А, иначе говоря, отъ 7,75 вольта до 7,25 вольта, то изъ кривой видно, что положительная часть коле-

баній вызоветъ возрастаніе тока на 0,3 микро-ампера, а отрицательная часть ослабленія тока на 0,3 микро-ампера. Эффе́ктивное значеніе тока въ телефонъ будетъ равно нулю. Хотя въ послѣднемъ случаѣ слабыя сигналы и вызвали замѣтное измѣненіе силы тока, протекающаго въ цѣпи цилиндра, тѣмъ не менѣе телефонъ не можетъ отвѣчать на измѣненіе тока, вслѣдствіе того, что токъ не является выпрямленнымъ.

571. Этого затрудненія можно легко избѣжать, если замѣнить телефоны особой колеба- тельной цѣпью, называемой колебательной цѣпью цилиндра и настроенной въ РЕЗОНАНСЪ съ

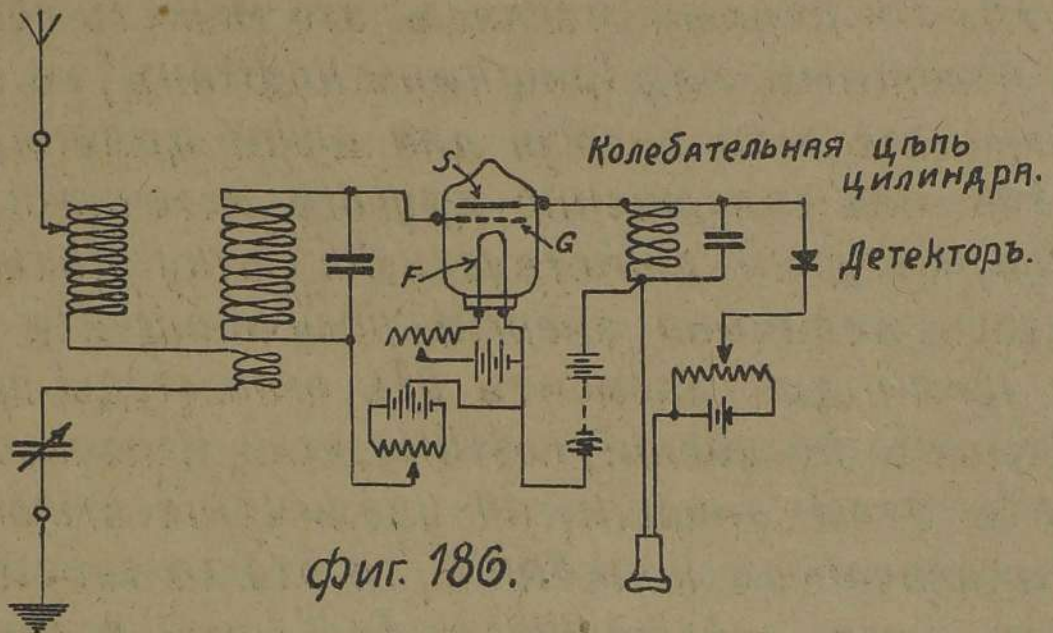
ЧАСТОТОЙ ИМПУЛЬСИВНЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ТОКОВЪ. Колебательный токъ въ цѣпи цилиндра передастъ энергію въ нашу новую колебательную цѣпь. Токъ, протекающій по послѣдней можетъ быть выпрямленъ обычнымъ способомъ при помощи карборундоваго кристалла и заставить дѣйствовать телефонъ пріемника (см. черт. 185 и 186). Чертежъ 185 показываетъ упрощенную схему безъ батареи для накаливанія нити. Чертежъ 186 даетъ полную схему.

572. При этихъ условіяхъ вентиль можетъ применяться съ большимъ успѣхомъ. Такъ какъ намъ



нѣтъ необходимости получать выпрямленый токъ въ цѣпи цилиндра, то величину потенціала на съткѣ можно подобрать такъ, что всякое измѣненіе ея, вызванное принятыми колебаніями, вызоветъ наибольшее измѣненіе въ силѣ тока, протекающаго въ цѣпи цилиндра. Такъ, если сдѣлать потенціалъ сътки таковымъ, что онъ будетъ соответство-

вать точку В на черт. 184, то измененія потенціа-



ла сътки въ 0,25 вольтъ въ обѣ стороны отъ этого значенія, вызоветъ возрастаніе тока въ цѣпи цилиндра до 1 микро-ампера и ослабленіе его до 1 микро-ампера. Величина эта приблизительно въ четыре раза превышаетъ энергію, имѣющуюся для выпрямленія тока при употребленіи лишь одного карборундоваго детектора.

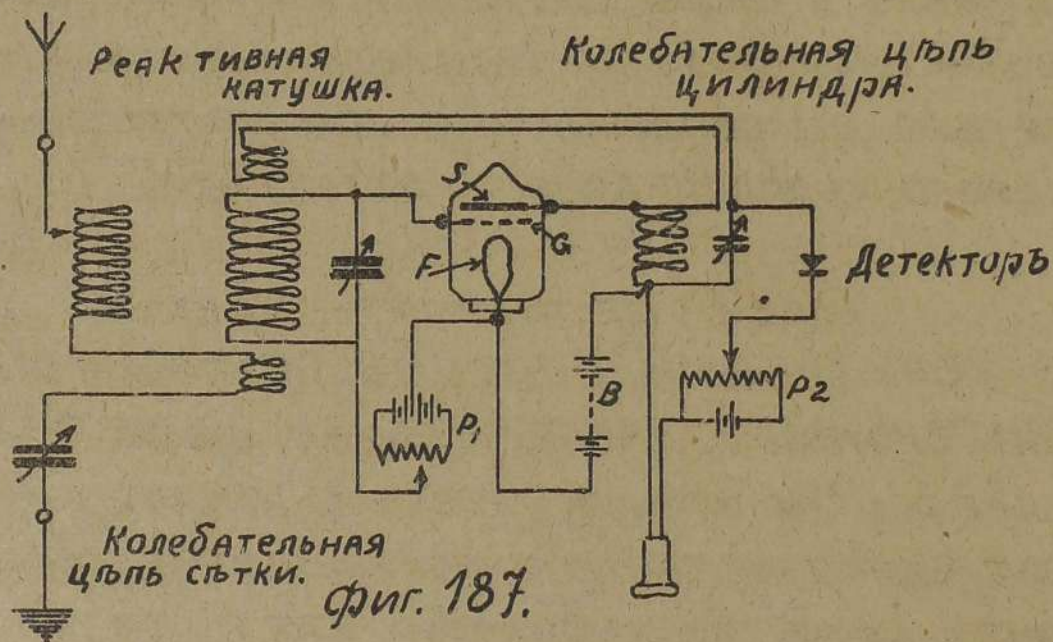
Глава шестьдесятъ третья.

Реактивный способъ примѣненія усилительныхъ лампочекъ въ цѣпи приѣмника.

573. Мы пришли теперь къ послѣднему наиболее удобному способу использованія усилительныхъ свойствъ лампочекъ для приѣма искровыхъ сигналовъ. Этотъ способъ называется рективнымъ методомъ. Онъ заключается въ томъ, что та часть энергіи, которая возникаетъ въ цѣпи цилиндра подъ дѣйствіемъ входящихъ колебаній, используется нами для усиленія этихъ

колебаний и увеличения их продолжительности.

574. На первый взгляд это может показаться похожим на „Тришкинъ кафтанъ“, но нужно вспомнить, что энергия для цепи цилиндра берется из совершенно другого источника, чьмъ тотъ, который дѣйствуетъ на сѣтку. Какъ говорилось, величина энергии получающейся въ цепи цилиндра, зависитъ отъ амплитуды принимаемыхъ колебаний, поэтому, если использовать часть этой энергии, на увеличение амплитуды, прилагаемыхъ колебаний, то это со своей стороны дастъ возможность большому количеству энергии освободиться въ цепи цилиндра. Такимъ образомъ, какъ видно, можно значительно увеличить усильтельное дѣйствіе лампочки.



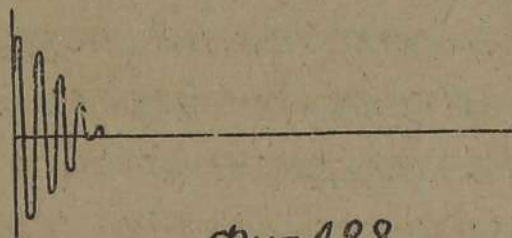
575. На фиг. 187 схематически изображено, какъ это выполняется. Нужно замѣтить, что до известной степени соединенія въ этомъ приемникѣ подобны соединеніямъ въ приемникѣ, изо-

браженномъ на черт. 185. Единственная разница заключается только въ томъ, что часть самоиндукціи R (извѣстная подъ названіемъ реактивной катушки), находящейся въ колебательной цѣпи цилиндра, помещается въ такое положеніе, что всякій токъ, проходящій по этой цѣпи, вызываетъ Э.Д.С. въ колебательной цѣпи съетки.

576. Частота колебаній въ колебательной цѣпи цилиндра будетъ та же, какъ частота приходящихъ колебаній и очевидно будетъ такой же, какъ частота въ колебательной цѣпи съетки. Э.Д.С. въ катушкѣ самоиндукціи, включенной въ цѣпь съетки, возникающая подъ дѣйствіемъ колебательнаго тока, суммируется съ Э.Д.С. приходящихъ колебаній.

577. Величина этой добавочной Э.Д.С. въ катушкѣ съетки подѣ дѣйствіемъ реактивной катушки можетъ измѣняться въ зависимости отъ подбора связи между обѣими обмотками. Варіируя величину связи, можно получить любую требуемую степень усиленія (въ извѣстныхъ предѣлахъ) приходящихъ колебаній.

578. Это дѣйствіе на принимаемыя колебанія, легче всего понять, если обратиться къ черт. 188, 189 и 190. Черт. 188 изображаетъ рядъ принимаемыхъ колебаній, которыя могутъ быть

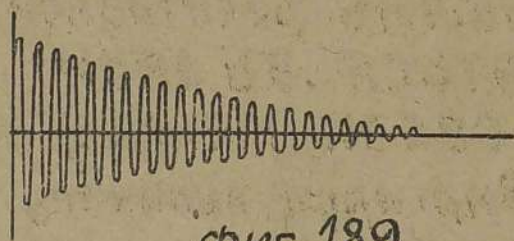


Фиг. 188.

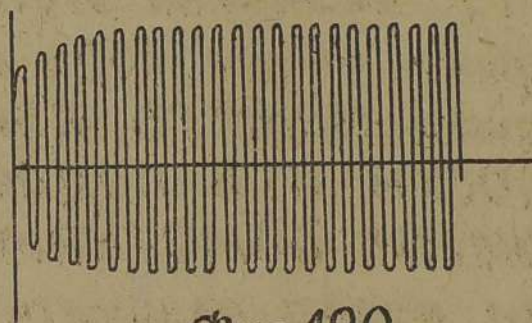
получены въ катушкѣ сътки подѣ дѣйствиємъ одной искры передатчика на нѣкоторомъ разстояніи отъ него, если предположить, что связь между реактивной катушкой и катушкой сътки равна нулю.

579. Вслѣдствіе потери энергии на сопротивленіе воздушной сѣти и на сопротивленіе колебательной цѣпи сътки, эти колебанія затухаютъ весьма сильно и прекращаются послѣ немногаго числа перемѣнь. Поэтому колебанія, возникающія въ цѣпи цилиндра также затухаютъ послѣ весьма небольшого ряда перемѣнь, т.к. вся энергія этой цѣпи немедленно превращается телефономъ въ звуки.

580. Если же реактивная катушка будетъ ближе къ катушкѣ сътки, такъ что полученныя



фиг. 189.



фиг. 190.

колебанія въ цѣпи цилиндра будутъ дѣйствовать на катушку сътки, то возбужденныя послѣдней искрой отъ находящагося на нѣкоторомъ разстояніи передатчика, вмѣсто того, чтобы затухнуть черезъ нѣсколько періодовъ, будутъ поддерживаться въ теченіи значительно продолжительнаго промежутка времени, какъ показано на черт. 189. Отсюда дѣйствіе реак-

тивной катушки состоитъ въ томъ, что оно какъ бы ослабляетъ затуханіе воздушной сѣти и цѣпи приѣмника и такъ величина полезной энергіи въ цѣпи цилиндра ИСПОЛЬЗОВАННОЙ теперь для телефона увеличится пропорціонально длинѣ или продолжительности группы колебаній.

581. Отсюда слѣдуетъ, что если связь между реактивной катушкой и катушкой цилиндра будетъ увеличиваться, то предѣль будетъ достигнутъ тогда, когда принимаемая колебанія вмѣсто затуханія будутъ въ дѣйствительности возрастать по амплитудѣ (см. черт. 190) и въ цѣпи будутъ продолжаться колебаться дальѣе все время, конечно въ томъ случаѣ если будутъ сохраняться неизмѣненными остальные условія, какъ напр. накаль нити, напряженіе батареи и т. д.

582. Когда цѣпи такъ подобраны, что обладаютъ вышеуказаннымъ свойствомъ, то ЛАМПОЧКА, КАКЪ ГОВОРЯТЪ, САМА СОЗДАЕТЪ КОЛЕБАНІЯ, а какъ это примѣняется на практикѣ - увидимъ дальѣе. Пока разберемъ только тѣ условія, которыя наиболѣе подходятъ для приѣма сигналовъ отъ искровыхъ станцій.

583. Звукъ, получаемый въ телефонъ приѣмника, зависитъ отъ перерывовъ тока, проходящаго черезъ него. Иначе говоря, постоянный токъ, который получился бы, если непрерывный потокъ колебаній былъ бы выпрямленъ, не вызвалъ бы звука въ телефонъ, кромѣ первоначальнаго треска въ тотъ моментъ, когда токъ начинаетъ протекать по телефону. Поэтому, если связь между

реактивной катушкой и катушкой сътки только что описаннаго пріемника будетъ подобрана такъ, что первый рядъ принятыхъ колебаній заставитъ лампочку самостоятельно производить колебанія, то сигналы, посылаемые передающей станціей не будутъ слышны въ телефонъ отъ группы колебаній данной амплитуды, будетъ увеличиваться болѣе или менѣе въ зависимости отъ длины или продолжительности группы колебаній. Значитъ, очевидно, что для наибольшей чувствительности подборъ связи между реактивной катушкой и катушкой сътки будетъ таковъ, что онъ долженъ поддерживать принимаемыя колебанія только до тѣхъ поръ, чтобы дать имъ возможность затухнуть прежде, чѣмъ будетъ принята слѣдующая группа колебаній. При этихъ условіяхъ, каждая искра передатчика передаетъ максимальное количество энергіи въ цѣпи цилиндра, сохраняя въ то же время раздѣльные дѣйствія каждой искры.

Глава шестьдесятъ четвертая.

Пріемъ незатухающихъ колебаній.

584. До сихъ поръ мы имѣли дѣло исключительно только съ явленіями, касающимися пріема и передачи сигналовъ при помощи затухающихъ колебаній или, какъ ихъ чаще называютъ при помощи „искровыхъ сигналовъ“.

Новѣйшія открытія и усовершенствованія безпроводнаго телеграфированія при помощи незатухающихъ колебаній дали много существенныхъ

преимущества этому новому способу по сравнению съ прежними. Одно изъ главныхъ преимуществъ приёма при помощи незатухающихъ колебаній заключается въ возможности болѣе точно выдѣлать требуемую длину волны.

585. Какъ извѣстно, тонъ принимаемыхъ сигналовъ соответствуетъ числу группъ передаваемыхъ волнъ, иначе говоря, соответствуетъ частотѣ искръ передатчика. Это зависитъ отъ того, что каждый рядъ колебаній вызываетъ измѣненія средняго значенія силы выпрямленнаго тока, проходящаго черезъ телефонъ. Если мы устроимъ такъ, что каждый посылаемый передающей станціей знакъ будетъ состоять изъ отдѣльнаго потока незатухающихъ колебаній, то эти колебанія, дѣйствуя на любой изъ описанныхъ выше приёмниковъ, не вызовутъ никакого звука въ телефонъ за исключеніемъ легкаго треска въ началѣ и концѣ каждаго знака, т.е. когда мембрана телефона будетъ только притянута и вновь отпущена телефонными магнитами.

586. Иными словами, черезъ телефонъ недостаточно пропустить выпрямленный токъ, чтобы дать возможность телеграфисту читать знакъ Морзе болѣе или меньшей продолжительности, если не разбить этотъ выпрямленный токъ на группы такой частоты, которая была бы различима для человѣческаго уха.

