

Давуш

„Т. и Т. б. н.“

Ж У Р Н А Л

„ТЕЛЕГРАФИЯ И ТЕЛЕФОНΙΑ БЕЗ ПРОВОДОВ“.

ИЗДАНИЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ РАДИОЛАБОРАТОРИИ ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА.

Под редакцией профессора В. К. Лебединского.

ОСНОВАН в 1918 году.

№ 32. ОКТЯБРЬ 1925.

СО Д Е Р Ж А Н И Е.

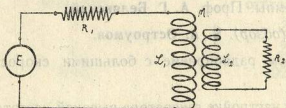
Исследование электрических свойств металлов при помощи токов высокой частоты. Проф. Р. В. Львович.	416
К расчету приемных рамок. Инж. Л. Б. Слепян.	421
Расчет тела деревянной мачты. Инж. А. С. Грамматчиков.	434
Измерение скольжения асинхронных электродвигателей посредством неоновой лампы. Проф. А. Г. Белявский.	468
Короткие волны (<i>обзор</i>). Б. А. Остроумов.	471
Об автоматическом радиоприеме с большими скоростями. П. Н. Куксенко.	479
О целесообразной настройке генератора высокой частоты. М. Основ.	499
Электрические регенеративные фильтры. В. И. Романов.	503
Материалы к расчету телефонных трансляций для воздушных линий. Инж. М. И. Юрьев.	512
Работы по приему на коротких волнах в Нижнем-Новгороде и Ташкенте. В. Петров.	528
Исследование сдвига фаз в прямолинейных вибраторе и резонаторе. В. В. Татаринов.	534
200-летие Академии Наук.	542
Из текущей литературы: Редкость цинкита 433.— Радиовыставка в Стокгольме 470.— Затмение солнца и радиопередача 511.— Короче 5-ти метров 511.— Монумент радио 527.— Схема генераторного кристалла 533.— Кварцевый стандартизатор частоты 544.— Превраще- ние ртути в золото 545.— Магнитное поле катушки 546.— По поводу происхождения телеграфии без проводов 548.	
Исправление	548

Исследование электрических свойств металлов при помощи токов высокой частоты.

Проф. Р. В. Львович.

В 1912 г. мною было предложено устройство вариометра, основанное на рефлексионном действии токов Фуко. Теория его была напечатана в „Вестнике Телеграфии и Телефонии без проводов“, 1912 г.¹⁾ Там же мною было вскользь упомянуто о возможности применения аналогичного метода для сравнения электрических свойств некоторых металлов. Этому вопросу я и хочу посвятить нижеследующие строки.

Предположим, что в цепи генератора высокой частоты имеются сопротивление и самоиндукция; цепь эта индуктивно связана со вторичной цепью, также состоящей из сопротивления и самоиндукции. Пусть число периодов генератора поддерживается неизменным. Обозначим через E —эдс генератора; R_1 —все омическое сопротивление первичной цепи; L_1 — всю самоиндукцию ее; R_2 и L_2 —сопротивление и самоиндукцию вторичной цепи; M — коэффициент взаимной индукции; k — коэффициент связи обеих цепей; I_1 и I_2 — эффективные токи первичной и



Черт. 1.

вторичной цепей (черт. 1). Легко найти эффективное значение первичного тока. Оно будет выражаться формулой

$$I_1 = \frac{E}{\sqrt{[R_1 + R_2 (\frac{M\omega}{Z_2})^2]^2 + [x_1 - x_2 (\frac{M\omega}{Z_1})^2]^2}},$$

где: ω — круговая частота; $Z_2 = \sqrt{R_2^2 + x_2^2}$; $x_1 = \omega L_1$; $x_2 = \omega L_2$.

Это выражение показывает, что влияние вторичного контура на первичный сказывается в кажущемся увеличении омического сопротивления первичного контура и в кажущемся уменьшении его самоиндукции, так что можно было бы писать:

¹⁾ За последнее время подобным вариометром пользуются за-границей для любительских приемников.

$$I_1 = \frac{E}{\sqrt{R_1'^2 + x_1'^2}},$$

где эквивалентное омическое сопротивление =

$$R_1' = R_1 \left[1 + \frac{R_2}{R_1} \left(\frac{M\omega}{Z_2} \right)^2 \right],$$

и эквивалентное реактивное сопротивление =

$$x_1' = x_1 \left[1 - \frac{x_2}{x_1} \left(\frac{M\omega}{Z_2} \right)^2 \right] = \omega L_1 - x_2 \left(\frac{M\omega}{Z_2} \right)^2.$$

При достаточно высокой частоте и достаточной самоиндукции вторичного контура можно пренебречь омическим сопротивлением контура по сравнению с реактивным. В этом случае:

$$Z_2 = \omega L_2 \text{ и } R_1' = R_1 \left(1 + k^2 \cdot \frac{R_2}{L_2} \cdot \frac{L_1}{R_1} \right),$$

$$x_1' = \omega L \left(1 - k^2 \right),$$

принимая во внимание, что

$$M = k\sqrt{L_1 L_2};$$

и положив:

$$\alpha_1 = \frac{R_1}{2L_1} \text{ и } \alpha_2 = \frac{R_2}{2R},$$

можно писать:

$$R_1' = R_1 \left(1 + k^2 \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \right).$$

Итак, мы видим, что вторичный контур, связанный с первичным, при известных условиях увеличивает эквивалентное его омическое сопротивление и уменьшает его самоиндукцию.

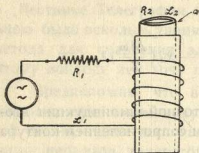
Относительные изменения сопротивления и самоиндукции первичного контура выражаются числами:

$$\frac{R_1' - R_1}{R_1} = k^2 \frac{\alpha_2}{\alpha_1}; \quad \frac{L_1 - L_1'}{L_1} = k^2,$$

где R_1' и L_1' — эквивалентные омическое сопротивление и самоиндукция первичного контура.

В частном случае (черт. 2) вторичный контур может состоять просто из металлической трубки a , вдвинутой в первичную катушку. Мы предположим здесь, что такая трубка изготовлена из немагнитного материала.

Измеряя каким-нибудь из известных способов самоиндукцию первичного контура, сначала без трубки, а потом с трубкой, мы найдем на основании двух последних формул величину k . Затем, измеряя затухание первичного контура (без трубки и с трубкой), найдем величину α_2 . Этой величиной α_2 можно пользоваться, как мерилom электрических свойств немагнитных металлов.



Черт. 2.

В самом деле, изготовивши ряд тождественных по величине и форме тонкостенных трубок из красной меди, латуни, бронзы, алюминия и т. д., и измеряя по очереди их α_2 , мы заметим разницу в их проводимости.

Чем больше α_2 , тем меньше проводимость соответствующего металла. Мы можем изготовить эталон, например, из электролитической меди высшей проводимости и сравнивать с ним различные образцы. Во многих случаях такой способ может быть значительно более удобным, чем другие. При достаточно точном измерении можно даже определить процентный состав материала, если образец состоит из сплава двух металлов. Точность измерения тем большая, чем выше применяемая частота. Получение же высокой частоты при теперешних достижениях радиотехники не составляет затруднений (катодные генераторы). Следует обратить внимание на то, что толщина испытуемых трубок должна быть в соответствии с применяемой частотой, во избежание влияния скинэффекта; известное соответствие должно быть также между диаметром трубки и ее длиной.

Предлагаемый метод может служить для отдельного нахождения окружного сопротивления трубки и ее самоиндукции, — двух величин, входящих в величину α_2 , что никакими другими методами сделать невозможно.

Считая, что самоиндукция трубки не зависит от ее материала, можно величину ее найти по формуле

$$L = \frac{(\pi d)^2}{l \cdot 10^9} \eta,$$

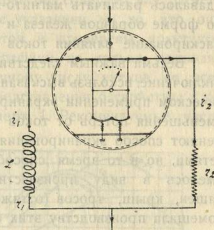
где d — средний диаметр трубки, l — длина ее, а η — коэффициент, зависящий от отношения длины к диаметру и могущий быть найденным

в таблицах соответствующих руководств. Определив величину самоиндукции и измерением установив величину коэффициента затухания, которая равна $\alpha_2 = \frac{R_2}{2L_2}$, мы легко получим значение R_2 .

Необходимые измерения самоиндукций и сопротивлений производятся обычным способом.

Для измерений можно также пользоваться дифференциальным тепловым прибором, изготовленным по моим указаниям в 1911 г. на заводе б. Р. О. Б. Т. и Т. и испытанном в лаборатории того же завода (черт. 3).