587. Наиболее простой способъ преодолѣть эту трудность — раздѣлить токъ этихъ колебаній на группы на приёмной станціи. Это мож —

но выполнить посредством быстрого перерыва
цепи телефона зуммеромъ. Однако этотъ способъ
имѣетъ на практикѣ массу неудобствъ: главное
это то, что тонъ принимаемыхъ знаковъ устанавливается
на принимающей станціи такъ, что всякіе
атмосферные разряды, которые дѣйствуютъ
на приемную станцію, вызовутъ совершенно одинаковые
сигналы — будутъ ли это атмосферные разряды
или же знаки, передаваемые другой станціей.

При помощи способа носящаго названіе „способъ
біеній“ затрудненія подобнаго рода устраняются
и возможенъ весьма широкій выборъ остроты
настройки.

588. Проблема приема. Если въ приемную
установку, настроенную въ резонансъ съ непрерывной
волной передатчика, включить обыкновенный
кристаллическій детекторъ, то черезъ телефонъ
приемника въ виду отсутствія перерывовъ въ приходящей
волнѣ потечетъ непрерывный пульсирующий токъ.
Эти пульсаціи происходятъ съ такой быстротой,
что діафрагма телефона или остается все время
притянутой или удаленной отъ электромагнитовъ,
не производя никакого звука, за исключеніемъ первоначальнаго
или конечнаго моментовъ протеканія пульсаціи.

Для того, чтобы сдѣлать возможнымъ приемъ
незатухающихъ колебаній необходимо прерывать
колебанія или въ передатчикѣ или въ приемникѣ,
разбивая ихъ на группы вызывающія максимальное
дѣйствіе головного телефона или при-
мѣнить по отношенію къ приемнику какіе нибудь

другіе методы, позволяющіе обнаружить присутствіе въ немъ колебаній.

Въ настоящее время пользуются слѣдующими приборами для приѣма незатухающихъ колебаній:

1. Тиккеръ Паульсена,
2. Гетеродина,
3. Тональное колесо Гольдшмидта,
4. Регенеративная лампа (примѣняемая для приѣма незатухающихъ колебаній по способу біеній).

Дѣйствіе этихъ приборовъ можно описать слѣдующимъ образомъ:

Тиккеръ Паульсена равномерно прерываетъ Цѣпи приѣмника (со скоростью приблизительно отъ 300 до 600 разъ въ секунду); гетеродина основана на ВЗАИМОДѢЙСТВІИ ТОКОВЪ РАЗЛИЧНОЙ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ВЪ ПРИЕМНОЙ АНТЕННѢ, результатомъ котораго является телефонный токъ съ частотой воспринимаемой ухомъ; тональное колесо Гольдшмидта преобразуетъ токъ высокой частоты (приходящія колебанія) въ токъ частота котораго можетъ быть воспринята ухомъ; наконецъ, регенеративный приѣмникъ біеній пользуется ЛАМПОЙ какъ генераторомъ колебаній высокой частоты, дѣйствующей какъ гетеродина. Хорошо извѣстныя качества лампы какъ релэ и ея способность детонировать на тонъ высокой частоты дѣлаютъ ее въ связи съ вышеуказанными чрезвычайно чувствительной для приѣма.

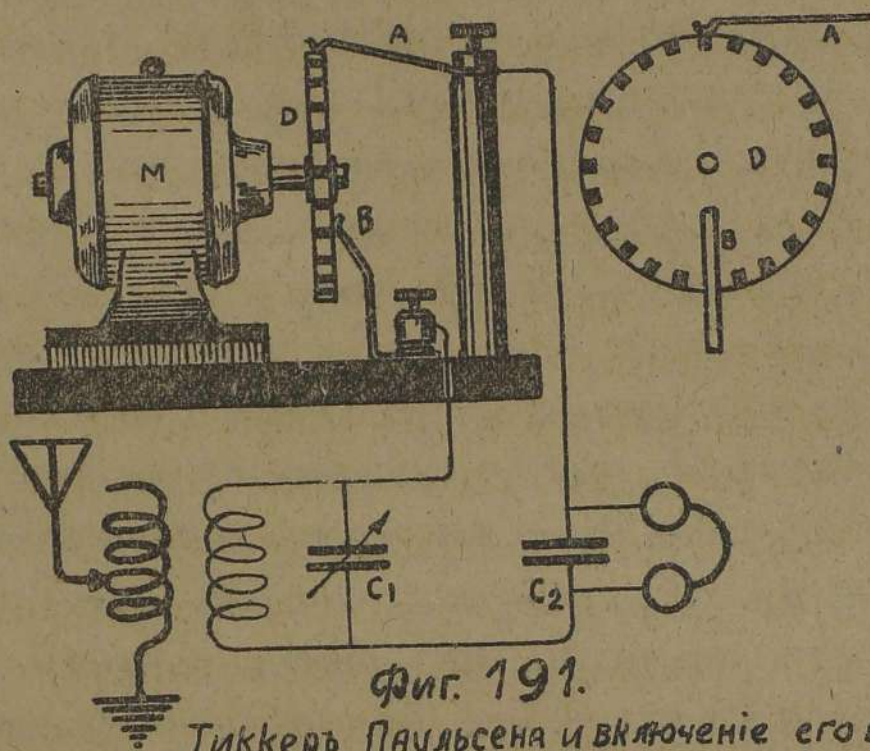
589. Тиккеръ. Въ томъ видѣ, въ которомъ

тиккеръ примѣняется для практическихъ цѣлей, онъ состоитъ изъ прерывателя, схематически изображеннаго на черт. 191. Прерыватель представляетъ собою дискъ D , насаженный на валъ мотора M и имѣющій рядъ зубцовъ, причемъ промежутки между ними заполнены изолирующимъ матеріаломъ, наприкладъ фиброй. Токи высокой частоты направляются отъ щетки B къ A черезъ дискъ, который даетъ отъ 300 до 1000 прерываній въ секунду. Зарядъ накапливающейся благодаря резонансу съ цѣпью антенны въ конденсаторъ C_1 , разряжается съ правильными интервалами черезъ конденсаторъ C_2 (черт. 191). Конденсаторъ C_2 въ свою очередь разряжается черезъ головной телефонъ, причемъ каждый накопившійся въ немъ зарядъ воспроизводитъ одинъ звукъ. Ввиду того, что тиккеръ разряжаетъ конденсаторъ C_1 при различныхъ потенціалахъ, иначе говоря въ различные моменты періода приходящихъ колебаній, въ телефонъ получаютъ неравномерные звуки, не имѣющіе музыкальнаго тона, желательнаго для приѣма во время атмосферныхъ разрядовъ.

Тѣмъ не менѣе тиккеръ работаетъ удовлетворительно, какъ простѣйшій приѣмникъ и примѣненіе его на различныхъ судовыхъ и береговыхъ станціяхъ дало хорошіе результаты.

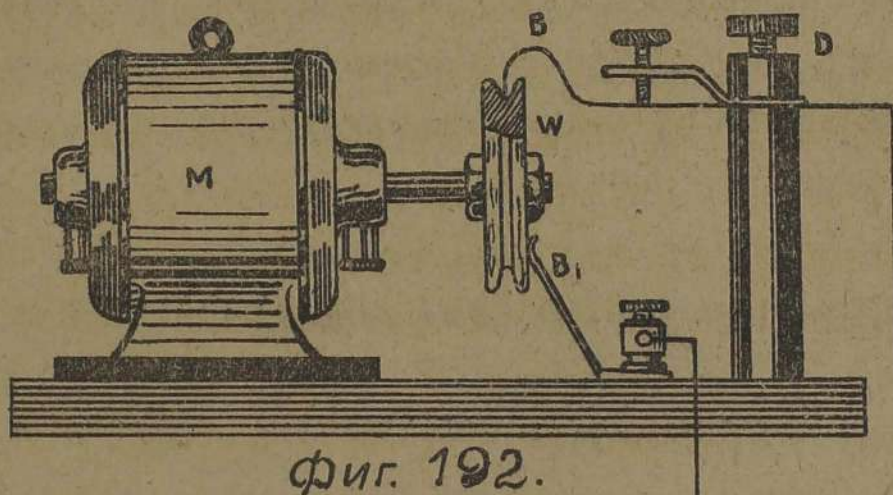
Улучшеннымъ прерывателемъ для приѣма незатухающихъ колебаній является детекторъ со скользящей проволокой или скользящихъ контактовъ, изображенный на черт. 192.

По схемъ видно, что маленькое латунное колесо W , насаженное на ось мотора M , соприкасается со



Тиккеръ Паульсена и включеніе его въ цѣпь.

щеткой B . Зажимы скользящаго контакта B , соединяются съ цѣпью пріемника такъ же, какъ и



Детекторъ для пріема незатухающихъ колебаній.

въ случаѣ тиккера, изображеннаго на черт. 191.

Цѣпь оканчивается щеткой B_1 , соприкасающейся съ колесомъ W . Пока колесо вращается, щетка

В непрерывно скользить и прижимается къ колесу, образуя такимъ образомъ контактъ переменнаго сопротивленія и заставляетъ зарядъ, скопляющійся въ блокировочномъ конденсаторѣ, соответствующимъ образомъ измѣняться.

Тиккеръ и детекторъ со скользящимъ контактомъ считаются основанными на дѣйствиіи тока; это можно понимать въ томъ смыслѣ, что дѣйствіе ихъ оказывается наилучшимъ въ такой цѣпи приемника, въ которой преимущество отдается максимальной силѣ тока, а не высокому напряженію. Катушки приемниковъ, применяющихъ эти детектора, имѣютъ обмотку изъ многожильной проволоки или проводниковъ одинаковой проводимости по отношенію къ токамъ высокой частоты. Эти детекторы могутъ быть использованы и для приема затухающихъ колебаній, но ввиду того, что series соответствующихъ имъ волнъ имѣютъ интервалы, въ телефонъ приемника получается неравномерный звукъ, очень похожій на атмосферные разряды.

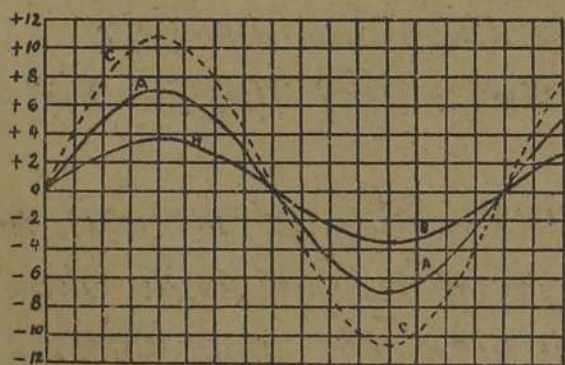
Глава шестьдесятъ пятая.

Приемъ по способу „интерференціи“ или „біеній“.

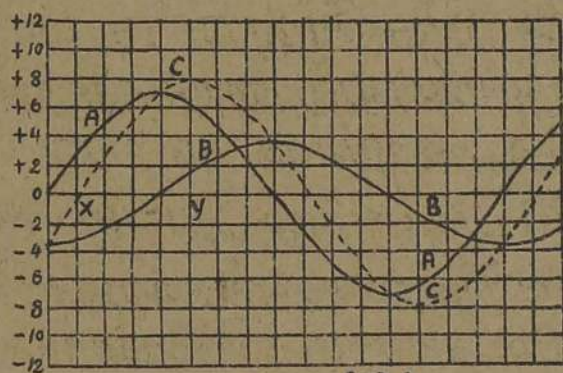
590. Принципъ, лежащій въ основѣ приема по способу біеній, заключается въ дѣйствиіи получаемомъ при наложеніи одного на другой двухъ переменныхъ токовъ различной частоты.

591. Если два источника доставляютъ токъ од-

ной и той же цепи, то токъ протекающій по этой цепи будетъ представлять изъ себя Сумму токовъ, получаемыхъ отъ каждаго источника при условіи, конечно, что оба тока имѣютъ одинаковое направление. Если оба тока имѣютъ противоположныя направленія, то получающійся въ цепи токъ будетъ равенъ разности обоихъ токовъ. Отсюда слѣдуетъ, что если два переменныхъ тока будутъ посланы въ одну и ту же цепь, будутъ имѣть одну и ту же частоту и находиться въ одной фазѣ, какъ показано на черт. 193 кривыми А и В, то полученный въ цепи токъ выразится синусоидальной кривой С. Ордината этой кривой въ любой моментъ равна суммѣ ординатъ обѣихъ синусоидальныхъ кривыхъ А и В. На черт. 193 оба переменныхъ тока находятся въ одной фазѣ. Получающійся токъ, какъ показываетъ кривая С, все время будетъ больше, чѣмъ каждый изъ токовъ взятыхъ въ отдѣльности.



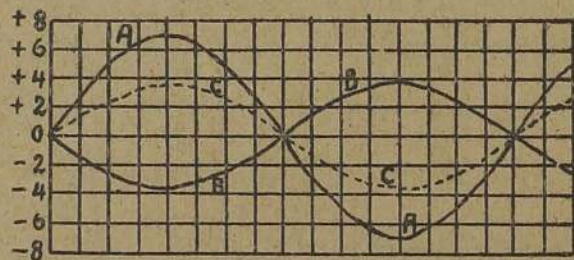
фиг. 193.



фиг. 194.

591. Если два наложенныхъ другъ на друга тока не находятся въ одной фазѣ, какъ показано на черт. 194 и 195, то полу-

чающійся отъ ихъ сложенія, токъ будетъ значительно меньше, чѣмъ въ предыдущемъ случаѣ, такъ какъ въ теченіи известной части каждаго изъ періодовъ оба тока будутъ имѣть различное направление. Чѣмъ больше разница фазъ, тѣмъ меньше получающійся токъ. Пунктирная линія *C* изображаетъ полный токъ, протекающій по цѣпи. За



Фиг. 195.

каждый моментъ его ордината равна суммѣ ординатъ обѣихъ кривыхъ *A* и *B*. Напр.: въ моментъ *X* (черт. 194) $A = +3$, а $B = -3$ поэтому $C = 0$ и въ моментъ *У*, $A = +6$ и $B = +2$,

поэтому $C = 8$.

592. На черт. 195, оба тока разнятся другъ отъ друга по фазѣ въ 180° такъ, что полученный отъ ихъ сложенія токъ, всегда равенъ разности обѣихъ токовъ.

Итакъ очевидно, что результирующій токъ будетъ имѣть максимальную амплитуду, когда оба слагающіеся тока будутъ въ фазѣ совпадать и наименьшую амплитуду, когда оба слагающіеся тока будутъ разниться по фазѣ на 180° .

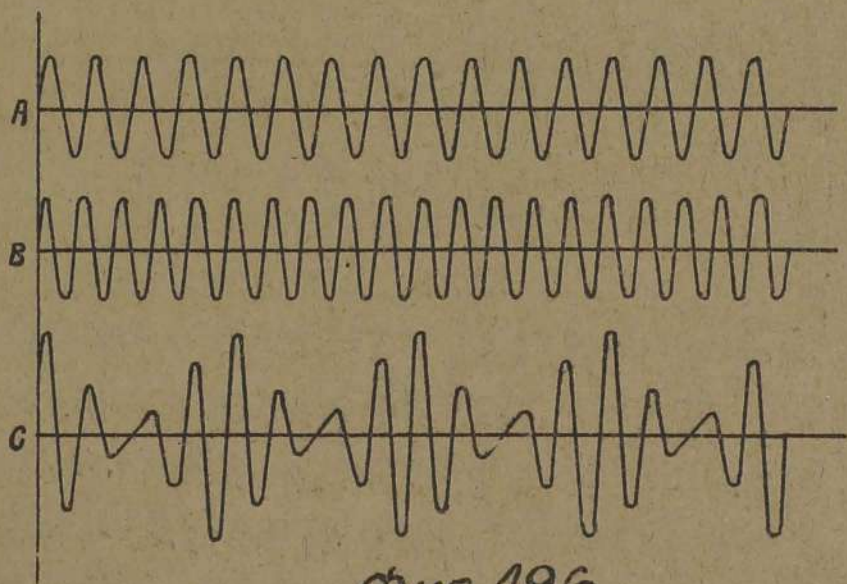
593. Если теперь два переменныхъ тока различной частоты, будутъ налагаться одинъ на другой, то результирующій токъ можно найти совершенно такимъ же способомъ.

Но въ этомъ случаѣ результирующій токъ не будетъ имѣть постоянной амплитуды, какъ это было, когда токи были одной частоты, т. к. ихъ соотношеніе фазъ все время мѣняется.

Амплитуда полученнаго тока, будетъ постоянно увеличиваться или уменьшаться въ зависимости отъ того, будутъ ли два слагающихся тока совпадать или расходиться по фазѣ, какъ показано на черт. 196. На этомъ чертежѣ, во избѣжаніи пересѣченія линій помѣстили каждую изъ кривой на отдельной горизонтальной оси. Вертикальныя же оси одинаковы для всѣхъ трехъ кривыхъ. Такимъ образомъ нижняя кривая вычерчена просто путемъ сложенія мгновенныхъ значеній ординатъ обѣихъ верхнихъ кривыхъ, какъ это дѣлалось ранѣе.

594. Эти скачки амплитуды, получающагося тока, извѣстны подъ названіемъ „біеній.“

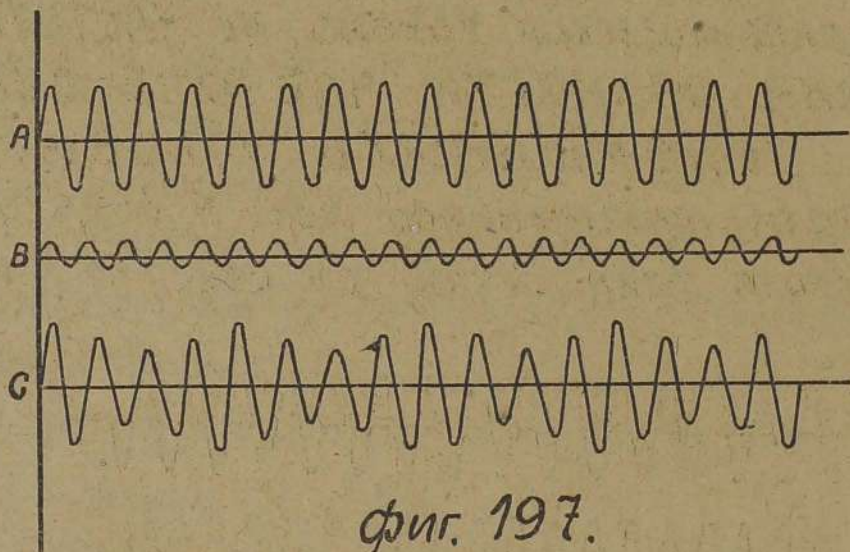
595. Частота переменъ результирующаго тока будетъ находиться между частотами обоихъ слагающихся токовъ, но частота біеній равна разности частотъ слагающихся переменныхъ токовъ. Итакъ, если частота переменнаго тока А будетъ 100 въ сек., а частота тока В—110 въ сек., то частота



фиг. 196.

результатирующаго тока будетъ между 110 и 100 въ сек. Однако частота бѣеній будетъ $110 - 100 = 10$ въ сек. Очевидно, что чѣмъ меньше разница между частотами двухъ слагающихся токовъ, тѣмъ меньше и частота бѣеній.

596. Если теперь амплитуды двухъ слагающихся токовъ будутъ равны, какъ показано на черт. 196, то амплитуда результирующаго тока будетъ измѣняться отъ максимальнаго значенія равнаго удвоенному значенію слагающихся токовъ, когда они въ одной фазѣ, до минимальнаго значенія равнаго нулю, когда они расходятся на 180° по фазѣ. Но если амплитуда двухъ переменныхъ токовъ будетъ различна, какъ показано на черт. 197, то амплитуда результирующаго



фиг. 197.

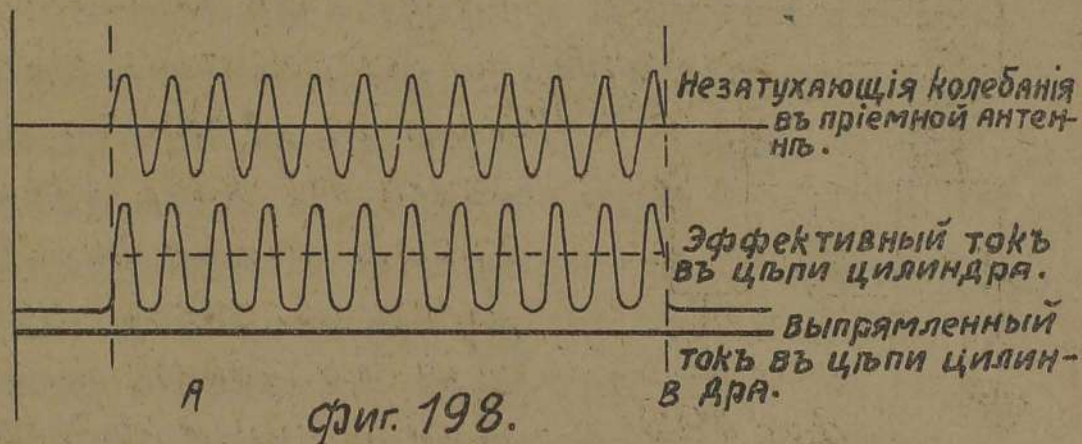
тока будетъ измѣняться отъ максимальной величины равной суммѣ слагающихся токовъ до минимальной величины, равной разности этихъ токовъ при расхожденіи фазъ на 180° . Однако частота бѣеній остается прежней. Измѣненіе ам-

плитуды результирующаго тока можетъ быть опре-
дѣлена, какъ амплитуда бѣеній.

597. Совершенно тѣ же самыя результаты до-
стигаются, если два тока высокой частоты раз-
личныхъ періодовъ налагаются одинъ на другой.
Результирующій токъ будетъ токъ высокой ча-
стоты, но его амплитуда будетъ измѣняться въ
зависимости отъ того, будутъ ли токи совпадать
или же расходиться по фазѣ. Частота получен-
ныхъ бѣеній будетъ равна разности обѣихъ ча-
стотъ.

Посмотримъ теперь, какъ можно примѣнить
этотъ принципъ къ приему знаковъ, передаваемъ
мыхъ при помощи незатухающихъ колебаній.

598. Возьмемъ случай простого ламповаго при-
емника, изображеннаго на черт. 180. Рядъ неза-
тухающихъ колебаній, принятыхъ воздушной
сѣткою, изображенныхъ верхней кривою, черт. 198,
вызоветъ выпрямленный токъ въ цѣпи цилиндра
(см. нижнюю кривую черт. 198), это будетъ



фиг. 198.

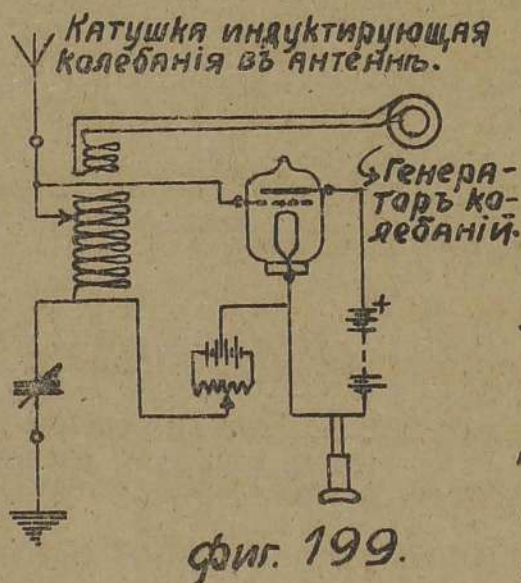
конечно при условіи, что потенциалъ сѣтки
доведенъ какъ разъ до точки „выпрям-

ленія", какъ было описано раньше и что амплитуда принятыхъ колебаній достаточна для того, чтобы перейти за округленный сгибъ кривой для силы тока въ цѣпи цилиндра (см. § 570).

599. Телефонъ при этомъ будетъ действовать такъ, какъ если бы черезъ нихъ проходилъ постоянный токъ, соответствующій пунктирной кривой на нижней части черт. 198. Поэтому, какъ извѣстно, токъ не вызоветъ въ телефонѣ продолжительнаго звука, а вызоветъ только одиночныя притягиванія мембраны въ моменты А, В, что охарактеризуется трескомъ.

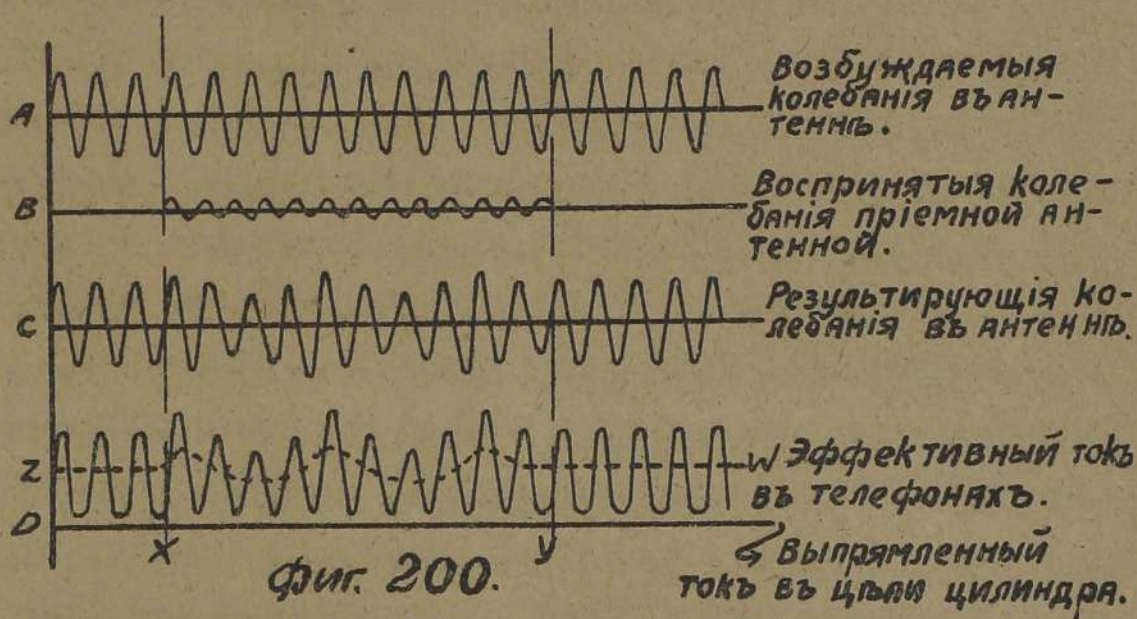
600. Теперь, если какимъ-нибудь искусственнымъ способомъ, подобнымъ изображенному на черт. 199, вызовемъ въ воздушной сѣти токъ незатухающихъ колебаній, достаточно отличныхъ отъ получаемыхъ съ передающей станціи (см. черт. 200) кривая А, то мембрана теле-

фона будетъ постоянно отклонена на определенную величину, пока колебанія будутъ поддерживаться. Однако, все-таки въ телефонѣ не будетъ звука. Но, какъ только теперь кромѣ этихъ колебаній будутъ получены незатухающія колебанія отъ передающей станціи (см. 200, кривая В), то величина вы-



прямленнаго тока, протекающаго черезъ телефонъ, начнетъ измѣняться. Если частота

искусственныхъ колебаній будетъ подобрана такъ, что она будетъ слегка отличаться отъ частоты принимаемыхъ колебаній, то результирующія колебанія, какъ



известно, будутъ измѣняться по амплитудѣ, какъ показано кривой С черт. 200, получится бѣненіе определенной частоты, зависящей отъ разницы между частотой искусственныхъ и принимаемыхъ колебаній, отчего выпрямленный токъ въ телефоны будетъ измѣняться по пунктирной кривой.

601. Пока колебанія соответствующей частоты будутъ приниматься съ тѣю, частота измѣненій выпрямленнаго тока можетъ быть такова, что въ телефоны получится музыкальный тонъ. Высота тона можетъ измѣняться совершенно независимо отъ передающей станціи измѣненіемъ частоты искусственныхъ колебаній, но важно замѣтить, что для данной частоты искусственныхъ колебаній различной длины волны дадутъ совершенно различный музыкальный тонъ въ телефонахъ.

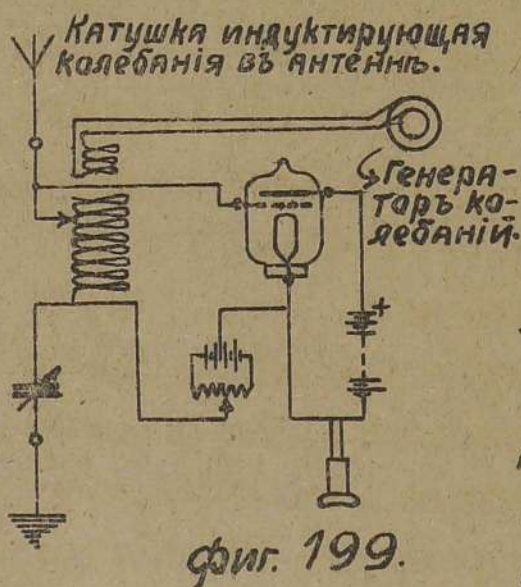
602. Если разница между частотами, при-

ленія", какъ было описано раньше и что амплитуда принятыхъ колебаній достаточна для того, чтобы перейти за округленный сгибъ кривой для силы тока въ цѣпи цилиндра (см. § 570).

599. Телефонъ при этомъ будетъ действовать такъ, какъ если бы черезъ нихъ проходилъ постоянный токъ, соответствующій пунктирной кривой на нижней части черт. 198. Поэтому, какъ извѣстно, токъ не вызоветъ въ телефонѣ продолжительнаго звука, а вызоветъ только одиночныя притягиванія мембраны въ моменты А, В, что охарактеризуется трескомъ.

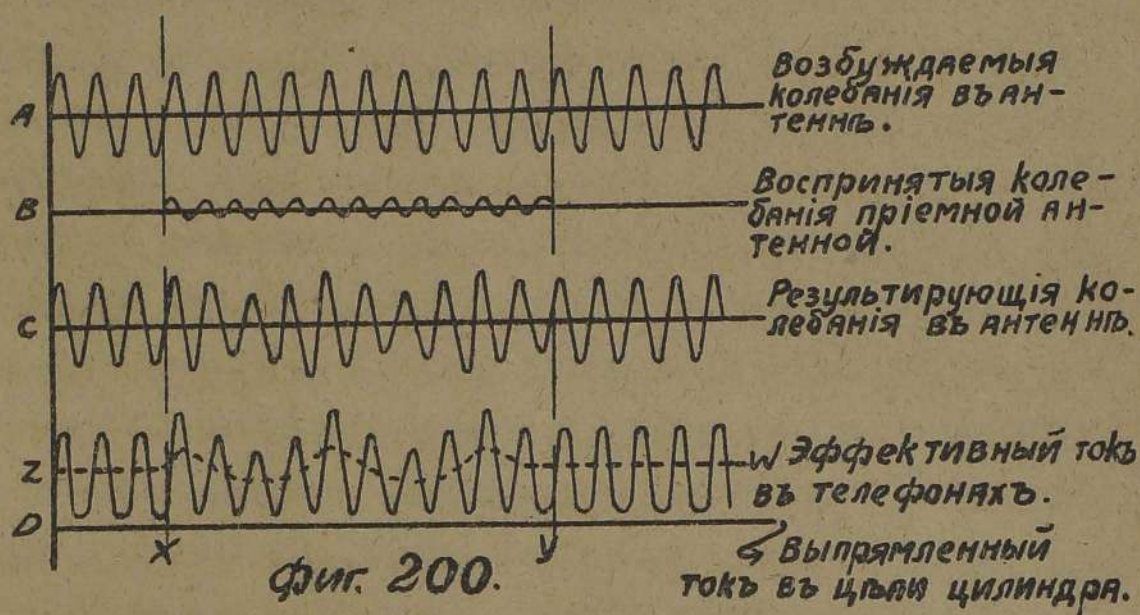
600. Теперь, если какимъ-нибудь искусственнымъ способомъ, подобнымъ изображенному на черт. 199, вызовемъ въ воздушной сѣти токъ незатухающихъ колебаній, достаточно отличныхъ отъ получаемыхъ съ передающей станціи (см. черт. 200) кривая А, то мембрана теле-

фона будетъ постоянно отклонена на определенную величину, пока колебанія будутъ поддерживаться. Однако, все-таки въ телефонѣ не будетъ звука. Но, какъ только теперь кромѣ этихъ колебаній будутъ получены незатухающія колебанія отъ передающей станціи (см. 200, кривая В), то величина вы-



прямленнаго тока, протекающаго черезъ телефонъ, начнетъ измѣняться. Если частота

искусственных колебаний будет подобрана такъ, что она будетъ слегка отличаться отъ частоты принимаемыхъ колебаний, то результирующія колебанія, какъ



извѣстно, будутъ измѣняться по амплитудѣ, какъ показано кривой С черт. 200, получится бѣшеніе определенной частоты, зависящей отъ разницы между частотой искусственныхъ и принимаемыхъ колебаний, отчего выпрямленный токъ въ телефоны будетъ измѣняться по пунктирной кривой.

601. Пока колебанія соответствующей частоты будутъ приниматься съ тѣю, частота измѣненій выпрямленнаго тока можетъ быть такова, что въ телефоны получится музыкальный тонъ. Высота тона можетъ измѣняться совершенно независимо отъ передающей станціи измѣненіемъ частоты искусственныхъ колебаний, но важно замѣтить, что для данной частоты искусственныхъ колебаний различной длины волны дадутъ совершенно различный музыкальный тонъ въ телефонахъ.