Произведем подсчет энергии. Заметим, что почти всегда можно пренебречь омическим сопротивлением первичного контура по сравнению с индуктивным как в присутствии вторичного контура (трубки), так и без него. Тогда можно писать: мощность первичного контура без трубки равна $I_1^2 R_1 = \frac{E^2 R_1}{\omega^2 L_1^2}$; при вдви-
нутой трубке:



Черт. 3.

$$I_1^2 R_1 = \frac{E^2 R_1}{\omega^2 L_1^2 (1 - k^2)^2}.$$

Мощность во вторичной цепи (трубке):

$$I_2^2 R_2 = \frac{E^2 R_2 k^2}{\omega^2 L_1 L_2 (1 - k^2)^2},$$

потому что

$$I_2 = \frac{\omega M}{\omega L_2} I_1' = k \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} I_1'.$$

Сумма

$$I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 = \frac{E^2 R_1 (1 + k^2 \frac{\alpha_2}{\alpha_1})}{\omega^2 L_1^2 (1 - k^2)^2}.$$

$$\frac{I_1^2 R_1}{I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2} = \frac{1}{1 + k^2 \frac{\alpha_2}{\alpha_1}}; \quad \frac{I_2^2 R_2}{I_1^2 R_1} = \frac{1 + k^2 \frac{\alpha_2}{\alpha_1}}{(1 - k^2)^2}.$$

Так как энергия в трубке растет с увеличением удельного сопротивления металла, то следует не упускать из виду возможности повышения температуры, могущей повлиять на точность измерений. Во избежание этого можно либо наполнить трубку охлаждающей жидкостью,

либо повышать частоту при переходе к исследованию металлов с большим удельным сопротивлением, либо, наконец, пользоваться для измерений слабыми токами.

Что касается исследования магнитных свойств железа и стали по вышеуказанному методу, то опыты, которые велись в лаборатории Общества Беспроволочного Телеграфа, дали возможность сделать ряд интересных заключений; к сожалению, по независящим причинам, они не могли быть в свое время опубликованы. Весьма простыми способами удавалось различать магнито-электрические свойства двух одинаковых по форме образцов железа и стали, причем сейчас-же было обнаружено маскирование влияния токов Фуко магнитными свойствами металлов.

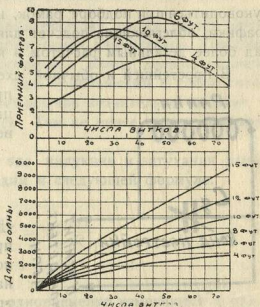
Весьма важным следствием поставленных тогда опытов явилось заключение, вскользь высказанное мною в свое время в печати, о практическом применении экранирования железа и плохих проводников для уменьшения потерь от токов Фуко. (Как известно, теперь широко применяют способ экранирования земной поверхности под воздушными сетями, но в то время способ этот еще не был известен). Тогда-же имелось в виду произвести опыты по экранированию железных башен, крыш, тросов (оттяжек) и, даже, деревянных мачт, но война помешала производству этих опытов. Зато результаты экранирования в лаборатории (в небольшом масштабе) немедленно получили практическое применение при монтаже радиотелеграфных установок, что повело к значительному увеличению надежности проводки и степени предохранения аппаратов. Так, на одной из больших станций, в виду близости антенны, части некоторых машин подвергались сильному искрению. Применением устройства, выработанного на основании вышеуказанных опытов, удалось совершенно устранить этот недостаток.

Испытание электрических свойств металлов сравнением постоянной затухания могло-бы у нас найти особое применение теперь, когда метод прямого измерения сопротивления встречает еще большие затруднения. Не всякой заводской лаборатории под силу выписывать из заграницы дорогой или сложный двойной мостик Уитстона в то время, как любой электротехнический завод и даже небольшая мастерская в состоянии изготовить собственными средствами вышеописанный прибор, стоящий весьма недорого. Между тем, необходимость в определении чистоты металлов ощущается все настойчивей, и несомненно для некоторых производств это имеет большое значение. Электротехнические производства нуждаются в способах быстрого определения свойств железа, меди, латуни, никкеля, вольфрама, молибдена, висмута, сурьмы и др. Сравнительно новое производство катодных трубок (ламп), которые применяются пока только в радиотехнике, но несомненно, завоевуют широкие области электротехники, нуждается в никкеле, вольфраме, молибдене. От степени чистоты этих металлов существенно зависит качество и скорость изготовления приборов. Применение указанного выше метода могло-бы и здесь сослужить службу.

К расчету приемных рамок¹⁾.

Инж. Л. Б. Слепян.

Среди появившейся в настоящее время в изобилии радиолобительской литературы имеются также специальные справочники для радиолубителей. Из двух, известных мне, справочников²⁾ оба содержат для расчета приемных рамок „графики Блатермана“ с указанием на то, что они получены в результате специальных опытов и проверены практикой английских любителей. Между тем эти графики не только приводят к нерациональным размерам и недостаточному числу витков во всех случаях, но могут вызвать превратные представления о свойствах приемных рамок. Мы даем эти графики на черт. 1. Рекомендуемые числа витков для рамок всех размеров следует признать сильно преуменьшенными. Помимо этого устанавливается, что для каждой длины волны существует наиболее выгодный размер рамки, определяемый по кривым „приемных коэффициентов“, характеризующих „качество“ рамки. Так для волны в 1500 мт наилучшей рамкой оказывается рамка площадью в 10 кв. футов (12 витков), рамки в 15 кв. фт. и в 6 кв. фт. дадут худшие результаты. Для волны в 3200 мт. лучший размер будет 6 кв. фт. (55 витков), 15 и 10 кв. фт. должны быть хуже шести. С этими выводами из данных Блатермана нельзя согласиться.



Черт. 1.

Здесь уместно будет указать на распространенное мнение, приведенное также в одном из указанных справочников, что наилучшими рамками для коротких волн являются рамки большого размера с малым числом витков, для длинных же волн наоборот рамки малого размера с большим числом витков. В действительности же при рациональном построении большие рамки дают значительно лучшие результаты (по силе приема) одинаково как при коротких, так и при длинных волнах.

Приведем след. пример. Автору пришлось однажды одновременно

¹⁾ Популярное изложение результатов настоящей статьи помещено в журнале „Радиолобитель“.

²⁾ В. Н. Листов. Справочник радиолобителя. Изд. Academia. Ленинград. 1925 г.
Е. Зеликов. Справочник радиолобителя. Изд. Латиздат. Москва. 1925 г.

испытывать прием в Ленинграде на три типа рамок радиотелефонной передачи станции им. Коминтерна из Москвы на волне 3200 метров. Прием производился помощью четырехкратного усилителя высокой частоты. Рамки были размерами: $0,4 \times 0,4 \text{ м} \times 150 \text{ витков}$, $1 \times 1 \text{ м} \times 40 \text{ в.}$ и $2 \times 2\frac{1}{2} \text{ м} \times 40 \text{ витков}$. Последняя большая рамка давала прекрасный прием, средняя давала прием удовлетворительный, но значительно более слабый, чем первая, и наконец на малую рамку можно было при особо тщательной регулировке усилителя явственно различать все слова передачи, но прием был, разумеется, гораздо слабее, чем на другие две рамки. Число витков средней рамки было недостаточно для волны в 3200 мт, его следовало взять около 60. Однако характер результатов не мог при этом измениться: сила приема должна определенно увеличиваться с увеличением размеров рамки, если для каждого размера правильно подобрано число витков и остальные данные.

Излагаем в дальнейшем основные соображения, которыми следует руководиться при подборе рамок, и приводим в заключение таблицы и графики, облегчающие подсчет для тех, кто не хотел бы задумываться над более детальным расчетом в каждом частном случае.

В простейшей и обычной схеме применения рамки (черт. 2) сила приема определяется разностью потенциалов на зажимах конденсатора. Эта величина V равна

$$V = \frac{\pi E}{\vartheta}, \quad (1)$$

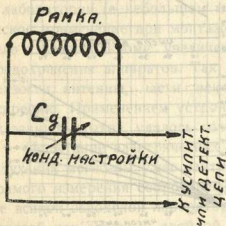
где E — эдс, индуцируемая в рамке проходящими волнами, а ϑ — затухание контура. Первая величина может быть найдена вычислением силы поля электромагнитных волн в данном месте ($E_1 \text{ в в/мт}$) и по действующей высоте рамки; эта последняя равна

$$h_g = \frac{2\pi ns}{\lambda}, \quad (2)$$

где s — площадь одного витка, n — число их и λ — длина принимаемой волны. Отсюда эдс индукции в рамке

$$E = E_1 h = k_1 ns, \quad (3)$$

где k_1 — некоторая постоянная для определенной волны. Эдс индукции возрастает с увеличением числа витков и их размера, что очевидно и



Черт. 2.

само по себе. Величина затухания определяется формулой

$$\vartheta = \pi R \sqrt{\frac{C}{L}}, \quad (4)$$

где R —сопротивление, C и L —емкость и самоиндукция цепи рамки. При фиксированной волне приема

$$\lambda = 2\pi\sqrt{LC} = \text{const},$$

и, следовательно,

$$\vartheta = k_2 \frac{R}{L}, \quad (5)$$

где k_2 —постоянная.

С увеличением числа витков сопротивление рамки растет почти линейно, а самоиндукция, грубо говоря, почти квадратично. Следовательно, величина затухания для постоянной волны должна убывать с увеличением числа витков рамки. При приближении к собственной волне ее сопротивление однако растет обычно значительно быстрее, и уменьшения затухания не наблюдается. Тем не менее это не изменяет общей тенденции.

Сопоставив теперь изменения эдс индукции и затухания рамки при увеличении числа витков, приходим к следующей формуле:

$$V = \frac{8\pi^2 E_1 n s L}{\lambda^2 R} = k \frac{n s L}{R}, \quad (6)$$

k —постоянная.

При изменении числа витков n одновременно изменяются и величины L и R , первая, как указано, приблизительно квадратично, вторая линейно. В результате величина V должна возрастать с увеличением n почти пропорционально квадрату этого числа. В действительности сопротивление R растет быстрее первой степени n , особенно при приближении принимаемой волны к собственной волне рамки, самоиндукция же растет медленнее n^2 , и величина V при средних отношениях λ/λ_0 приблизительно пропорциональна n , вблизи же $\lambda/\lambda_0 = 1$ возрастает даже еще медленнее. Во всяком случае сохраняет место общее положение: *сила приема на рамку растет с увеличением числа витков.* При этом подразумевается рациональный подбор провода, шага и конструкции рамки.

Рассмотрим теперь, как изменяется значение V при увеличении размеров каждого витка. При увеличении линейных размеров витка в a раз величина E (форм. 3 и 1) возрастает пропорционально площади s ,

т.е. в a^2 раз. Что касается затухания, то, так как и L и R растут несколько быстрее величины a , оно почти не изменяется или даже несколько возрастает. В результате величина V изменяется почти пропорционально квадрату линейных размеров одного витка, а при больших размерах несколько медленнее. Это однако имеет место при сохранении неизменным числа витков.

В действительности при увеличении размеров рамки приходится уменьшать число ее витков, оставляя постоянной (или немного увеличивая) общую длину взятого провода. В этом случае сопротивление рамки остается почти постоянным. Самоиндукция ее, увеличиваясь приблизительно пропорционально a и убывая почти пропорционально n^2 , будет в общем при постоянной длине провода убывать с увеличением размеров рамки в a раз. Следовательно затухание будет расти пропорционально линейным размерам рамки также в a раз. Но и величина E будет также возрастать пропорционально a . Действительно, она пропорциональна h_s , иначе, $h.s$ или

$$h_s = k_3 n a^2.$$

При $k_3 n a = \text{const.}$

$$h_s = k_4 a.$$

Следовательно и E пропорционально линейным размерам каждого витка при условии постоянства общей длины провода, взятого для рамки.

В результате при этом последнем условии, так как E и δ возрастают приблизительно одинаково, напряжение на приемном конденсаторе не должно изменяться, т.е. сила приема будет одинакова для всякого размера рамки. Действительные соотношения не только сложнее указанных, но изменяют существенно и самое заключение. Во первых, с увеличением размеров каждого витка обычно увеличивают расстояние между ними и диаметр взятого провода, т.е. вообще принимают меры к уменьшению затухания. Во вторых с уменьшением числа витков является возможность для заданной волны применять большую общую длину провода рамки по двум причинам: вследствие относительного уменьшения собственной волны рамки (отношения λ_0 к длине провода) и вследствие возможности уменьшить относительное удлинение (т.е. отношение λ/λ_0). Последнее происходит в силу возрастания собственной емкости рамки и меньшего значения емкости подводящих проводов, начальной емкости переменного конденсатора и т. п. Наконец, при сравнительно небольшой самоиндукции больших рамок становится выгодным удлинение их волны не одной только емкостью, но еще и самоиндукцией, что впрочем справедливо лишь для сравнительно

больших удлинений (отношения $\lambda/\lambda_0 \geq 3-4$). Вообще при рамках большого размера главное внимание следует уделять получению достаточно малого затухания в самих рамках, так как только в этом случае вполне используется их значительная действующая высота.

При рамках малого размера, но с большим числом витков незначительная действующая высота может быть покрыта лишь малым затуханием. Сами рамки при этом будут давать весьма малые значения затухания, и наибольшее значение будут иметь потери в детекторной цепи кристаллического детектора или лампы, неучитывавшиеся в предыдущих рассуждениях. Заметим кстати, что в случае рамок небольшого но многovitковых рационально применять сложную схему и слабую связь со вторичным контуром. При этом затухание цепи рамки может быть получено действительно весьма малым, и острота настройки получается весьма большой.

С точки зрения силы приема приходится считаться со следующими соображениями. При нагрузке цепи рамки даже ламповым детектором (без обратной связи) или усилителем высокой частоты получается увеличение затухания на 0,010—0,015. Рационально затухание самой рамки брать того же порядка, так что общее затухание получается порядка 0,02—0,03.

Если прием производится по сложной схеме, то вторичная цепь отчасти нагружает первичную, с другой же стороны, слабая связь уменьшает силу приема подобно тому, как это делало бы затухание. В результате эффект таков же, как если бы затухание оставалось во всех случаях указанного порядка.

Для рамок большого размера с малым числом витков затухание доходит до 0,04 и 0,05. В общем однако затухание рамок будет изменяться при рациональном построении их в сравнительно тесных пределах. Поэтому даже при сохранении длины взятого провода *сила приема рамок возрастает с увеличением размеров* за счет увеличения действующей высоты их. В случае применения приемника с обратной связью это положение тем более имеет место.

Рассмотрим теперь, как следует подбирать главные размеры рамки и как подсчитать ее основные данные. Мы не касаемся поддерживающей провода конструкции. Что касается формы витков, то теоретически наиболее рациональной является круговая. Но практически пользуются шестиугольной, квадратной и прямоугольной. Тот или другой тип выбирают по соображениям конструктивным или в зависимости от помещения. Особенно значительной разницы в результатах для разных типов не получается. Главные размеры рамки, за исключением числа витков, также берутся по общим проектным соображениям. Берут или рамку комнатную, останавливаясь на тех или иных предельных размерах (1×1 мт или 2×2 мт и т. п.), или специальную рамку больших размеров, напр. шестиугольную с радиусом 3, 4 и т. д. метров, или наконец наружную рамочную антенну.

Далее надлежит определить число витков рамки, имея заданную величину витка. При подборе числа витков исходной величиной является общая длина провода для рамки ($2l$). Она берется по наименьшей длине волны, требуемой для приема, или соответственно той основной волне, на которую проектируется рамка. В дальнейшем под λ подразумеваем эту основную волну приема.

Длина взятого провода должна быть наибольшей практически допустимой, так как по указанным выше основаниям следует стремиться к максимальному числу витков. Однако величина $2l$ ограничивается тем, что соответствующая собственная волна рамки не должна быть слишком велика. Хотя вполне допустимо принимать на волну даже короче собственной волны рамки ($\lambda < \lambda_0$), но для основного расчета следует принять, что волна приема больше собственной волны рамки. Это удлинение (λ/λ_0) приходится брать тем больше, чем меньше размеры рамки по чисто практическим основаниям. При малой рамке уже небольшая длина соединительных проводов сильно влияет на волну, начальная емкость конденсатора настройки имеет еще большее значение. Так как желательно для основной волны приема и даже для наименьшей волны иметь заметную настройку с ослаблением в обе стороны, то при малых рамках приходится брать для λ достаточно большую емкость настройки. Это связано с удлинением в 3—4 и более раз. Для рамок средних размеров удлинение можно брать в пределах $2-2\frac{1}{2}$, а для больших рамок—меньше 2.