602. Если разница между частотами, при-

маемыхъ и вызванныхъ искусственно колебательныхъ токовъ, будетъ достаточно мала, то тонъ получаемый въ телефонъ, будетъ такъ низокъ, что не будетъ воспринятъ человѣческимъ ухомъ. Подобнымъ образомъ, если эта разница будетъ достаточно велика, то получаемый тонъ будетъ слишкомъ высокъ, чтобы стать слышимымъ, хотя мембрана и будетъ въ состояніи колебаться такъ быстро.

603. Наивысшій слышимый тонъ имѣетъ частоту около 16 000 періодовъ въ секунду и для того, чтобы получить звукъ въ телефонъ при такомъ способѣ приѣма, необходимо, чтобы разность между частотами, принимаемыхъ и искусственно возбуждаемыхъ колебаній, не превышала бы этого предѣла. Возьмемъ теперь слѣдующій примѣръ; предположимъ, что хотимъ получить сигналы съ передающей станціи, работающей незатухающими колебаніями и имѣющей длину волны въ 1000 метровъ ; частота этой волны 300 000, отсюда слѣдуетъ, что искусственныя колебанія не должны имѣть большую частоту чѣмъ 316 000 или меньшую, чѣмъ 284 000, т.к. иначе въ каждомъ изъ этихъ случаевъ частота біеній будетъ болѣе чѣмъ 16 000. Если частота искусственныхъ колебаній будетъ измѣняться между этими предѣлами, то, начиная съ низшаго предѣла, окажется, что получаемый въ телефонъ отъ принимаемыхъ колебаній тонъ будетъ измѣняться отъ весьма высокаго (когда частота напр. 284 000) до весьма низкаго (когда частота будетъ приближаться до 300 000). Если ста-

немъ еще больше увеличивать частоту искусственныхъ колебаній, то звукъ въ телефонъ пропадетъ до тѣхъ поръ, пока частота не превыситъ 300000, послѣ чего снова появится въ телефонъ весьма низкій тонъ, который будетъ повышаться вмѣстѣ съ увеличеніемъ частоты до тѣхъ поръ, пока не станетъ слишкомъ высокимъ и не будетъ слышенъ при частотѣ, превышающей 316000.

604. Если частота искусственныхъ колебаній будетъ неизмѣнной, скажемъ 300000 въ сек., то принимаемые сигналы не будутъ слышны, если длины ихъ волнъ не будутъ находиться въ предѣлахъ отъ 947 метровъ до 1053 метра.

605. Исключительная острота настройки по этому способу зависитъ не только отъ того, что измѣненіе длины передаваемой волны только на пять процентовъ въ обѣ стороны отъ нормальнаго значенія, на которое настроенъ передатчикъ, уже дѣлаетъ сигналы неслышными, но она зависитъ еще и отъ того, что если длины волнъ двухъ сосѣднихъ передающихъ станцій находятся въ указанныхъ предѣлахъ, то даже самая малая разница въ длинѣ волнъ обѣихъ станцій дастъ совершенно различный тонъ въ телефонъ приѣмной станціи.

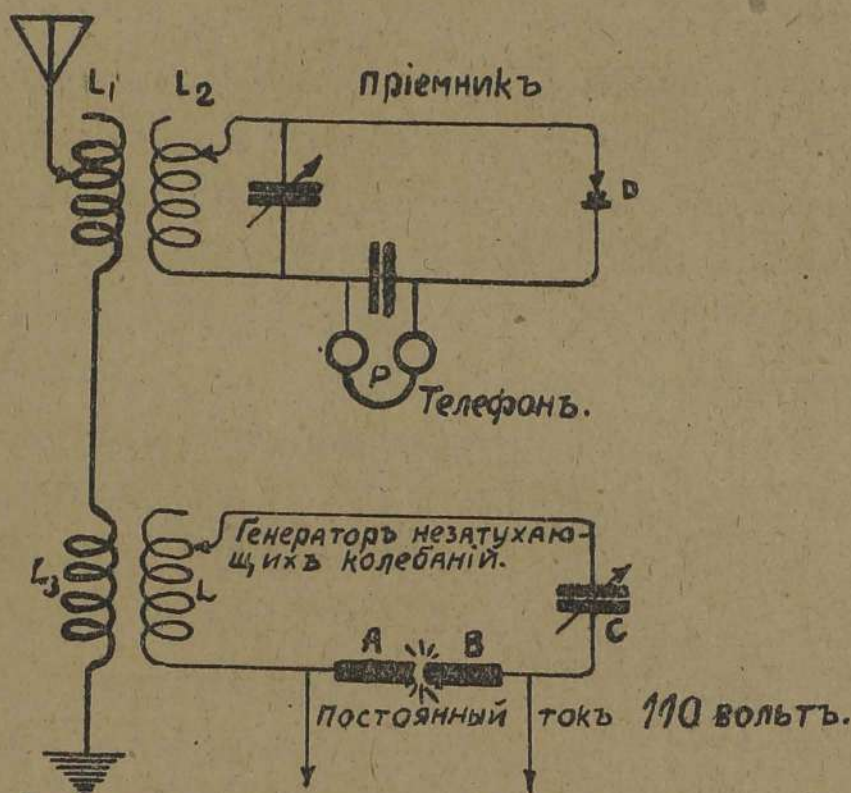
606. Допустимъ, напр., что станція А работаетъ длиной волны въ 1000 метровъ и въ то же самое время станція В работаетъ съ длиной волны въ 999 метровъ. Если приѣмная станція С даетъ частоту своихъ искусственныхъ колебаній равной 300500, то сигналы станціи А вызовутъ

тонъ въ телефонъ частотой 500 въ то время, какъ сигналы станціи В вызовутъ тонъ частоты въ 200, что дастъ возможность телеграфисту легко различить обѣ станціи по звуку.

607. Гетеродина. При правильномъ подборѣ частоты мѣстныхъ колебаній, токъ біеній можно измѣнить отъ высоты, которую имѣетъ звукъ, производимый переменнымъ токомъ въ 200 періодовъ въ сек. до высоты находящейся за предѣломъ слышимаго. Взаимодействие въ приемникъ обоихъ тоновъ различной частоты не только дѣлаетъ возможнымъ приемъ незатухающихъ колебаній, но кромѣ того значительно увеличиваетъ (усиливаетъ) принимаемые сигналы. По этому способу могутъ быть усилены даже затухающія колебанія, но въ послѣднемъ случаѣ тонъ искры передатчика нарушается, и въ результатъ получается болѣе низкій звукъ. Тонъ мѣстнаго біенія, которое получается въ гетеродинѣ, болѣе устойчивъ, если передающая станція применяетъ альтернаторъ высокой частоты; хотя при приемѣ депешъ отъ дуговыхъ передатчиковъ и удастся получить звукъ, похожій на звукъ сфлейты, но тонъ біенія не даетъ въ этомъ случаѣ такого музыкальнаго тона, котораго можно достигнуть при приемѣ станціи, работающей альтернаторомъ высокой частоты. Дуговой генераторъ, изображенный на черт. 201, могъ бы быть замѣненъ альтернаторомъ высокой частоты малой мощности или системой, возбуждаемой зуммеромъ, но предпочтеніе нужно отдать ге-

нератору, дающему естественно незатухающія колебанія.

Явленія, имѣющія мѣсто въ гетеродимѣ, изображенной на черт. 201, могутъ быть объяснены при помощи ряда кривыхъ, нанесенныхъ на черт. 202.

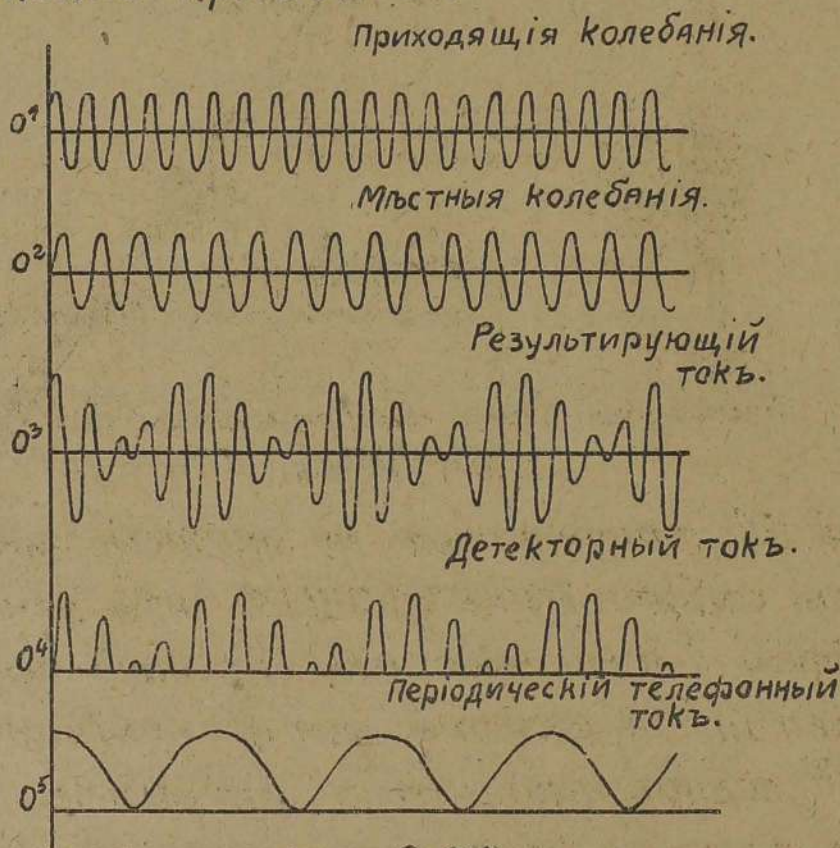


Примѣрная схема гетеродиноваго приемника.
Фиг. 201.

Колебанія O^1 , начерченныя на верхней линіи, представляютъ собою приходящія отъ данной станціи колебанія (пока мѣстный дуговой генераторъ не работаетъ), на второй линіи изображены колебанія O^2 , воспроизводимыя дуговыми генераторами и частота которыхъ ниже частоты приходящихъ колебаній. Третья кривая O^3 показываетъ результирующія бѣненія тока, вызванное взаимодействіемъ мѣстной частоты съ частотой приходящаго сигнала. Сила этого тока равна нулю въ тотъ моментъ, когда объ груп-

пы колебаній противоположны и достигаетъ максимальной величины, когда онѣ складываются или находятся въ одной фазѣ, частота же тока бѣненія численно равна разности между частотой приходящихъ колебаній и частотой мѣстнаго генератора.

Послѣдовательныя серіи бѣненій, выпрямленныя кристаллическимъ детекторомъ, принимаютъ форму кривой O^4 , на которой отрицательныя половины колебаній затушеваны, а положительныя остаются для дѣйствія на телефонъ, какъ показано кривой O^5 .



Фиг. 202.

Глава шестьдесятъ шестая.

Полученіе незатухающихъ колебаній при помощи усилителя.

608. Для того, чтобы описаннымъ способомъ

принимать сигналы, передаваемые при помощи незатухающих колебаний, необходимо устроить прибор, который давалъ бы въ съѣти пріемника незатухающія колебанія высокой частоты. Разберемъ теперь способъ полученія этихъ незатухающихъ колебаний. Нами уже былъ описанъ видъ пріемника - усилителя, въ которомъ можно получить въ цѣпи цилиндра усилителя колебанія высокой частоты. Въ предыдущихъ параграфахъ говорилось, что замкнутая колебательная цѣпь можетъ питаться колебательнымъ токомъ, полученнымъ въ цѣпи цилиндра - усилителя. Чтобы не усложнять изложенія, этотъ фактъ былъ приведенъ безъ объясненія всѣхъ подробностей явленій, происходящихъ въ цѣпи.

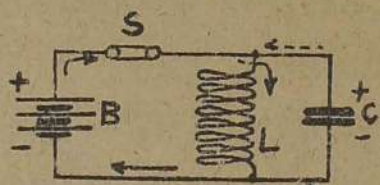
609. За этимъ исключеніемъ всѣ способы питанія цѣпи были основаны на принципѣ заряда конденсатора и разряда его черезъ колебательную цѣпь.

610. Имѣется, однако, еще другой способъ, который гораздо больше подходитъ къ характеристикѣ усилителя и который примѣняется въ зуммерѣ для настройки, именно: пропускаютъ токъ черезъ витки самоиндукціи колебательной цѣпи, отчего этотъ токъ колеблется.

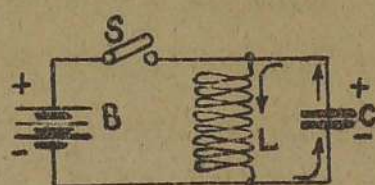
611. Возьмемъ случай колебательной цѣпи, какъ показано на черт. 203, состоящей изъ конденсатора C и самоиндукціи L и присоединимъ эту цѣпь къ батарее B черезъ выключатель S . Нами было объяснено, что случится, если Э. Д. С. прилагается къ цѣпи, состоящей изъ конденсатора

и самоиндукціи, соединенных ПОСЛѢДОВАТЕЛЬНО съ приложенной Э. Д. С. Однако, въ этомъ случаѣ самоиндукція и конденсаторъ соединяются ПАРАЛЛЕЛЬНО съ приложенной Э. Д. С., такъ что во время разряда, т. е. пока выключатель замкнутъ, результатъ будетъ совсѣмъ иной.

612. Прежде всего отъ замыканія выключателя зарядится конденсаторъ С. Если предположимъ, что самоиндукціей проводовъ отъ батареи можно пренебречь, то этотъ токъ будетъ только мгновененъ и конденсаторъ зарядится до Э. Д. С. равной Э. Д. С. батареи. Затѣмъ токъ пойдетъ черезъ катушку, постепенно усиливаясь, вслѣдствіи самоиндукціи послѣдней и будетъ продолжать усиливаться (до определенной величины, зависящей отъ сопротивленія цѣпи и отъ приложенной Э. Д. С.) пока будетъ замкнутъ выключатель. Очевидно, что пока существуютъ эти условія, конденсаторъ останется заряженнымъ до Э. Д. С. равной Э. Д. С. батареи. После известнаго промежутка времени разомкнемъ выключатель S, какъ показано на черт. 204, тогда благодаря мгновенному дѣйствию самоиндукціи токъ будетъ продолжать течь въ томъ же самомъ



фиг. 203.



фиг. 204.

направленіи, какъ и раньше.

613. Ясно, что разность потенциаловъ на зажимахъ конденсатора не имѣетъ болѣе поддержки Э. Д. С.

батареи, а такъ какъ эта разность потенціаловъ на моментъ дѣйствуетъ въ томъ же самомъ направленіи, какъ и Э.Д.С. батареи постольку, поскольку это касается тока въ самоиндукціи, то токъ, проходящій по самоиндукціи, послѣ того, какъ выключатель разомкнутъ, будетъ короткое время усиливаться, пока не разрядится конденсаторъ.

614. Однако очень скоро конденсаторъ окажется разряженнымъ и немедленно возникнетъ обратная Э.Д.С. противоположная току, протекающему по самоиндукціи. Эта Э.Д.С. уменьшается въ то время, когда разность потенціаловъ на зажимахъ конденсатора возрастетъ въ обратномъ направленіи. Когда токъ прекратится, то разность потенціаловъ конденсатора достигнетъ своего максимальнаго значенія, но будетъ обратнаго знака, такъ что токъ возникнетъ въ обратномъ направленіи. Въ этотъ моментъ условія въ колебательной цѣпи совершенно тѣ же, что и въ § 257. Эти колебанія будутъ существовать до тѣхъ поръ, пока вся энергія не израсходуется на преодолѣніе сопротивленія и на другія потери въ цѣпи.

615. Общая величина запасенной энергіи въ теченіи времени, пока батарея была замкнута, будетъ равна суммѣ двухъ величинъ: 1) заряду конденсатора, зависящему отъ емкости и напряженія, до котораго онъ былъ заряженъ батареей, $E = CV^2$ и во 2) заряду катушки, зависящему отъ самоиндукціи катушки и тока, протекающаго черезъ нее, $E = Li^2$.

616. Поэтому очевидно, что чѣмъ больше Э.Д.С.

батареи, тѣмъ больше величина энергіи, накопленной въ колебательной цѣпи, въ данный промежутокъ времени, т.к. не только энергія, отданная конденсатору, возрастетъ прямо пропорціонально квадрату Э.Д.С., приложенной къ нему, но также и токъ, протекающій черезъ самоиндукцію, будетъ возрастать прямо пропорціонально, приложенной Э.Д.С., и поэтому токъ достигнетъ большаго значенія въ данный промежутокъ времени, чѣмъ пока батарея включена въ колебательную цѣпь.

617. Это происходитъ въ пріемникѣ усилителя, описанномъ въ предыдущихъ параграфахъ и изображенномъ на черт. 185. Батарея цилиндра В, которая питаетъ колебательную цѣпь цилиндра, занимаетъ мѣсто батареи В, приложенной къ колебательной цѣпи, изображенной на черт. 204 и съетка С на черт. 185 изображаетъ выключатель S на черт. 204.

618. Въ случаѣ пріемника, съетка замыкаетъ и размыкаетъ цѣпь, какъ уже показали, подъ дѣйствіемъ тока, принимаемаго антенной. Поэтому достаточенъ ОТДѢЛЬНЫЙ ИМПУЛЬСЪ ТОКА въ правильномъ направленіи въ антенну, чтобы вызвать группу затухающихъ колебаній въ цѣпи цилиндра, какъ показано на черт. 188.

Но если антенной будетъ принятъ не отдѣльный толчекъ тока, а группа колебаній, то дѣйствіе ихъ на съетку выразится въ томъ, что они заставятъ ее открываться и закрываться нѣкоторое число разъ въ быстрой послѣдовательности соотвѣтственно частотѣ принимаемыхъ колебаній, то есть, именно

въ тѣ моменты, когда принимаемая колебанія уменьшаются отрицательный зарядъ на съткѣ.

619. Итакъ, если частота колебаній въ цѣпи цилиндра, (которую можно измѣнить, подбирая соответственнымъ образомъ самоиндукцію и емкость) будетъ точно совпадать съ частотой принимаемыхъ колебаній, то для того чтобы усилить эти колебанія, сътка будетъ въ нужный моментъ сама автоматически включать батарею. Такимъ образомъ отдѣльный импульсъ, дѣйствующій въ цѣпи сътки, вызоветъ сильно затухающій колебательный токъ въ цѣпи цилиндра, подобный показанному на черт. 188. Колебательный же токъ, дѣйствующій въ цѣпи сътки вызоветъ въ цѣпи цилиндра гораздо болѣе продолжительный рядъ колебаній (см. черт. 189), при условіи конечно, что послѣдняя настроена въ резонансъ съ частотой колебаній воздушной съти.

620. Итакъ очевидно, что если постоянно поддерживать колебанія въ цѣпи сътки, то въ нужные моменты она будетъ все время включать и выключать батарею и тѣмъ усиливать токъ въ колебательной цѣпи цилиндра, при чемъ въ ней будутъ все время поддерживаться незатухающія колебанія.

621. Заставляя дѣйствовать получаемыя въ цѣпи цилиндра колебанія въ свою очередь обратно на сътку или на воздушную съть, можно достигнуть того, что возникшія въ послѣдней отъ приходящихъ волнъ, затухающія колебанія будутъ поддерживаться сколько угодно долго при помощи простого лишь увеличенія или уменьшенія связи

между реактивной катушкой и катушкой воздушной сѣти.

622. Итакъ, если связь реактивной катушки подобрать такимъ образомъ, что она будетъ соответствовать этимъ условіямъ, то несомнѣнно, что первый же колебательный импульсъ, сообщенный цѣпи сѣтки, заставитъ всю систему придти въ колебаніе, при этомъ безъ всякаго дальнѣйшаго участія воздушной сѣти (см. § 618).

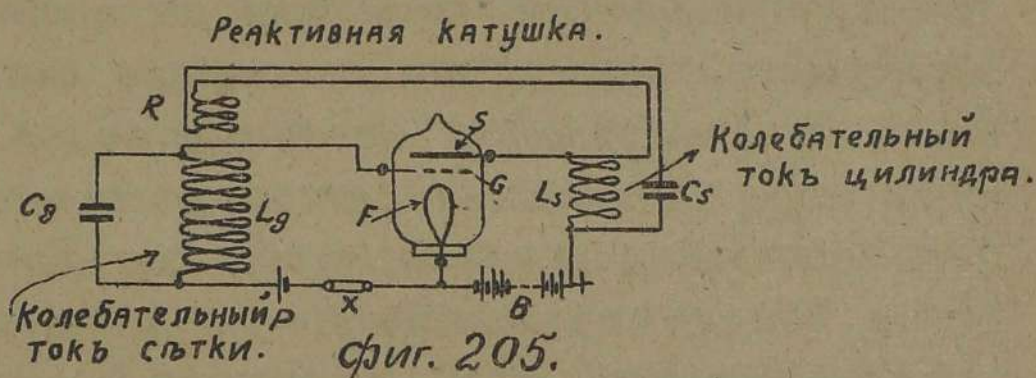
Отсюда ясно, что задача полученія незатухающихъ колебаній высокой частоты для обнаруженія волнъ съ постоянной амплитудой, рѣшается весьма просто съ помощью только что описаннаго способа интерференціи или бѣеній. Остается теперь только обсудить какимъ образомъ лучше всего примѣнять подобный генераторъ незатухающихъ колебаній.

623. Прежде всего рассмотримъ дѣйствіе простѣйшаго вида усилительной лампочки (см. черт. 205).

624. Со стороны сѣтки нашей усилительной лампочки имѣется колебательная цѣпь, состоящая изъ конденсатора C_g и катушки самоиндукціи L_g . Со стороны же цилиндра у насъ имѣется другая колебательная цѣпь, состоящая изъ конденсатора C_s , самоиндукціи L_s и реактивной катушки R , связанной индуктивно съ колебательной цѣпью сѣтки.

625. Всей этой системѣ энергія доставляется батареей B , которая питаетъ во-первыхъ колебательную цѣпь $C_s L_s R$, подобно тому, какъ описано въ §§ 611 по 616 и во вторыхъ колебательную цѣпь $C_g L_g$ при помощи магнитной индукціи реактивной катушки R .

626. Батарея потенциометра P совершенно не доставляет энергии в колебательную цепь, ее назначение заключается только в том, что она дает сетку соответствующую величину первоначального потенциала. Энергия в колебательной цепи сетки, может быть весьма незначительна, т.к. она должна только изменять в достаточно широких пределах потен-



циаль сетки, это даст возможность достаточно большому количеству тока идти от батареи B и тем поддерживать колебания в колебательной цепи цилиндра. С другой стороны весьма желательно, чтобы величина энергии в колебательной цепи цилиндра была бы несколько возможно большей. Это является необходимым как для работы телефонов, описанных в предыдущих параграфах, так и для питания возбужденной воздушной сетки, о чем мы укажем впоследствии. Кроме того, часть этой энергии расходуется на поддержание колебаний в цепи сетки.

627. Если наши две цепи настроены в резонанс и если реактивная катушка связана достаточно сильно с колебательной цепью сетки, то, как говорилось, достаточно весьма небольшого

измѣненія потенціала сѣтки для того, чтобы заставить всю систему начать колебаться. Если разомкнуть выключатель X , то тогда сѣтка окажется заряженной отрицательно согласно парагр. 547. Этот зарядъ ея можно назвать натуральнымъ — это значитъ, что потенціалъ ея какъ разъ таковъ благодаря ему, что задерживается всякое прохожденіе тока по щѣпи цилиндра. Если же теперь быстро замкнуть выключатель X , то измѣненіе силы тока въ щѣпи цилиндра, зависящее отъ того, что потенціалъ сѣтки измѣнился отъ натуральной величины до той величины, на которую установлена батарея потенциометра, будетъ вполне достаточно, чтобы заставить всю систему придти въ колебаніе.

628. Для того, чтобы избѣжать всякаго недоразумѣнія, рассмотримъ характеръ каждаго изъ токовъ, протекающихъ въ различныхъ частяхъ щѣпи усиленной лампочки.

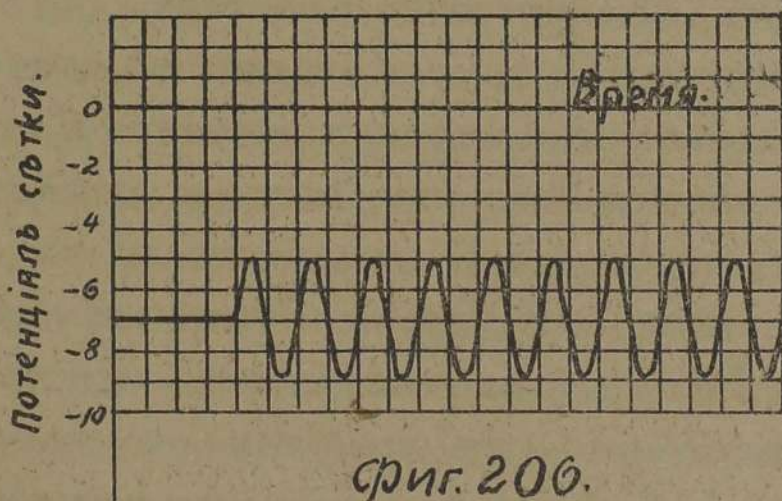
Рассмотримъ сперва колебательную щѣпь сѣтки. Оказывается, что по ней проходятъ слабые колебательные токи, идущіе черезъ самоиндукцію L_d и конденсаторъ C_d . Эти колебанія заряжаютъ конденсаторъ C_d и тѣмъ вызываютъ нѣкоторую разность потенціаловъ между сѣткой G и нитью F . Разность потенціаловъ все время смѣняется отъ максимальнаго значенія въ данный моментъ до минимальнаго въ слѣдующій. Среднее значеніе потенціала сѣтки будетъ зависеть отъ величины потенціала, приложеннаго къ потенциометру. Однако максимальныя и минимальныя величины этого потенціала или вѣрнѣе амплитуды,

измѣненнаго потенціала сѣтки, будутъ зависѣть отъ величины энергіи, доставляемой цѣпью цилиндра, т.е. опредѣляется величиной связи между самоиндукціей цѣпи сѣтки L_s и реактивной катушки R .

629. Итакъ, если связь въ данномъ приборѣ будетъ устроена такъ, что потенціалъ конденсатора C_s будетъ измѣняться отъ положительнаго до отрицательнаго максимума въ предѣлахъ напряженія въ 2 вольта въ обѣ стороны нулевого значенія, то тогда потенціалъ сѣтки будетъ также измѣняться на 2 вольта въ обѣ стороны отъ начальнаго потенціала, доставляемаго потенциометромъ.

На черт. 206 изобразили синусоидальное измѣненіе потенціала сѣтки, предположивъ, что амплитуда этихъ измѣненій будетъ въ 2 вольта и начальнѣй потенціалъ, доставляемый потенциометромъ, будетъ 7 вольтъ.

630. Возьмемъ теперь колебательную цѣпь цилиндра, въ ней имѣется сравнительно большой колебательный токъ, идущій черезъ самоиндукціи



L_s и R и черезъ конденсаторъ C_s . Этотъ токъ, какъ го-

ворилось, поддерживается тѣмъ токомъ, который образуется подъ дѣйствиємъ сѣтки въ цѣпи батареи. Въ теченіе весьма короткихъ промежутковъ времени въ моментъ каждаго изъ колебаній изменение потенциала сѣтки дастъ возможность известному количеству тока пройти черезъ конденсаторъ и черезъ катушку самоиндукціи колебательной цѣпи цилиндра. Токъ этотъ, проходя все время въ одномъ направленіи, поддерживаетъ эти колебанія съ определенной величиной амплитуды. Максимальная величина тока въ колебательной цѣпи цилиндра можетъ быть во много разъ больше величины тока, доставляемаго батареей. Это зависитъ отъ дѣйствія двухъ силъ: 1) Отъ величины энергіи, доставляемой цѣпи батареей цилиндра въ теченіе каждаго колебанія и 2) отъ величины энергіи, расходуемой въ колебательной цѣпи за каждые полъ-періода. Чѣмъ меньше расходуется энергіи, тѣмъ больше будетъ максимальная величина этого колебательнаго тока при определенномъ данномъ количествѣ энергіи.

631. Величина силы тока, которая можетъ быть получена въ цѣпи весьма ограничена. Для каждой данной лампочки она вполне определена и зависитъ отъ условій, изложенныхъ въ парагр. 540, т.е. отъ того, что только определенное количество электроновъ можетъ быть использовано. Это число, впрочемъ, въ некоторомъ отношеніи зависитъ отъ Э.Д.С. батареи цилиндра V (см. парагр. 616). Въ практическихъ случаяхъ

можно принять, что величина силы тока для данной лампочки в цепи ее цилиндра прямо пропорциональна Э.Д.С. батареи цилиндра. Иначе говоря, если Э.Д.С. этой батареи увеличить вдвое, то вдвое увеличится и сила тока, идущая через колебательную цепь цилиндра.

632. Существует два случая, когда усилительная лампочка применяется с успехом: 1) прием незатухающих колебаний способом „интерференции“ или „биений“, 2) передача незатухающих колебаний или постоянных волн.

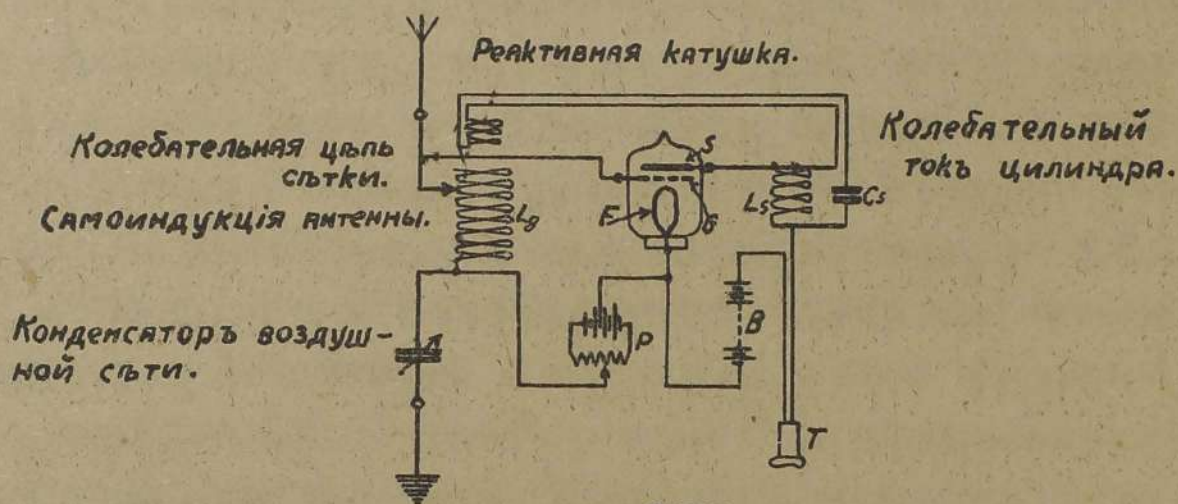
Глава шестьдесят седьмая.

Применение усилительной лампочки для приема незатухающих колебаний.

633. Если читатель вполне уяснил себе все изложенное в предыдущих параграфах относительно действий усилительных лампочек, то ему не трудно будет проследить слѣдующий способ применения ее для приема сигналов, передаваемых при помощи незатухающих колебаний.

634. Предположим, что в данной схеме, черт. 205, заменим конденсатор колебательной цепи стьки C_d через воздушную стьть и заземление (черт. 207): Тогда, какъ говорилось, в воздушной стьти появятся слабыя незатухающія колебанія, если только наши цепи будутъ соответственно подобраны и если колебательная цепь цилиндра будетъ настроена в резонансъ съ колебательной цепью стьтки (т.е. теперь цепью воздушной стьти). В колебательной цепи цилиндра также

появятся при этомъ сравнительно мощныя незату-
хающія колебанія.



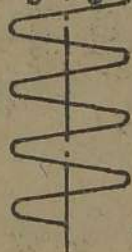
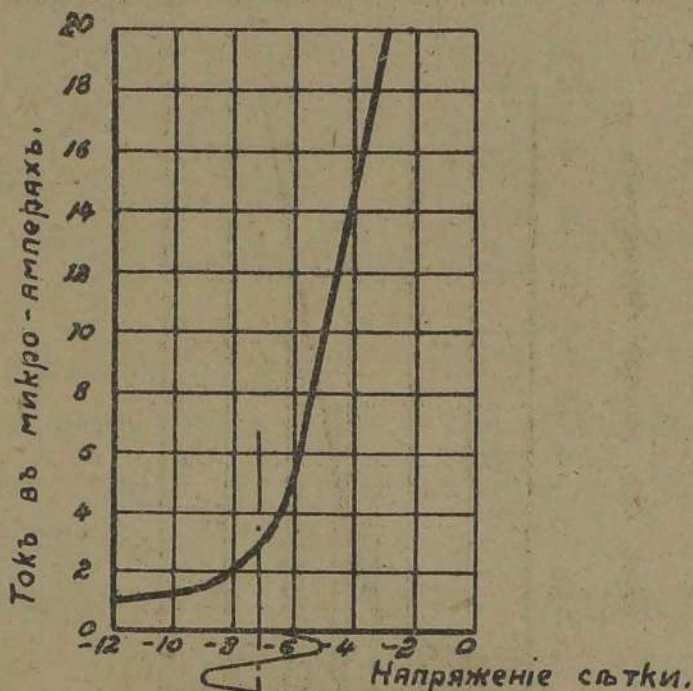
Фиг. 207.