При подборе величины удлинения следует считаться с собственной емкостью рамки. Эта емкость для рамок с большим числом витков приблизительно равна $\frac{1}{16}$ периметра одного витка,¹⁾ для рамок с малым числом витков (4—10) приблизительно $\frac{1}{25}$ этого периметра. На начальную емкость конденсатора, на емкость присоединяемой лампы и на необходимую емкость настройки желательно иметь при простой схеме около 200 см. При сложной схеме это число можно было бы уменьшить. Сообразно этому получаем, следовательно, примерную таблицу (таблица I стр. 427) удлинений для рамок различных размеров, считая их квадратными. При другой форме витков можно относить эти удлинения к сходным по периметру рамкам.

Выбрав какой-либо размер витка и наметив удлинение, находим собственную волну рамки. Эта последняя определяет приблизительноную величину общей длины провода, которую следует взять для рамки ($2l$), так как для отношения $\lambda_0/2l$ имеем некоторые полуэмпирические данные.

Это отношение для рамок колеблется обычно в пределах 3,5 до 6, в среднем оно равно 4,5—5. Для предварительного подсчета может служить таблица II.

¹⁾ Л. Б. Слепян. ТГТбп № 22, стр. 450. 1923.

ТАБЛИЦА I.

Размер рамки $a \times a$ мт	Собств. емк. C_0 см	Удлинение λ/λ_0
0,5 $\times$ 0,5	12	4
1 $\times$ 1	25	3
1 ¹ / ₂ $\times$ 1 ¹ / ₂	37	2,5
2 $\times$ 2	50	2,25
3 $\times$ 3	75	2,0
10 $\times$ 10	160	1,75
20 $\times$ 20	320	1,5

ТАБЛИЦА II.

Число витков	Ширина рамки сторона р.	$\lambda_0/2l$
4 — 6	$> 0,02$	3,5
6 — 10	0,05 — 0,1	4,5
	0,1 — 0,2	4
10 — 20	0,05 — 0,1	5,0
	0,1 — 0,2	4,2
20 — 40	0,08 — 0,15	5,0—5,5
	0,15 — 0,3	4,2—4,5
> 40	0,1 — 0,2	5,0—5,5
	0,2 — 0,4	4,0—4,2

Если шаг обмотки, т.е. расстояние между соседними витками брать не менее 10 мм для рамок больше 1 мт, то в среднем можно принять $\lambda_0/2l = 4,5$ для числа витков более 20 и $\lambda_0/2l = 4$ при числе витков 10—20.

Определив величину $2l$, находим и число витков n . Диаметр провода следует брать не менее 1 мм для небольших рамок и не менее 2 мм для средних; для больших наружных рамок еще более—до 4 мм. Следует применять медный не луженый провод; шаг обмотки указан в дальнейшем.

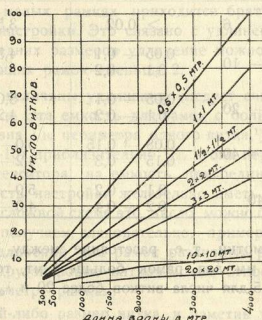
Указанным образом определяются основные размеры рамок. После этого можно произвести контрольный подсчет постоянных. Для облегчения подбора числа витков приводим таблицу (таблица III) и графики, принимая форму витков квадратной.

ТАБЛИЦА III.

ЧИСЛО ВИТКОВ РАМОК (СМ. ЧЕРТ. 3).

Размеры рамки м ² длина волны λ, м	0,5×0,5	1×1	1,5×1,5	2×2	3×3	10×10	20×20
300	8	5	4	4	3	—	—
500	12	8	7	6	5	2	—
1000	25	18	14	12	10	4	2
1500	36	28	22	18	15	6	3
2000	50	36	28	24	20	8	4
3000	75	58	45	38	30	10	5
4000	100	80	60	50	40	12	6

Приведенная таблица и графики дают числа витков для соответствующих волн, наиболее подходящие при обычных условиях. Желаете



Черт. 3.

тельно, однако, для каждого частного случая произвести контрольный подсчет всех постоянных рамки.

Из постоянных выше были (таблица I) приведены данные для емкости рамок. Самоиндукция их поддается относительно более точному подсчету. Она определяется суммированием двух слагаемых: L_1 — самоиндукция всех витков и L_2 — их взаимоиндукция. Для квадратной формы имеем:

$$L_1 = 8 \pi n \left(l_n \frac{a}{p} - 0,524 \right), \quad (7)$$

$$L_2 = 16 \pi a \left[\frac{n(n-1)}{2} l_n \frac{a}{g} - l_n (n-1)! (n-2)! \dots 3!2 - 0,77 \frac{n(n-1)}{2} \right]. \quad (8)$$

Для витков круглой формы (может быть применена и к шестиугольной рамке)

$$L_1 = 4 \pi r n \left(l_n \frac{r}{p} + 0,33 \right), \quad (9)$$

$$L_2 = 8 \pi r \left[\frac{n(n-1)}{2} l_n \frac{r}{g} - l_n (n-1)! (n-2)! \dots 3!2 + 0,08 \frac{n(n-1)}{2} \right]. \quad (10)$$

Полная самоиндукция в обоих случаях равна

$$n = L_1 + L_2. \quad (11)$$

В приведенных формулах a —длина стороны, n —число витков, p —радиус провода, g —шаг обмотки, r —радиус витка во втором случае, l_n —натуральный логарифм.

Вычисление самоиндукции по приведенным формулам несколько затрудняется, хотя и простым, но громоздким вычислением члена

$$x = l_n (n-1)! (n-2)! \dots 3!2, \quad (12)$$

закрывающего большое число слагаемых. Привожу значения этого выражения, вычисленные по моей просьбе студ. М. В. Казанцевой для числа витков до 60 в табл. IV.

ТАБЛИЦА IV.

n	x	n	x	n	x	n	x
3	0,693	18	241	33	1117	48	2775
4	2,48	19	278	34	1202	49	2916
5	5,66	20	317	35	1291	50	3060
6	10,45	21	359	36	1383	51	3209
7	17,03	22	405	37	1478	52	3361
8	25,55	23	453	38	1578	53	3518
9	36,16	24	505	39	1680	54	3678
10	48,96	25	560	40	1787	55	3842
11	64,07	26	618	41	1898	56	4011
12	81,57	27	679	42	2012	57	4183
13	101,5	28	744	43	2130	58	4359
14	124,1	29	811	44	2251	59	4540
15	149,3	30	883	45	2376	60	4724
16	177,2	31	957	46	2505		
17	208	32	1035	47	2638		

Зная самоиндукцию и емкость рамки, можно вычислить и ряд других величин.

Обрисованным в предыдущем путем мною подобраны размеры и вычислены данные для рамок разной величины для различных длин волн. Ниже приводятся полные таблицы (таблица V) этих данных. Рамки небольшого размера от 0,5 до 1½ метров могут рассматриваться, как рамки любительского типа, которые не выполняются особенно тщательно, и для которых представляется более удобным по чисто практическим основаниям допускать несколько большие основные измерения, чем те, какие указаны в табл. 1. Для больших размеров и рамок профессионального типа рациональнее придерживаться указанных удлинений и сообразно с этим изменить приведенные числа витков.

ТАБЛИЦА V.

1. Размеры рамки $a \times a = 0,5 \times 0,5 \text{ м}^2$; диаметр провода $2g = 1 \text{ мм}$.

Длина волн λ м	Число витков n	Шаг обмотки в мм g	Самоиндукция в см L	Собств. емкость в см C_0	Собств. волна в мтр. λ_0	Отношение $\lambda_0/2l = \frac{\lambda_0}{4an}$	Относит. удлинение λ/λ_0	Удлиняющ. емкость $C_g = \frac{(\lambda - \lambda_0)^2}{4\pi^2 L}$ см	Действ. высота в м
300	8	5	86.000	15	71	4,4	4,2	250	0,04
500	12	"	168.000	18	109	4,5	4,6	300	"
1000	25	3	660.000	20	210	4,2	4,75	320	"
1500	36	"	1.180.000	20	305	4,2	4,9	340	"
2000	50	"	1.940.000	20	390	3,9	5,1	370	"
3000	75	2	4.130.000	20	570	3,8	5,25	395	"
4000	100	"	6.570.000	20	720	3,6	5,55	440	"

2. Размеры рамки $a \times a = 1 \times 1 \text{ м}^2$; диаметр провода $2g = 1 \text{ мм}$.

Длина волн λ м	Число витков n	Шаг обмотки в мм g	Самоиндукция в см L	Собств. емкость в см C_0	Собств. волна в мтр. λ_0	Отношение $\lambda_0/2l = \frac{\lambda_0}{4an}$	Относит. удлинение λ/λ_0	Удлиняющ. емкость $C_g = \frac{(\lambda - \lambda_0)^2}{4\pi^2 L}$ см	Действ. высота в м
300	5	10	80.600	20	80	4,0	3,75	260	0,10
500	8	"	176.000	25	132	4,1	3,8	340	0,10
1000	18	"	655.000	28	270	3,7	3,7	355	0,10
1500	28	5	1.690.000	30	448	4,0	3,3	305	0,12
2000	36	"	2.550.000	30	550	3,8	3,6	365	0,11
3000	58	"	5.330.000	30	795	3,4	3,8	395	0,12
4000	80	3	11.200.000	30	1150	3,6	3,5	330	0,12

3. Размер рамки $a \times a = 1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$ мт²; диаметр провода $2g = 1$ мм.

Длина волны λ мт	Число витков n	Шаг обмотки в мм g	Самоиндукция в см L	Собств. емкость в см C_0	Собств. волна в мт λ_0	Отношение $\lambda_0/2l = \frac{\lambda_0}{4al}$	Относит. удлинение λ/λ_0	Удлиняющ. емкость $C_g = \frac{(\lambda - \lambda_0)^2}{4\pi^2 L}$	Действ. высота в мт
300	4	12	88.400	27	97	4,1	3,1	260	0,19
500	7	"	234.500	34	177	4,2	2,8	235	0,20
1000	14	"	714.000	40	336	4,0	3,0	325	0,20
1500	22	"	1.480.000	42	495	3,75	3,0	340	0,20
2000	28	10	2.240.000	42	610	3,6	3,3	410	0,22
3000	45	"	4.770.000	42	890	3,3	3,4	435	0,23
4000	60	"	7.210.000	42	1090	3,0	3,7	520	0,21

4. Размеры рамки $a \times a = 2 \times 2$ мт²; диаметр провода $2g = 2$ мм.

Длина волны λ мт	Число витков n	Шаг обмотки в мм g	Самоиндукция в см L	Собств. емкость в см C_0	Собств. волна в мт λ_0	Отношение $\lambda_0/2l = \frac{\lambda_0}{4al}$	Относит. удлинение λ/λ_0	Удлиняющ. емкость $C_g = \frac{(\lambda - \lambda_0)^2}{4\pi^2 L}$	Действ. высота в мт
300	4	12	135.600	32	131	4,1	2,3	140	0,33
500	6	"	280.000	40	210	4,4	2,4	185	0,30
1000	12	"	910.000	50	424	4,4	2,4	230	0,30
1500	18	"	1,940.000	53	637	4,4	2,4	240	0,30
2000	24	"	3,170.000	55	830	4,25	2,4	260	0,30
3000	38	"	6,850.000	55	1220	4,0	2,45	280	0,33
4000	50	"	10.830.000	55	1600	4,0	2,5	285	0,31

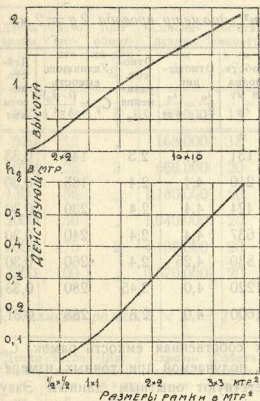
В приведенных выше таблицах собственная емкость рамок, C_0 , взята несколько выше теоретической, получаемой при точных измерениях. Эти значения емкости соответствуют опытным данным Эзау (Jahrbuch d. d. T. u. T. 1925) и тем, какие получаются при не специально обставленных опытах или при значительном влиянии поддерживающих рам и проч. Собственная волна при этом определяет практически удобные пределы использования рамки.

Значения самоиндукции вычислены по приведенным формулам (11 и предыд.), которые обычно дают хорошее согласие с опытом. Приблизительно найдены лишь значения самоиндукции для чисел витков более 60.

Для приведенных данных рамок и рекомендуемых основных волн вычислена удлиняющая емкость, т.е. емкость конденсатора C_g (см. черт. 2), присоединяемого к рамке для настройки на принимаемую волну. Она будет более или менее точно соответствовать действительной в том случае, если детектор или усилитель присоединены не непосредственно к цепи рамки, а через вторичный контур. При включении их на рамку значение емкости настраивающего конденсатора получается обычно на 50—100 см меньше.

Рекомендуемые данные для числа витков и особенно для шага могут быть, конечно, изменены; изменены первого числа на 10—20% не должно существенно отразиться на силе приема.

Для оценки качества рамки и расчета или подбора подходящего для нее усилителя весьма полезно знать ее действующую высоту и затухание. Первая может быть вычислена по приведенной выше формуле (2). Для наглядного изображения общих результатов мы даем кривую действующей



Черт. 4.

высоты (черт. 4) для рамок различных размеров, считая, что число витков их для разных волн подобрано по графикам черт. 3. При этом условии действующая высота существенно изменяется лишь с изменением размеров рамок. Для лучшего сравнения рамок между собой значения действующих высот приведены к одному затуханию, а именно к $\alpha = 0,025$ и h_g для больших рамок соответственно уменьшено.

Величина сопротивления и затухания рамки труднее всего поддается предварительному расчету. Некоторые данные по этому вопросу мною были приведены в ТиТбп № 19, 1923 г. Можно указать лишь, что следует стремиться к возможному уменьшению потерь в рамках. Практически величины затухания рамок получаются обычно в пределах 0,02—0,03, а для больших рамок даже несколько выше. Значение затухания 0,05 для рамки следует считать уже плохим, хотя для открытых антенн оно получается в редких случаях таким малым. С другой стороны редко получаются даже для рамок затухания порядка 0,015 или меньшее, да и то лишь при наличии сложной схемы приемника.

Таким образом величина затухания рамки в общем колеблется в сравнительно тесных пределах. Если представляется затруднительным численно учесть все потери в рамке: емкостные, индукции и проч., то все же проверка чисто омических потерь, легко вычисляемых, всегда желательна. Общее сопротивление рамки обычно бывает не менее, чем в 2—3 раза больше этого омического сопротивления. Проверка значения затухания при этом предположении дает некоторый контроль делаемых допущений.

Ленинград. Июнь, 1925 г.

Редкость цинкита. — В виду появления кристадина, говорит V. Rossich, („Radio Barcelona“ 16 мая 1925), стал замечаться повышенный интерес к цинкиту; с применением его мы получим вместо лампового приемника — кристаллинный, доступный для всякого бедняка.

Цинкит — минерал, имеющийся в таком небольшом количестве, что Перрэ называет его „настоящей минералогической редкостью“. Недостаток цинкита послужил причиной, благодаря которой его стали в значительно большей степени, чем галенит, заменять подобными ему минералами, заключающими ZnO , как „Франклинит“, находящийся во Франклине, Нью Джерси, С.-А. С. Ш. и состоящий из 88% цинкита и 12% примеси окиси марганца и железа, „гидроцинкит“ или „цинконит“ — смесь из основной углекислой соли цинкита и других минералов.

Кроме того очень распространенный вид фальсифицированного цинкита представляет собою смесь из окиси цинка, его углекислой соли и цинковой обманки, которая однако не особенно чувствительна.

Другая имитация — синтетический цинкит, который не только обладает качествами натуральной окиси цинка, но кроме того не плавится и не разлагается даже в вольтовой дуге и не соединяется тесно с окисями марганца, каковые в прибавлении к этой имитации придают ей характеристический красный цвет.

Автор заметки обращает внимание читателей на то, что с плохим кристаллическим детектором бывает много затруднений.

Цинкит есть окись цинка (красная), натуральная, кристаллизованная, которую можно получить в настоящее время почти исключительно¹⁾ из минерала, находимого в Спарте (Нью Джерси), называвшегося ранее „спарталиитом“. Это — минерал, богатый цинком (80%), который извлекается электрохимическими процессами.

Окись цинка находится в виде кристаллов с 6 гранями (правильная гексагональная система), очень блестящих, разного цвета, начиная от розового, рубиновокрасного, оранжево красного и до темно красного и представляет собою массы сланцевого строения, которые легко расщепляются по плоскостям спайности часто с черноватыми краями. Нередки включения железа и марганца. Лучшие образчики имеют вид прозрачных рубинов темного цвета, с гладкими поверхностями.

Хороший цинкит имеет множество чувствительных точек и не нуждается в той операции, которой должны быть подвергнуты нечистые цинкиты, содержащие в себе много посторонних веществ, окиси железа и марганца. Эта операция состоит в прокаливании цинкита в вольтовой дуге в присутствии окиси или перекиси марганца.