635. Если при помощи потенциометра довести начальный потенциал сътки до -7 вольтъ (см. кривую на черт. 208) и если подобрать связь реактивной катушки такимъ образомъ, что амплитуда напряженія сътки будетъ, положимъ -2 вольтъ (см. нижнюю синусоидальную кривую черт. 208), то тогда, хотя токъ колебательной цѣпи цилиндра будетъ колебательнымъ, все же токъ, доставляемый батареей, т.е. токъ въ точку T будетъ неизмѣннаго направленія и будетъ съ большей частотой измѣняться въ предѣлахъ отъ $1,5$ микро-ампера до 10 микро-амперовъ, что можно легко видѣть изъ кривой. Итакъ, если включить пару телефоновъ между батареей и колебательной цѣпью цилиндра, то діафрагма телефоновъ будетъ все время отклоняться соотвѣтственно силѣ протекающаго тока, т.е. соотвѣтственно :

$$\frac{1,5 + 10}{2} = 6\text{-ти микро-амп. (прибл.)}$$

За исключеніемъ ² перваго треска звукъ при этомъ

въ телефонъ совершенно не появится.

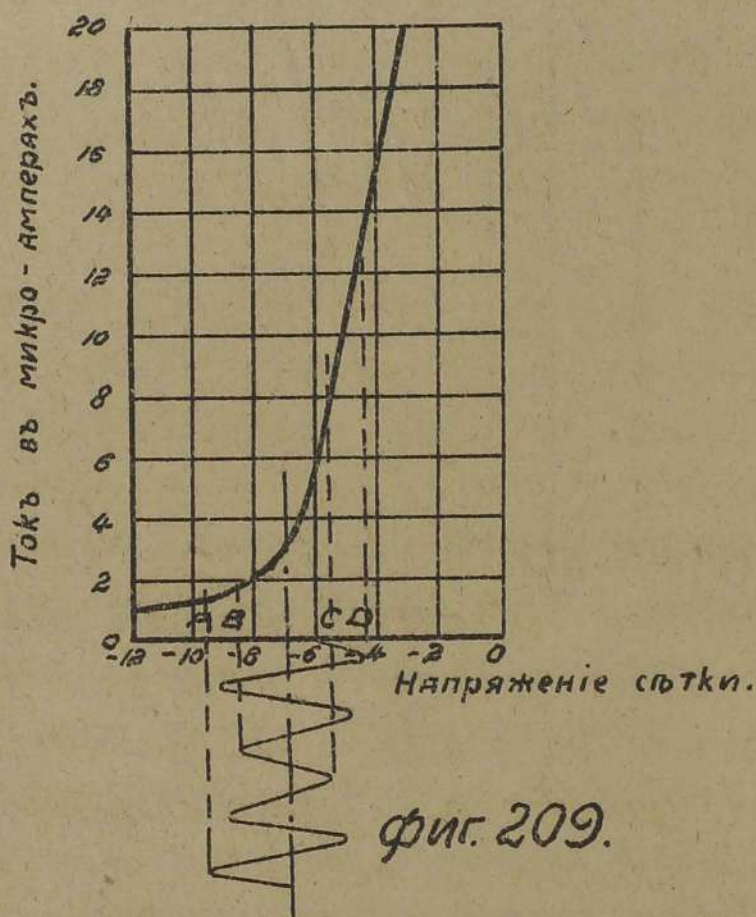


фиг. 208.

636. Если теперь родъ колебаній будетъ воспринять воздушной сѣтью при амплитудѣ, положимъ въ 0,25 вольтъ и если ихъ частота будетъ незначительно отличаться отъ частоты колебаній, возбуждаемыхъ нами въ сѣти, то они будутъ измѣнять, какъ уже говорилось, амплитуду этихъ колебаній въ предѣлахъ отъ максимума въ 2,25 вольта до минимума въ 1,75 вольта (см. парагр. 590-606 кривую бѣненій внизу подъ черт. 209).

Въ результатѣ среднее значеніе силы тока, проходящаго черезъ телефонъ, будетъ измѣняться все время отъ максимальнаго значенія въ $\frac{3+13}{2} = 8$, до минимальнаго въ $\frac{3+7}{2} = 5$.

Въ телефонъ появится звукъ или музыкальный тонъ, по силъ соответствующей разности между 8 и 5. Частоту этихъ измѣненій, отъ которой зависитъ



высота тона, принимаемой ноты можно сдѣлать любой, по желанію измѣняя только для этого длину волнъ искусственныхъ колебаній (см. параграфъ 601). Для этой цѣли конденсаторъ цѣпи цилиндра C_5 дѣлается переменнымъ. Настройка же воздушной сѣтки, т.е. цѣпи сѣтки производится или при помощи переменнаго конденсатора или же измѣненіемъ числа витковъ самоиндукціи.

637. Очевидно, что для приѣма работы незатухающимъ колебаніемъ отдаленныхъ станцій необходимо настроить колебательную цѣпь цилинд-

дра почти на ту же самую длину волны, на которую настроена воздушная съть, въ противномъ случаѣ вся система прекратитъ свои колебанія. Однако, для того, чтобы получить біеніе, все же цѣпь воздушной съти должна быть настроена на немного иную длину волны по сравненіи съ длиной волнъ, приходящихъ сигналовъ.

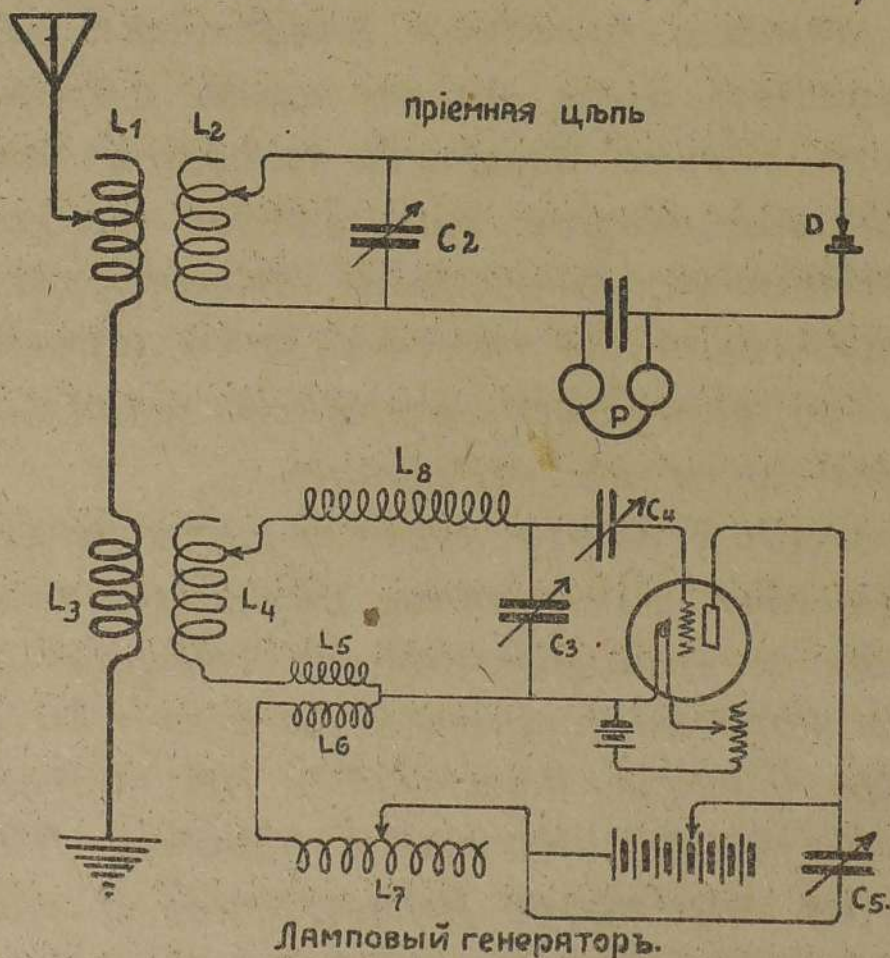
638. При приѣмъ, наибольшая чувствительность системы зависитъ вовсе не отъ полученія наибольшей силы тока въ телефонъ, но отъ полученія наибольшаго измѣненія силы тока, протекающаго черезъ телефонъ подъ дѣйствіемъ принимаемыхъ колебаній.

Очевидно, что вовсе нѣтъ необходимости получать незатухающія колебанія наибольшей силы, ни въ воздушной съти, ни въ цѣпи цилиндра. Нужно просто только получить колебанія такой силы, чтобы наименьшее, вызываемое приходящими колебаніями, измѣненіе амплитуды этихъ колебаній вызывало бы максимальное измѣненіе силы тока, протекающаго въ цѣпи цилиндра, а слѣдовательно и въ телефонъ.

639. Очевидно, что это происходитъ тогда, когда приходящими сигналами образуются максимальная и минимальная амплитуды результирующихъ колебаній, иными словами — когда амплитуды біеній падаютъ на самую отвѣсную часть кривой своей положительной частью колебаній и на самую отлогую часть своей отрицатель

НОЙ СТОРОНОЮ. Намъ будетъ легче всего понять это, если обратимся вновь къ черт. 209. Амплитуда бiенiй положительной части изображается разстоянiемъ $C-D$, а отрицательной части — разстоянiемъ $A-B$ очевидно, что сила тока, получаемого въ телефонъ будетъ опредѣляться разностью между измѣненiемъ силы тока съ A до B и измѣненiемъ силы тока отъ C до D . Такимъ образомъ чѣмъ меньше измѣненiе отъ A до B и чѣмъ больше будетъ измѣненiе отъ C до D , тѣмъ сильнѣе будутъ сигналы.

640. Лампа какъ источникъ колебанiй высокой частоты. Если трехполюсная лампа связана, какъ изображено на черт. 210, соответ-



Фиг. 210.

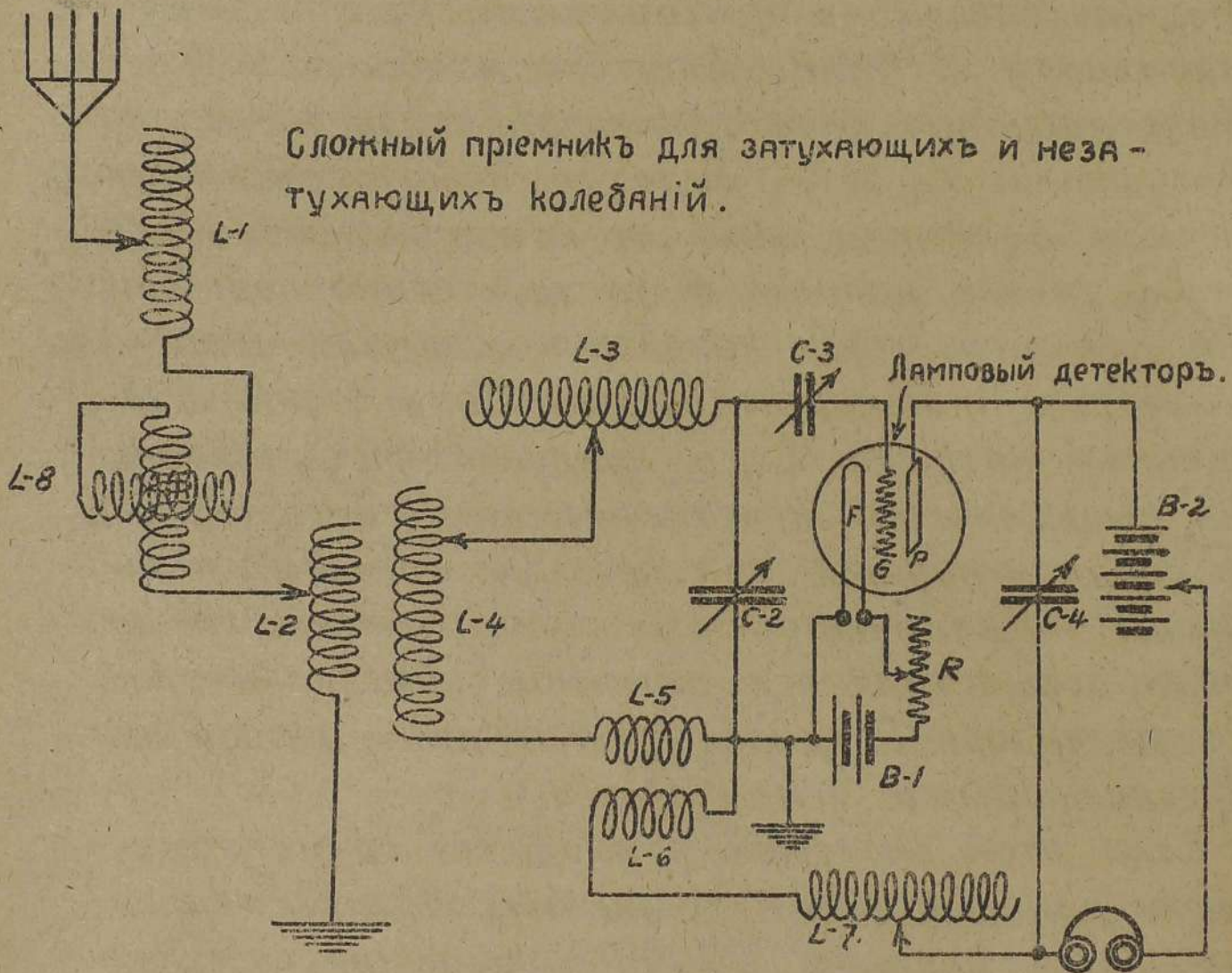
ствующими величинами самоиндукции катушек L_4, L_5, L_6, L_7 и емкость конденсаторов C_3, C_4 и C_5 , то через L_4 будут проходить колебания высокой частоты, период которых можно изменять главным образом при помощи конденсаторов C_3 и C_5 . Лампа, соединенная по этой схеме является генератором незатухающих колебаний, которые могут взаимодействовать с проходящими колебаниями, производя биеения. Для того, чтобы получить максимальную силу сигналов связь между катушками L_4 и L_3 берется некоторой критической величины, связь же между катушками L_5 и L_6 также должна быть тщательно подобрана для того, чтобы колебания обладали устойчивостью и непрерывностью. Ток биеения, сообщенный катушке L_2 и конденсатору C_2 приемника, выпрямляется кристаллическим детектором D и обнаруживается при помощи головного телефона P . Увеличение силы принимаемых сигналов, осуществляется замкнутой кристаллического детектора D одной трехполюсной лампой или трехламповым усилителем.

Если этой системой приходится принимать очень длинные волны, то самоиндукция L_7 и L_8 являются равными 90000 микрогенри каждая. Приемник, основанный на методъ биеений, оказалось возможным сконструировать с неизменяемыми по величину самоиндукциями. Желаемая частота в таких гетеродинах^{*}, получается при помощи конденсаторов переменной

^{*} Примечание: Действие гетеродина основано на взаимодействии в некоторой части приемника двух переменных токов различной частоты.

емкости.

641. Лампа, какъ сложный детекторъ, усилитель и пріемникъ по способу біеній. Увеличеніе дальности передачи за послѣднее время осуществилось благодаря примѣненію лампы, какъ сложнаго детектора и пріемника біеній. Одна изъ системъ этого типа изображена на черт. 211, приче́мъ относительно нея нужно замѣтить,



Фиг. 211.

что вторичная цѣпь L_4 , L_3 , C_2 и L_5 можетъ быть настроена въ резонансъ съ третичной

цѣпью L_6 , L_7 и C_4 и что въ моментъ доведенія нити при помощи реостата R до соответствующей степени накала, разрядъ конденсатора C_4 черезъ L_7 и L_6 создаетъ потокъ незатухающихъ колебаній, которыя передаются во вторичную цѣпь черезъ L_5 и L_6 . Такъ какъ лампа обладаетъ свойствами реле, то колебанія возвращаются обратно въ стѣтку (лампы) черезъ L_5 и L_6 и соответствующимъ образомъ усиливаются. Если теперь цѣпь антенны L_1 , L_8 и L_2 настроена въ резонансъ съ приходящими колебаніями, а вторичная и третичная цѣпи настроены на нѣсколько отличную отъ нея частоту колебаній, то во вторичной цѣпи получается бѣненіе тока, которое усиливается въ мѣстной телефонной цѣпи зарядомъ, сообщеннымъ стѣткѣ. Приходящія колебанія, согласно объясненію „Armstrong'a", какъ обыкновенно передаются изъ цѣпи антенны во вторичную цѣпь, отсюда благодаря способности лампы на повтореніе колебаній, онѣ передаются въ третичную цѣпь, связанную со вторичной катушкой связи L_5 и L_6 и здѣсь усиливаются; въ то же время лампа возбуждаетъ мѣстныя колебанія. Одновременно съ этимъ взаимодействіемъ мѣстныхъ колебаній съ приходящими колебаніями создаетъ бѣненія, которыя проявляются въ поперебномъ возрастаніи и уменьшеніи амплитуды колебаній во всей системѣ.