¹⁾ Цинкит находится еще в Олькушском руднике в Польше. РЕД.

Расчет тела деревянной мачты.

А. Грамматчиков.

На страницах журнала „Телеграфия и Телефония без проводов“ уже неоднократно трактовался вопрос о том, каким образом можно рассчитать оттяжки для мачты и усилия, возникающие в теле мачты под влиянием натяжения сети и оттяжек. Поэтому, оставляя этот вопрос в стороне, в настоящей статье я хочу коснуться вопроса о том, каким образом производить расчет тела деревянной мачты и прежде всего мачты типа, принятого в радиостроительстве НКПиТ, так называемой мачты „кустовой“, а также одnobревенчатой, так как принцип расчета тех и других не отличается друг от друга.

Мы предполагаем, что на нашу мачту действуют следующие усилия: а) усилие от натяжения антенны, б) усилие, создаваемое натяжением оттяжек, в) давление ветра и г) собственный вес мачты, действующий вдоль ее оси. На черт. 1 (стр. 437) изображено схематически расположение всех этих усилий.

Усилие, создаваемое натяжением антенны. Усилие, создаваемое натяжением антенны, может быть разложено на два направления: по направлению оттяжки $T_0 = \frac{T}{\sin \alpha}$ (1) и вдоль оси мачты сжимающее усилие $T_v = T \cot \alpha$ (2). Для простоты мы принимаем, что усилие, создаваемое натяжением антенны, расположено горизонтально. Это будет тем ближе к истине, чем меньше стрела f^1) провеса антенны. Величина угла провеса может быть вычислена по формуле $\tan \psi = \frac{4f}{l}$ (3); при этом предполагается, что кривая, образуемая антенной, парабола, со стрелой провеса в средней точке антенны f и величиной пролета антенны l . Обычно принимают $f = (0,08—0,10) l$, и следовательно $\tan \psi = 0,32—0,40$ или $\psi = 17^\circ 45'—21^\circ 48'$.

Тогда приведенные выше формулы для определения усилия, действующего в оттяжке, и вертикальной составляющей, действующей вдоль оси мачты, обратятся в (черт. 4):

$$T_0 = T \frac{\sin \varphi}{\sin \alpha} \quad (4) \quad \text{и} \quad T_v = T \frac{\sin (\alpha + \varphi)}{\sin \alpha} \quad (5).$$

Так как обычно расстояние точки прикрепления верхней оттяжки к анкеру от основания мачты равняется половине высоты мачты, для верхнего яруса оттяжек мы получаем $\cot \alpha = 2$, откуда $\alpha = 26^\circ 34'$; $\varphi = 90^\circ - \psi = 90^\circ - 21^\circ 48' = 68^\circ 12'$.

¹⁾ На черт. 3 (стр. 437) f ошибочно обозначено: f .

Итак имеем

$$T_0 = T \frac{0,928}{0,447} = 2,08 T, \quad (6)$$

$$T_v = T \frac{0,996}{0,447} = 2,23 T.$$

Исходя из предположения, что усилие в точке прикрепления антенны направлено перпендикулярно к оси мачты, имели бы

$$T_0 = \frac{T}{0,447} = 2,24 T \text{ (6a) и } T_v = T \cot \alpha = 2 T, \quad (7)$$

т.е. усилие T_v мы получили бы несколько преуменьшенными (на 10%), усилие же T_0 несколько преувеличенным (на 8%). В виду простоты подсчетов желательно пользоваться более точными формулами (4) и (5).

Усилие, создаваемое натяжением оттяжек. Усилие S , создаваемое натяжением оттяжек в точке их прикрепления, может быть разложено на 2 составляющие $S_n = S \sin \alpha$, направленное перпендикулярно к оси мачты, и $S_v = S \cos \alpha$, направленное вдоль оси мачты (черт. 5).

В каждой точке прикрепления оттяжек мы получим столько горизонтальных составляющих S_n , сколько имеется оттяжек. Все эти горизонтальные составляющие должны уравниваться; в противном случае точка прикрепления оттяжек начинает перемещаться в сторону равнодействующей до тех пор, пока не достигнет нового положения равновесия, т.е. пока геометрическая сумма векторов $\vec{S}_n + \vec{S}_n'''$ не будет равна (черт. 6) вектору $\vec{S}_n''$, т.е.

$$\vec{S}_n + \vec{S}_n''' = \vec{S}_n''. \quad (8)$$

Проще будет обстоять дело, когда мачта удерживается в вертикальном положении оттяжками, расположенными в двух взаимноперпендикулярных плоскостях. Тогда горизонтальные составляющие оттяжек, лежащих в одной плоскости, должны быть равны между собою.

Действие ветра на мачту. Для того, чтобы учесть все усилия, действующие в теле мачты, необходимо более детально рассмотреть вопрос о том, что же будет происходить с мачтой при действии на нее ветра. Для того, чтобы учесть действие ветра, мы можем рассматривать нашу мачту, как балку, лежащую на стольких жестких (неподвижных) опорах, сколько имеется ярусов оттяжек, и равномерно нагруженную давлением ветра. Все опоры мы предполагаем расположенными на одной высоте, что значительно упрощает расчет. Многочисленные

наблюдения и опыты, произведенные над деревянными мачтами, показали, что при деформациях тела мачты точки прикрепления оттяжек всегда остаются на одной вертикальной линии.

Следовательно мы должны рассматривать мачту, как неразрезанную балку, лежащую на стольких опорах, расположенных на одной высоте, сколько имеется ярусов оттяжек.

Теперь рассмотрим, какова будет нагрузка, создаваемая давлением ветра на мачту. Нагрузка эта является главной нагрузкой, действующей на мачту. Когда ветра нет, мачта стоит вертикально; стоит подуть ветру, мачта отклоняется от своего вертикального положения. Это обстоятельство само собою не может представлять никакой опасности для мачты; но одновременно с этим будут изгибаться отдельные пролеты мачты, что при неправильном расчете тела мачты может повлечь за собою катастрофу. Поэтому чрезвычайно важно найти правильное распределение давления ветра вдоль высоты мачты.

Расчет давления ветра. Расчетным давлением ветра на основании практических данных принимают обычно давление равное 250—300 кгр на 1 кв метр поверхности, перпендикулярной к направлению ветра, для мачты, не нагруженной сетью. Для мачты с поднятой сетью величины этого расчетного давления понижают до 150 кгр на 1 кв метр. Однако, часто ведут расчет, принимая давление ветра равным 250—300 кгр на 1 кв метр при поднятой сети.

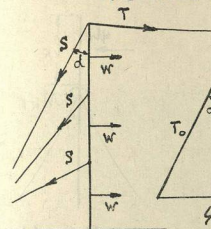
Для того, чтобы яснее представить себе, какой силе ветра в баллах по шкале Ботфорта соответствует то или другое давление ветра в килограммах на 1 кв метр, приводим сравнительную таблицу:

Сила ветра в баллах.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Давление ветра в кгр на 1 кв мт поверхности перпендикуляр- ного направле- нию	1,5	4,1	7,7	12,6	18,9	27,9	38,7	55,6	76,6	102,5	135,7	195,5

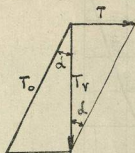
Расчет давления ветра на данную поверхность может быть произведен в зависимости от непосредственно измеренной скорости ветра следующим образом. Если обозначить F — поверхность, на которую действует ветер, в кв метрах, P — нормальное давление ветра на эту поверхность в кгр, v — скорость ветра в метрах в секунду, $g = 9,81$ метр/сек² ускорение силы тяжести, ψ — опытный коэффициент и γ — вес 1 кубического метра воздуха в кгр, мы получим

$$P = \psi \cdot \gamma \cdot F \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (9)$$

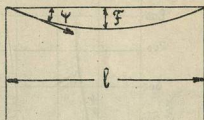
КСТАТЬЕ А.С. ГРАММАТЧИКОВА.



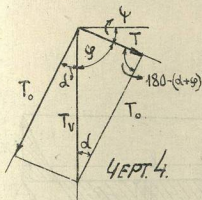
ЧЕРТ. 1.



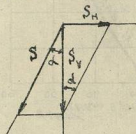
ЧЕРТ. 2.



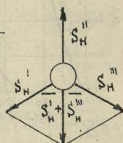
ЧЕРТ. 3.