Возрастаніе амплитуды колебаній въ стѣткѣ, увеличивается отрицательный зарядъ конденсатора стѣтки, вызывая уменьшеніе средней величины напряженія батареи.

B_2 , а поэтому и уменьшение силы телефонного тока, зато уменьшение амплитуды мѣстныхъ колебаній вызываютъ утечку нѣкоторой части заряда конденсатора съетки, вслѣдствіе чего сила телефонного тока увеличивается. Въ результатъ получается переменный токъ, частота котораго можетъ быть воспринята ухомъ и который практически оказывается простымъ гармоничнымъ токомъ.

Работа и настройка. Настройка вторичной и третичной цѣпей на длину волны отъ 6000 до 10000 метровъ выполняется преимущественно конденсаторами C_2 и C_4 . Для полученія въ телефонъ максимальнаго звука связь между L_5 и L_6 также должна быть тщательно подобрана. Кроме того необходимо отрегулировать напряжение батареи B_2 , которая обыкновенно измѣняется въ предѣлахъ отъ 50 до 150 вольтъ въ зависимости отъ типа принимаемой лампы. Варіометръ L_8 является важной частью цѣпи антенны и служитъ для измѣненія ея естественной частоты. Онъ допускаетъ точный выборъ величины самоиндукціи, который осуществляется многополюснымъ переключателемъ, а также позволяетъ измѣнять частоту біеній тока. Онъ облегчаетъ предварительную настройку приемника, если имѣется возможность пользоваться точнымъ волномѣромъ. Волномѣръ, шунтированный цѣпью зуммера, индуктивно связывается съ землянымъ проводомъ антенны и сигналы, посылаемые имъ волной определенной длины, регистрируются приемными аппаратами. Такимъ

образомъ можно произвести калибровку и избѣ-
 жать работы на ощупь. Впрочемъ, если соблюдать
 нѣкоторыя предосторожности, то приемникъ не труд-
 но настроить въ резонансъ съ передатчикомъ не-
 затухающихъ колебаній безъ помощи волномѣ-
 ра. Для этого прежде всего связь между катуш-
 ками L_5 и L_6 дѣлается слабой. L_4 наполовину
 вдвигается въ L_2 , а самоиндукція катушки L_7 обык-
 новенно берется максимальной величины. Емкость
 конденсаторовъ C_2 и C_4 измѣняется одновремен-
 но до тѣхъ поръ, пока въ головномъ телефонѣ
 не послышится особенный „жужжащій“ звукъ.
 Это показываетъ на то, что во вторичной и мѣ-
 стной телефонной цѣпи происходятъ колебанія
 близкія къ резонансу.

Было найдено, что лампа, неимѣющая макси-
 мального разряженія, производитъ колебанія въ
 точку, лежащей значительно ниже характерис-
 тической точки „голубого блеска“. Съ другой
 стороны лампа съ сильнымъ разряженіемъ это-
 го блеска не даетъ, какое бы не было приложе-
 но къ ней напряженіе. При этомъ типъ лампъ
 предѣль соответствующій настройкѣ опредѣ-
 ляется путемъ опыта.

Теперь мы можемъ результировать полную
 настройку приемниковъ этого типа слѣдую-
 щимъ образомъ: цѣпь антенны настраивает-
 ся въ резонансъ съ приходящей волной, но вто-
 ричная и третичная цѣпи приводятся въ со-
 стояніе колебаній, частота которыхъ слегка
 отличается отъ частоты приходящихъ колеба-

ній. Вслідствие взаємодїї токовъ получаютъ токи біенія, находящіеся въ границахъ слышимости, приче́мъ тотъ звукъ, воспроизведенный головнымъ телефономъ, можно измѣнять въ широкихъ предѣлахъ. Манипуляція аппаратами при приѣмѣ незатухающихъ колебаній показываетъ, что измѣненіе переменныхъ величинъ (катушекъ или конденсаторовъ) одной изъ сосѣднихъ цѣпей приѣмника по достиженіи точной настройки вызываетъ соответствующее измѣненіе тока. Во время первоначальной настройки и послѣ нея тѣло радіотелеграфиста должно быть удалено отъ концовъ катушекъ настройки, находящихся подъ высокимъ потенціаломъ на возможно большее разстояніе; въ противномъ случаѣ цѣпи могутъ быть не настроены въ резонансъ и сигналы исчезнуть. При помощи аппаратовъ вышеописаннаго типа въ центральной части Нью-Йорка удавалось услышать сигналы отъ передающей станціи въ Гонолулу, находящейся отъ Нью-Йорка приблизительно на разстояніи 6500 миль.

Экспериментально испитанныя данныя подобной установки, допускающей приѣмъ волны въ 10000 метровъ, имѣють слѣдующія значенія и размѣры, которые мы приведемъ, пользуясь схемой фиг. 211 : батарея высокаго напряженія V_2 , состоитъ изъ 50-100 маленькихъ освѣтительныхъ элементовъ, которые въ случаѣ надобности можно вводить группами по три. Батарея накала V обыкновенно не даетъ больше 4 вольтъ, хотя были сконструированы лампы съ нитью на 12

вольтъ. Сопротивленіе реостата R можно измѣ-
нять въ предѣлахъ отъ 10 до 20 омъ. Важно, что-
бы онъ обладалъ достаточной чувствительностью.

Катушка самоиндукціи L_7 мѣстной телефонной
цѣпи имѣетъ 36 дюймовъ въ длину и $5\frac{1}{2}$ дм.
въ діаметръ, она плотно намотана проволокой
 $0,37$ м/м. Катушка L_6 имѣетъ длину въ 6 дм.
и діаметръ въ 6 дм. и намотана проволокой
ССС № 26. Катушка L_5 имѣетъ также длину
6 дм., діаметръ въ $5\frac{1}{2}$ дм., такъ что связь меж-
ду ней и катушкой L_6 можно измѣнять. Катуш-
ку лишь въ рѣдкихъ случаяхъ приходится
всю вдвигать въ катушку L_5 , но онѣ должны
быть такъ собраны, чтобы связь между ними
можно было измѣнять въ нужныхъ границахъ.
Катушка L_5 обмотана проволокой $0,45$ м/м.

Вторичная обмотка пріемника L_4 имѣетъ длину
въ 14 дм. и ширину въ 5 дм. и обмотана проволокой
 $0,37$ м/м. Вторичная катушка нагрузки L_3 имѣетъ
тѣ же размѣры, что и катушка L_7 , причемъ и
та и другая могутъ быть намотаны на обыкно-
венную трубку изъ картона.

Максимальная емкость вторичнаго конденса-
тора равна $0,0005$ микрофарадамъ, причемъ
этотъ конденсаторъ дѣлается такимъ образомъ,
чтобы нулевое положеніе его шкалы дѣйстви-
тельно соответствовало нулевой величинѣ его
емкости. Конденсаторъ съетки C_3 имѣетъ ту же
емкость, что и конденсаторъ C_2 . Оба конденса-
тора должны быть снабжены ручками, длина
которыхъ равнялась бы по крайней мѣрѣ

12 дм. для того, чтобы контакты цѣпи не изменялись тѣломъ радіотелеграфиста. Максимальная емкость конденсатора C_4 должна быть равной 0,002 микрофарадамъ.

Первичная обмотка L_2 имѣетъ діаметръ въ $5\frac{1}{2}$ дм. и длину въ 12 дм. и обмотана проволокой 0,55 mm . Нѣсколько затруднительно указать полные размеры антенной самоиндукціи L_1 , пока неизвѣстны величины емкости и самоиндукціи антенны, совместно съ которыми она дѣйствуетъ. Для приѣма антенной съ естественною длиной волны въ 450 метровъ длину этой катушки можно взять равной 28 дм., а діаметръ — $5\frac{1}{2}$ дм. и обмотать ее проволокой 0,71 mm . Отъ всѣхъ точекъ катушки, находящейся одна отъ другой на разстояніи 1 дм., должны быть сдѣланы отвьтвленія и присоединены къ контактамъ многополюснаго переключателя.

Отвьтвленія не должны идти къ переключателю въ видѣ пучка, но должны лежать возможно дальше другъ отъ друга.

642. Колебательныя лампы детекторныя цѣпи американскаго флота.

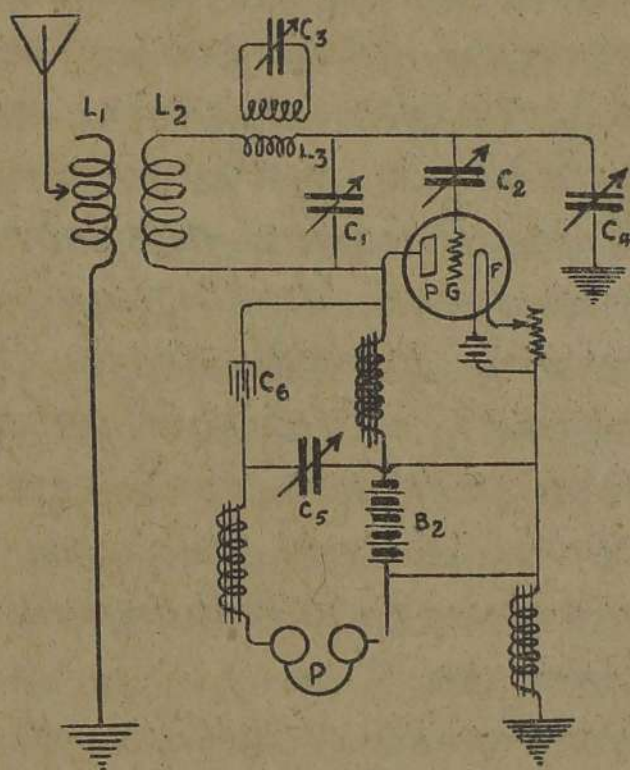
Въ протоколахъ Института Радиотелеграфныхъ Инженеровъ имѣется описаніе Д-ра Аустина видоизмѣненной ламповой системы, производящей бѣненія для приѣма незатухающихъ колебаній. Она является подобіемъ системы изобрѣтенной въ лабораторіи Морской и примѣняется на всѣхъ морскихъ станціяхъ С. Ш. Т. и ея колоній.

Обращаясь къ схемѣ изображенной на фиг. 212, нужно замѣтить, что существуетъ нѣкоторое сходство между этой системой и системой въ предыдущемъ параграфѣ, такъ какъ въ обоихъ получаются біенія тока путемъ воздействия мѣстнымъ возбужденнымъ колебаніямъ на входящую волну. Необходимо отмѣтить во первыхъ, что борны вторичной обмотки присоеди-

единяются предпочтительнѣе къ съткѣ и пластинкѣ лампы, чѣмъ къ съткѣ и нити, хотя второе соединеніе болѣе распространено; во вторыхъ, подробное разсмотрѣніе показываетъ, что вторичная и третичная цѣпи электро-

статически и электромагнитно связаны конденсаторомъ C_5 и относительно головнымъ телефономъ P .

Приходящія колебанія и конечный токъ частоты, воспринимаемые ухомъ, возвращаются въ сътку и усиливаются подобно тому, какъ это происходило въ вышеописанной системѣ. Въ то же время при правильномъ подборѣ емкостей конденсаторовъ C_5 , C_1 и C_2 лампа



Приемникъ употребляемый на всѣхъ радиостанціяхъ (морскихъ) въ Соед. Шт.

фиг. 212.

возбуждает мѣстныя колебанія, частота которыхъ опредѣляется постоянными вторичной и третичной цѣпей. Новой чертой этой системы является включеніе головного телефона скорѣе параллельно батарее B_2 , чѣмъ послѣдовательно съ ней; впрочемъ Д-ръ Аустинъ находитъ, что такое соединеніе приводитъ къ уменьшенію мѣшающаго дѣйствія атмосферныхъ разрядовъ. Важнымъ придаткомъ этой системы является такъ называемая цѣпь „усиленія чувствительности“ L_4 и C_3 .

Д-ръ Аустинъ предполагаетъ, что эта цѣпь уменьшаетъ амплитуду* мѣстныхъ колебаній и поэтому увеличиваетъ силу принимаемыхъ сигналовъ отъ 3 до 4 разъ. Она также позволяетъ ослабить связь между первичной и вторичной цѣпями системы и такимъ образомъ уничтожить интерференцію статическаго электричества.

Нѣсколько отличное, но болѣе точное объясненіе дѣйствія цѣпи „усиленія чувствительности“ далъ Арманронгъ. Согласно словамъ этого ученаго, съ того момента, какъ цѣпь съетки лампы приходитъ въ состояніе колебаній, частота которыхъ отлична отъ частоты приходящихъ колебаній, безваттное сопротивление этой цѣпи по отношенію къ мѣстнымъ колебаніямъ равно нулю, но ея безваттное сопротивление по отношенію къ приходящимъ колебаніямъ имѣетъ значительную

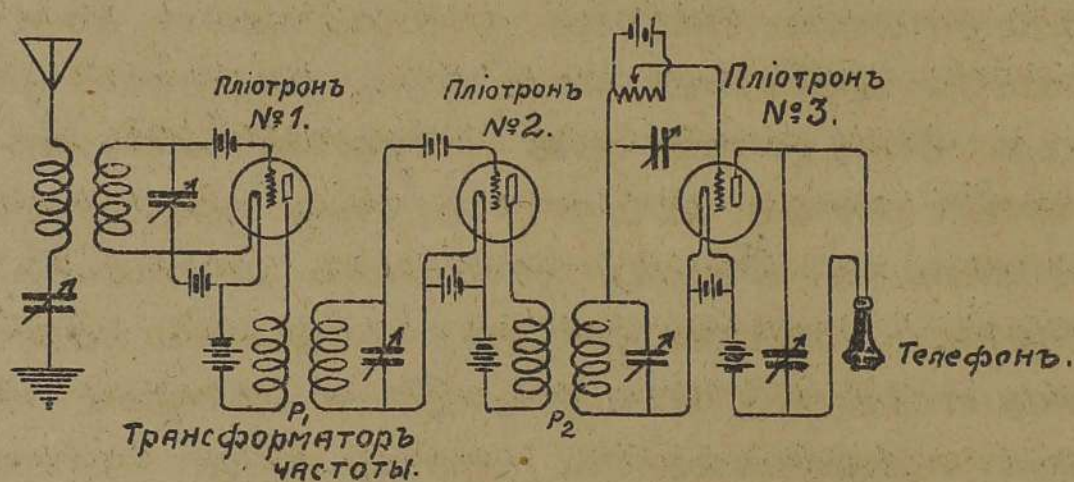
* Это замѣчаніе имѣетъ очень важное значеніе для работы гетеродичной, т. е. что амплитуда всѣхъ мѣстныхъ возбуждаемыхъ колебаній должна быть тщательно отрегулирована для достиженія максимальной силы приема.

величину и причиняетъ потери энергіи (что является слѣдствіемъ настройки первичной цѣпи и вторичной на различную длину волны).

Что же касается вліянія связи цѣпи съѣтки съ цѣпью „усиленія чувствительности“, то благодаря этой связи въ цѣпи съѣтки начинаютъ циркулировать два ряда колебаній, частоты которыхъ отличаются на 1000 - 1500 періодовъ. Заставляя систему, соответствующей настройкой, производить колебанія съ частотой равной одной изъ результирующихъ частотъ и подбирая другую равной частотѣ приходящихъ колебаній, можно добиться полученія нулевого значения безвѣдательнаго сопротивленія и соответственно увеличить силу принимаемыхъ сигналовъ. Ввиду сильныхъ разрядовъ атмосфернаго электричества, которымъ подвергались морскія станціи С. Шт. и которые не позволяли поддерживать между ними сношенія, оказалось необходимымъ присоединить съѣтку лампы къ землѣ черезъ маленькій конденсаторъ переменннй емкости. Дѣйствіе полнаго сопротивленія катушекъ съ желѣзными сердечниками для такой частоты, воспринимаемой ухомъ, не было объяснено. Нѣтъ надобности говорить о томъ, что цѣлый рядъ другихъ антеннъ, примененныхъ совместно съ лампой, также допускаетъ пріемъ незатухающихъ колебаній; большинство этихъ системъ съ такимъ же успѣхомъ можетъ быть использовано для пріема затухающихъ

колебаній, но какъ уже было замѣчено, съ дости-
женіемъ максимальнаго усиленія нарушается нор-
мальный тонъ искрового передатчика.

Усилительныя реле В.К.Э. Одинъ изъ
способовъ соединенія усилительныхъ реле, пред-
назначенныхъ прежде всего для увеличенія
амплитуды колебаній, частоты ко-
торыхъ воспринимаются ухомъ, изобра-
женъ на фиг. 213; этотъ методъ соедине-
нія особенно близокъ къ пліотрону В.К.Э.



Каскадное соединеніе электронныхъ реле системы В.К.Э.
фиг. 213.

Необходимо замѣтить, что нормальный конден-
саторъ цѣпи съти исключень изъ цѣпи всѣхъ
лампъ за исключеніемъ послѣдней. Колебанія
высокой частоты передаются изъ одной лампы
въ другую, въ послѣдней же онъ выпрямляют-
ся и такимъ образомъ дѣлаются слышными.
Каждая группа колебаній сообщаетъ зарядъ
конденсатору сътки, который дѣйствуетъ на
цѣпь батареи лампы №3, какъ реле (за вре-
мя дѣйствія серіи волнь); такимъ образомъ

каждая группа вызываетъ въ телефонъ одинъ звукъ, соответствующій каждой искрѣ удаленнаго передатчика. Описанное выше объясняетъ дѣйствіе этой цепи во время пріема затухающихъ колебаній и нужно сказать, что эта система повторенія колебаній высокой частоты допускаетъ значительную остроту настройки. Напримѣръ, если каждая изъ цепей настроена на входящіе сигналы, которые въ 20 разъ интенсивнѣе интерферирующихъ сигналовъ и если сверхъ того каждая лампа усиливаетъ нужные сигналы въ 10 разъ, то очевидно, что въ послѣдней лампѣ интерферирующіе сигналы практически исчезнутъ.

Схема изображенная на фиг. 213, можетъ быть примѣнена для пріема незатухающихъ колебаній, если третичную цепь лампы №3 шунтировать самоиндукціей и емкостью. Въ этомъ случаѣ усиленные входящіе колебанія будутъ взаимодействовать съ мѣстными, возбужденными колебаніями и какъ обыкновенно вызовутъ токъ біенія.

Учащіеся должны замѣтить, что источникъ постоянного тока лампъ, изображенныхъ на рис. 213, соединены послѣдовательно съ ихъ сътками и служатъ для сообщенія послѣднимъ опредѣленнаго потенціала, а такъ же, что третья лампа имѣетъ Э.Д.С., шунтированный конденсаторомъ сътки, который служитъ для предупрежденія чересмѣрнаго повышенія потенціала этой послѣдней. Эта предосторожность обыкновенно необходима въ случаѣ примѣненія

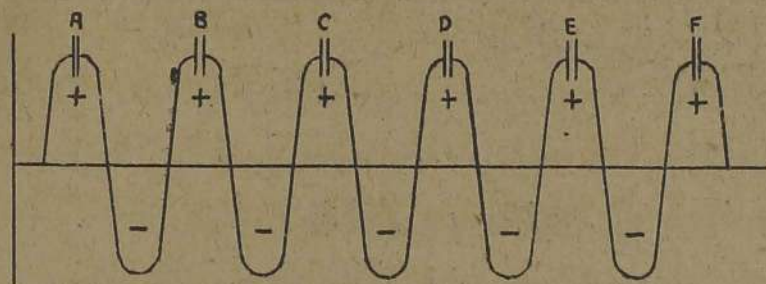
лампъ съ сильнымъ разряженіемъ. Изображенные на схемѣ трансформаторы высокой частоты P_1 и P_2 , шунтированы маленькими конденсаторами переменн-ной емкости, которыя служатъ для настройки трансформаторовъ цѣпей въ резонансъ.

643. Тональное колесо Гольдшмидта. Управление этимъ детекторомъ при приемъ незатухающихъ колебаній легче понять, если обратиться къ нѣкоторымъ фактамъ, имѣющимъ мѣсто при работѣ обыкновеннаго тиккера. Когда тиккеръ (периодически) прерываетъ вторичную цѣпь трансформатора приемника, настроенную на волну удаленнаго передатчика, то перерывы не происходятъ синхронно съ приходящими колебаніями. Поэтому блокировочный конденсаторъ получаетъ неравномерные заряды, которые временами могутъ быть восприняты отъ вторичнаго конденсатора въ моментъ максимальной его заряженности, а временами при меньшей величинѣ его заряда, такъ что въ телефонъ получается немзыкальный звукъ не особенно пріятный для уха.

Тональное колесо Гольдшмидта не имѣетъ этого дефекта, преобразуя приходящія колебанія въ тонъ, частота котораго можетъ быть воспринята ухомъ. Для иллюстрированія дѣйствія этого прибора предположимъ, что сигналы принимаются отъ мощной станціи въ „Tuckerton, New Jersey“, въ С.Шт., которая работаетъ волной въ 7400 метровъ, соответствующей частотѣ колебаній въ 40 540 периодовъ въ секунду. Если теперь включить въ цѣпь приемника вмѣсто обыкновеннаго тиккера особо скон-

струированный механический прерыватель цепи, дающий 40540 периодовъ въ секунду, то скажемъ, положительныя половины каждаго послѣдующаго периода будутъ прерваны у вершины, т.е. въ точкахъ А, В, С, D, Е фиг. 214, и въ телефонъ приемника проникнутъ лишь отрицательныя половины колебаній.

Такимъ образомъ черезъ телефонъ приемника будетъ проходить 40540 импульсовъ постоянного тока, но ввиду ихъ скорости онъ самы по себѣ не смогутъ вызвать колебаній, если конечно, токъ не будетъ появляться и снова исчезать. Если прерыватель сообщитъ такую скорость, чтобы онъ далъ напримѣръ 39540 перерывовъ, то въ результатъ получится явленіе, выражаемое кривыми

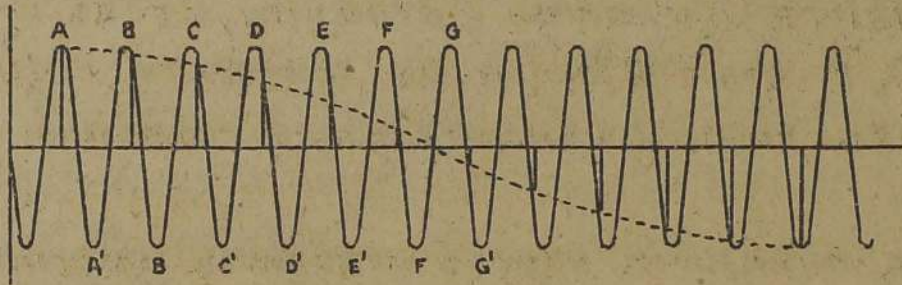


Фиг. 214.

фиг. 215 (безъ масштаба) и заключающійся въ слѣдующемъ: переменна А прервется непосредственно у вершины, переменна В — впереди и нѣсколько ниже вершины, переменна С еще дальше и ниже и т. д.

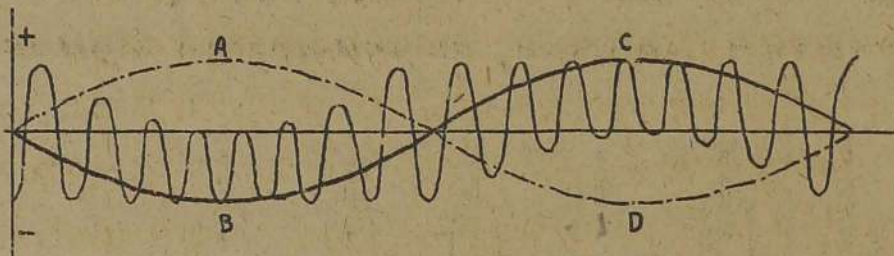
Когда положительная переменна прерывается у вершины, то въ головной телефонъ проникаетъ весь отрицательный токъ, когда же отрицательная

переменная прерывается у вершины, то въ телефонъ проникаетъ весь положительный токъ (обратите вниманіе также на рис. 215). Когда же



фиг. 215.

положительная переменная прерывается не у вершины, то въ телефонъ проникаетъ отрицательный токъ меньшей силы и положительный токъ



фиг. 216.

большой силы, такъ что въ результатъ съ приближеніемъ къ оси нулей (фиг. 215) произойдетъ уменьшеніе силы телефоннаго тока. Когда перерывъ входящихъ колебаній происходитъ у оси нулей, то въ телефонъ проникнутъ положительный и отрицательный токъ одинаковой силы (G и G', фиг. 215) и діафрагма телефона не отклонится. Такъ какъ перерывы будутъ продолжаться и за этой точкой, то въ телефонъ будетъ проникать токъ возрастающей силы до тѣхъ поръ, пока черезъ него не потечетъ весь положительный токъ. Такимъ обра-

зомъ ясно, что черезъ телефонъ потечеть токъ, частота котораго можетъ быть воспринята ухомъ, который будетъ равномерно возрастать, убывать и измѣнять направленіе съ частотой равной численной разности между числомъ перерывовъ тональнаго колеса и частотой приходящихъ колебаній. Звукъ получаемый въ телефонъ имѣеть музыкальный тонъ, который можно измѣнять въ предѣлахъ, соответствующихъ частотамъ въ 200-3000 періодовъ въ секунду.

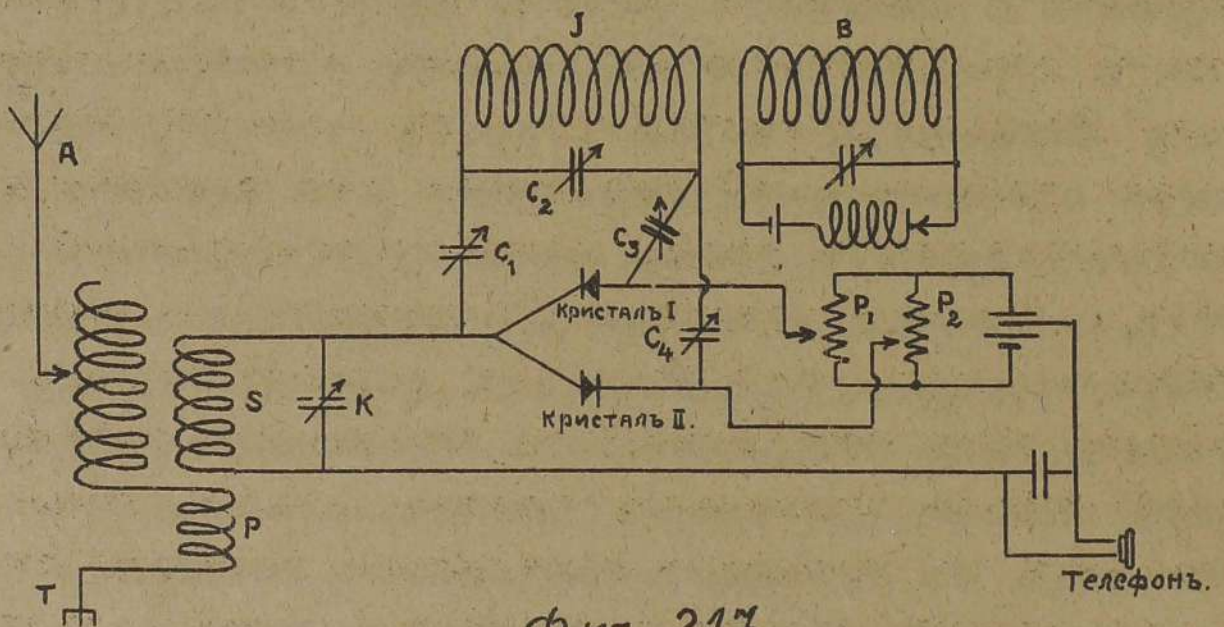
Перерывы положительныхъ и отрицательныхъ сторонъ приходящихъ колебаній изображены на рис. 216 (безъ масштаба) кривой А, Д, а амплитуда телефоннаго тока кривой В, С. Вершина пунктирной кривой соответствуетъ перерыву положительной перемѣны у ея вершины и какъ показываетъ вершина В слышимой частоты имѣеть въ этотъ моментъ отрицательное направленіе и максимальную силу. Вершина Д соответствуетъ моменту перерыва отрицательной перемѣны у ея вершины, а соответствующій этому моменту телефонный токъ, указанный вершиной С положителенъ и имѣеть максимальную силу. Во всѣхъ другихъ точкахъ кривой сила періодическаго телефоннаго тока будетъ меньше, измѣняясь пропорціонально посылаемымъ въ телефонъ тональнымъ колесомъ относительнымъ величинамъ положительнаго и отрицательнаго тока.

Для того, чтобы принять сигналы передатчика изъ Туккертона, работающаго нормальной длиной волны, зубчатому колесу прерывателя, имѣю-

щему 800 контактных сегментовъ пришлось бы сообщать скорость равную 3000 оборотовъ въ минуту. Это дало бы 39450 перерывовъ въ цепи приѣмника въ секунду и дало бы тонъ 1000.

Тональное колесо часто называется Трансформаторомъ частоты, т. к. оно механически преобразуетъ колебанія высокой частоты въ колебанія, воспринимаемыя ухомъ. Оно лучше обыкновеннаго тиккера прежде всего потому, что производитъ музыкальный звукъ, столь желательный для слухового приѣма и во вторыхъ оно преобразуетъ въ полезный звукъ большее количество энергіи приходящихъ колебаній, чѣмъ тиккера.

644. Система Маркони для приѣма незатухающихъ колебаній. Схема соединеній, изображенная на фиг. 217 представляетъ собою систему изо-



фиг. 217.

брътенную Маркони и „Round“ для приѣма незатухающихъ колебаній. Эта система, вообще говоря, состоитъ изъ основныхъ частей балансиру-

го приемника Маркони съ кристаллическимъ детекторомъ.

Если детектора №1 и №2, установленны независимо другъ отъ друга въ положеніе максимальной чувствительности, то дѣйствіе ихъ будетъ практически равно и прямо противоположно, такъ что въ результатъ въ головномъ телефонѣ не получится никакого звука. Если потенциометръ, скажемъ P_2 такъ установленъ, что детекторъ №2 не проводитъ сигналовъ, то они будутъ приняты съ ограниченной интенсивностью кристалломъ №1. Тѣмъ не менѣе сильные импульсы статическаго атмосфернаго электричества приведутъ оба кристалла въ состояніе одинаковой проводимости, вызывая въ большинствѣ случаевъ совершенно устраненіе интерференціи этого рода.

Для того чтобы сдѣлать эти аппараты способными принимать незатухающія колебанія, они снабжаются цѣпью J, C_1, C_2, C_3 и C_4 , на которую воздѣйствуютъ самоиндукціей зуммера B .

Напряженіе, которое прилагается къ J , измѣняетъ проводимость детекторовъ слѣдующимъ образомъ: детектора №1 и №2 устанавливаются въ положеніе противоположнаго дѣйствія обычнымъ порядкомъ, но напряженіе подбирается потенциометрами такой величины, чтобы система реагировала лишь на самые сильные сигналы. Если теперь цѣпь B настроена на очень короткую волну, то электромагнитная волна, индуктированная зуммеромъ, будетъ воздѣйствовать на оба кристалла короткими интервалами, дѣлая ихъ проводимы-

ми на короткіе промежутки времени и будетъ при этомъ соответствующимъ образомъ освобождать энергію, скопившуюся въ конденсаторъ К. Конденсаторъ К, конечно, постоянно заряжается незатухающими колебаніями, которыя индуктируются въ приѣмной антеннѣ. Если группы волнъ, посылаемыхъ зуммеромъ, имѣють періодъ слегка отличающимся отъ начальной частоты приходящихъ колебаній, то черезъ головной телефонъ потечеть токъ, частота котораго можетъ быть воспринята ухомъ. Напримѣръ, если частота приходящихъ колебаній равна 50000 періодовъ въ сек., а зуммеръ даетъ 49000 въ сек., то въ результатъ въ головномъ телефонѣ получится музыкальный звукъ съ частотою равной 1000 періодамъ въ сек. Эти цѣпи были примѣнены Маркони и его ассистентами для приѣма сигналовъ съ весьма большихъ разстояній.

Глава .шестьдесятъ восьмая.

Примѣненіе усилительной лампы для передачи незатухающихъ колебаній.

645. Для передачи незатухающихъ колебаній безусловно необходимо возбудить въ воздушной сѣти колебаній возможно большей амплитуды. Намъ извѣстно, что колебанія въ цѣпи сѣтки значительно слабѣе колебаній, получаемыхъ въ колебательной цѣпи цилиндра.

646. Допустимъ теперь, что въ главной схемѣ, изображенной на фиг. 218, конденсаторъ колеба-