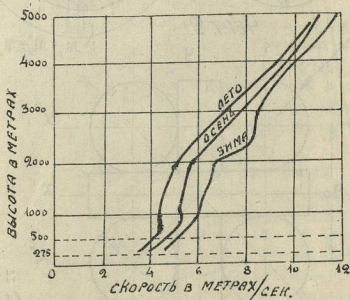
ЧЕРТ. 4.



ЧЕРТ. 5.

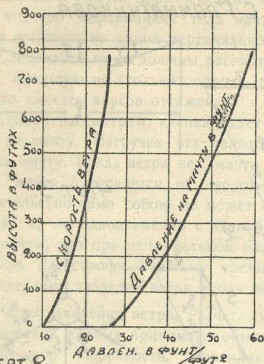


ЧЕРТ. 6.

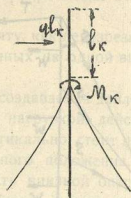


ЧЕРТ. 7.

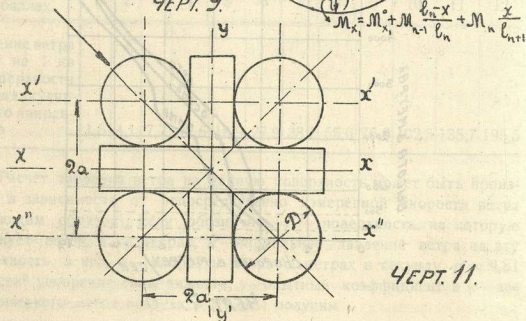
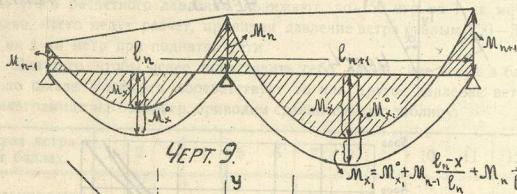
К СТАТЬЕ А. С. ГРАММАТЧИКОВА.



ЧЕРТ. 8.



ЧЕРТ. 10.



и давление ветра на 1 кв метр поверхности будет

$$p = \frac{P}{F} = \psi \cdot \gamma \cdot \frac{v^2}{2g}. \quad (10a)$$

Величина коэффициента ψ по Грасгофу принимается равною $\psi = 1,86$. Тогда, при весе одного кубического метра воздуха при 0° и барометрическом давлении 760 мм $\gamma = 1,295$ кгр, имеем

$$p = 0,122 \cdot T \cdot v^2 \text{ кгр/м}^2. \quad (10 б)$$

Следующая таблица дает зависимость давления ветра от его скорости:

v	2	3	6	9	12	15	18	21	метр/сек
p	0,5	1,1	4,4	9,9	17,6	27,6	39,7	54,0	кгр/метр ²

v	24	27	30	33	36	39	42	45	48	метр/сек
p	70,6	89,3	110,2	133,4	158,7	186,3	215,1	251	290	кгр/метр ²

Наибольшая скорость ветра, которая вообще когда либо наблюдалась, достигала 42—54 метров в секунду.

Более подробное изучение изменения силы ветра в различных слоях воздуха показало, что скорость ветра возрастает по мере удаления от земной поверхности. По Лангу можно считать, что давление ветра p_n на высоте H метров от поверхности земли будет $p_n = p_0 + H(11)$, где p_0 —давление ветра у поверхности земли. Более тщательные изучения закона изменения силы ветра в зависимости от высоты были произведены английской фирмой Эллуэля (Винг).

Полученные результаты графически изображены на чертежах 7 и 8 (стр. 438). Как видно из кривых, сила ветра с изменением высоты возрастает настолько значительно, что пренебрегать этим возрастанием при очень большой высоте мачт нельзя, и так или иначе его приходится вводить в расчет. К сожалению вполне точных данных о распределении давления вдоль высоты мачты мы не имеем. Однако можно считать, что на высоте 300 метров эта величина должна быть в два раза больше, чем у поверхности земли. На черт. 7 даны результаты, полученные Вингом, причем скорости ветра даны в футах в секунду, а давление в фунтах на квадратный фут. Перевести эти величины в метрическую систему не представляет никаких затруднений. При проектировании новых мачт высотой 122 метра (400 фут) на радио-

станции Порт-Джефферсон в Ланг-Айленд (Северная Америка) для нижних 90 метров (300 фут.) было принято давление ветра $132,2 \text{ кгр/м}^2$ (30 фунт/фут^2) и $198,4 \text{ кгр/м}^2$ (45 фунт/фут^2) для верхних 30 метров (100 фут.).

Для выяснения условий работы мачты, кроме действия ветра, необходимо учесть также возможность появления вихрей, под влиянием которых мачта получает ряд ударов. К сожалению, вихри до сего времени изучены еще весьма недостаточно.

Практика мачтостроения показывает, что, исходя из приведенных выше данных, мы получаем сооружение, рассчитанное с достаточной прочностью. Некоторые авторы рекомендуют для учета действия вихрей вводить в расчет поправочные коэффициенты 1, 5—1, 75—1,8 в зависимости от силы вихрей в данной местности. Само собою разумеется, это относится к тем случаям, когда при постройке мачты есть основание предполагать, что в местности, где она будет работать, возможно возникновение вихрей.

Из каких же данных следует исходить, приступая к проектированию мачты? Прежде всего следует иметь в виду чисто экономические соображения, а именно получение наибольшего запаса прочности сооружения при наименьшей его стоимости. Исходя из этих соображений, за расчетное давление ветра на мачту обычно принимают 250 кгр/м^2 . (При расчете мачт на радиостанции в Сент-Ассис это давление было принято равным 300 кгр/м^2). При выборе расчетных величин давления ветра предполагается, что в случае, если сила ветра окажется большей, чем та, которой задавались, что вообще говоря возможно один раз во много лет, запас прочности сооружения значительно уменьшится, и в особо исключительном случае сооружение может даже пострадать. Но значительно больше шансов имеет предположение, что такой случай не будет иметь места, и сооружение благополучно отслужит свой срок.

Автором этой статьи неоднократно производился расчет в предположении давления ветра 250 кгр/м^2 при поднятой сети, причем результаты расчета всегда получались удовлетворительными.

Расчет реакций, возникающих в точках прикрепления оттяжек от действия ветра. Для определения реакции в точках прикрепления оттяжек необходимо прежде всего найти соответствующие опорные моменты. Опорные моменты эти мы можем найти, пользуясь теоремой о трех моментах, исходя из основного уравнения

$$M_{n-1} l_n + 2 M_n (l_n + l_{n+1}) + M_{n+1} l_{n+1} = -\frac{q}{4} (l_n^3 + l_{n+1}^3), \quad (12)$$

где M_{n-1} , M_n и M_{n+1} — опорные изгибающие моменты, l_n , l_{n+1} — длина пролетов мачты, q — давление ветра на 1 погонный метр тела мачты (черт. 9).

Величина изгибающего момента M_x в сечении x пролета l_n будет

$$M_x = M_x^0 + M_{n-1} \frac{l_n - x}{l_n} + M_n \frac{x}{l_n}, \quad (12a)$$

где M_x^0 — изгибающий момент от нагрузки ветром данного пролета в предположении, что пролет представляет балку, лежащую на двух опорах.

Таким образом мы имеем одно уравнение с тремя неизвестными. Для нахождения неизвестных мы должны составить столько уравнений, сколько имеем неизвестных опорных моментов. Крайние опорные моменты нам известны; в точке закрепления основания мачты опорный момент $M_0 = 0$, опорный момент у вершины мачты $M_k = 0$, если верхний ярус оттяжек прикреплен к самой вершине мачты или

$$M_k = \frac{q l_k}{2}, \quad (13)$$

если верхний ярус оттяжек прикреплен ниже вершины мачты. Здесь l_k — длина мачты выше верхнего яруса оттяжек (черт. 10).

Определив по уравнениям (12) M_{n-1} , M_n и M_{n+1} и подставляя найденные значения в уравнение 12а, мы найдем M_x , так как M_x^0 нам известно:

$$M_x^0 = \frac{q x (l - x)}{2}. \quad (13a)$$

Для определения расчетной поверхности мачты, на которую действует ветер, необходимо считать ветер направленным со стороны наибольшей поверхности мачты (черт. 11, 12 и 13 стр. 447).

Тогда для четырехбрусенчатой мачты мы имеем

$$q = p (2a \sqrt{2} + d) \cdot 0,8, \quad (14a)$$

где коэффициент 0,8 учитывает проникновение частиц воздуха между брусенками.

Для трехбрусенчатой

$$q = p (2a + d) \cdot 0,8 \quad (14b)$$

и для шестибрусенчатой

$$q = p (2R + d) \cdot 0,8. \quad (14в)$$

Для однобревенчатой мачты

$$q = p \cdot d \cdot 0,66, \quad (14г)$$

где 0,66 коэффициент обтекания воздухом круглой поверхности.

В случае расчета очень высоких мачт, когда приходится ставить 10 и более ярусов оттяжек, число уравнений для определения опорных моментов получается весьма значительным, и решение их будет связано с большими затруднениями. Затруднения эти еще увеличиваются вследствие того, что при вычислениях нельзя пользоваться логарифмической линейкой, а приходится производить все вычисления или на бумаге, или при помощи арифмометра. Однако, имея в виду то обстоятельство, что, в случае одного загруженного пролета, действие его на соседние пролеты быстро убывает по мере удаления от загруженного пролета, мы можем упростить расчет, рассчитывая отдельно каждую пятипролетную балку; при этом ошибка должна получиться не более $1/20\%$.

Расчет многопролетной балки можно производить более простым методом, пользуясь графо-аналитическим способом, применяя теорему о двух моментах. Для этого следует вычертить кривые моментов M^0x_n от сплошной нагрузки отдельно для каждого пролета мачты, считая каждый пролет балкой, лежащей на двух опорах. Далее необходимо найти зависимость между полными изгибающими моментами Mx_n и Mx_{n+1} в двух смежных пролетах в соответствующих точках F_n и F_{n+1} , расположенных на расстоянии x_n и x_{n+1} от левых опор, пользуясь уравнением

$$\frac{Mx_n - M^0x_n}{l_n - x_n} + \frac{Mx_{n+1} - M^0x_{n+1}}{x_{n+1}} = \frac{1}{4} q_n l_n^3 + q_{n+1} l_{n+1}^3. \quad (15)$$

Входящие в уравнение (15) величины M^0x , моменты в точках F , определяем непосредственно из опоры изгибающих моментов от сплошной нагрузки. Для определения положения точек F находим их расстояния x от левых опор, пользуясь формулами

$$x_{n+1} = \frac{l_{n+1}}{k_{n+1}}, \quad (16)$$

$$k_{n+1} = 2 + \frac{l_n}{l_{n+1}} \left(2 - \frac{1}{k_n} \right). \quad (17)$$

Величину коэффициентов k_n определяем, последовательно переходя от крайних пролетов, где $x = 0$ и $k = \infty$, к средним. Откладывая

найденные из уравнения (15) значения полных изгибающих моментов M_x от точек F' по ординатам точек F и проводя прямые F_n'' , F_{n-1}'' F_{n+1}'' , F_n'', находим моменты M_n над опорами.

Определив величины опорных изгибающих моментов в точках прикрепления оттяжек, мы определяем реакции опор. Опорные реакции разрезных балочек мы можем определить по формулам

$$B_n = \frac{M_{n-1} - M_n}{l_n} + \frac{g l_n}{2}; A_{n-1} = \frac{M_{n+1} - M_n}{l_{n+1}} + \frac{g l_{n+1}}{2}. \quad (18)$$

Складывая получающиеся опорные реакции балочек, получаем опорные реакции в точках прикрепления оттяжек по формуле

$$R_n = B_n + A_{n+1}. \quad (19)$$

Каждая из опорных реакций R_n может быть разложена на две составляющие, из которых одна R_{n0} действует по направлению оттяжек и уравновешивается реакцией основания мачты. Тогда

$$R_0 = \frac{R}{\sin \alpha} \quad (20) \quad \text{и} \quad R_v = \frac{R}{\tan \alpha} = R \cot \alpha, \quad (21)$$

где α угол, образуемый оттяжкой в точке прикрепления к мачте с ее телом (черт. 15 стр. 448).

Таким образом, рассматривая нашу мачту, как неразрезную балку, мы получаем опорные реакции в результате довольно сложных вычислений. Поэтому для упрощения задачи иногда делают допущения, предполагая, что мачта представляет собою разрезную балку; каждый пролет рассчитывается отдельно, как балка, лежащая на двух опорах. Делая такое допущение, мы пренебрегаем влиянием отрицательного опорного момента, возникающего в точках прикрепления оттяжек.

Но с другой стороны в случае такого допущения мы получаем величину наибольшего изгибающего момента в средней части пролета несколько больше, чем в случае неразрезной балки.

Формулы расчета сжатых частей мачты. Кроме усилий, перечисленных выше, в каждом пролете будет действовать сжимающее усилие от веса всех вышележащих частей мачты.

Как известно, при сжатии стойки силами, действующими вдоль ее оси, стойка эта начинает укорачиваться, сохраняя свою прямолинейность. При некоторых условиях прямолинейная форма равновесия оказывается неустойчивой, и стойка начинает выпучиваться и искривляться. Такое явление „продольного изгиба“ начинается тем скорее, чем больше длина стойки по сравнению с ее поперечным сечением.

Это обстоятельство указывает на то, что поперечное сечение мачты должно определяться не по величине допускаемых при сжатии напряжений, а по величине критической нагрузки, при которой прямолинейная форма перестает быть устойчивой.

Мачта будет стоять прочно лишь в том случае, если форма равновесия устойчива. Поэтому необходимо знать то наименьшее значение внешних нагрузок, при котором становятся возможными несколько различных форм равновесия. Эта величина внешних нагрузок носит название критической нагрузки. Пока нагрузка на мачту меньше критической, возможна лишь одна форма равновесия, и эта форма будет устойчивой.

Величина этой критической нагрузки может быть вычислена по формуле Эйлера

$$P_{\text{критич.}} = \frac{\pi^2 EI}{l^2}. \quad (22)$$

В этой формуле E —модуль упругости материала мачты, I —момент инерции сечения мачты, l —длина пролета. Формула эта относится к тому случаю, когда оба конца пролета могут свободно поворачиваться.

Так как нельзя быть уверенным в том, что концы пролета мачты неподвижны, при расчете мачты приходится пользоваться именно этой формулой тем более, что закрепление концов каждого пролета мачты при помощи оттяжек не может обеспечить ему абсолютной неподвижности.

Для того, чтобы найти величину сжимающего напряжения $P_{\text{критич.}}$, формулу Эйлера можно преобразовать следующим образом:

$$p_{\text{кр.}} = \frac{P_{\text{кр.}}}{F} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l^2 \cdot F^2} = \pi^2 E i^2, \quad (23)$$

где i —радиус инерции сечения мачты.

Для всякого материала имеется некоторое предельное значение отношения $\frac{l}{i}$, для которого еще можно применять формулу Эйлера.

Для дерева этот предел $\frac{l}{i} \leq 100-110$. Для расчета пролетов мачты в случаях, когда $\frac{l}{i} \leq 100-110$, приходится пользоваться экспериментальными данными, полученными главным образом Тетмайером.

Величина критического напряжения может быть определена по формуле

$$p_{кр.} = a + b \frac{l}{i}, \quad (24)$$

где a и b коэффициенты, определяемые из опыта. Для дерева (Тетмайер)

$$p_{кр.} = [293 - 1,94 \cdot \frac{l}{i}] \text{ кг/см}^2 \quad (24a)$$

при $\frac{l}{i} \leq 110$.

При расчете сжатых частей мачты считают, что состояние, соответствующее критической нагрузке, также опасно, как и состояние, соответствующее моменту разрушения, а потому задаются определенным запасом прочности, исходя из величины критического напряжения или величины критической нагрузки.

Следовательно при проектировании мачты нужно стремиться к тому, чтобы отношение $\frac{l}{i}$ было возможно меньше, т.е. чтобы l было возможно меньше, а i возможно больше. Это достигается с одной стороны надлежащим выбором длины пролетов мачты, т.е. числа ярусов оттяжек, а с другой стороны — надлежащим выбором конфигурации поперечного сечения.

Кроме сказанного необходимо стремиться к тому, чтобы направление действия силы, сжимающей мачту, совпадало с осью мачты, так как только в таком случае мы имеем право применять приведенные выше формулы для определения критического напряжения в теле мачты и критической нагрузки.

Достигается это исключительно путем рационального выбора конструкции мачты и следовательно в этом случае на первый план выступают чисто конструктивные соображения. Однако точно соблюсти это условие не всегда возможно, и точка приложения равнодействующей сжимающих сил не всегда совпадает с центром тяжести сечения мачты, образуя некоторый неизбежный эксцентриситет. При проектировании приходится обращать особенно серьезное внимание на устройство прикрепления оттяжек. Наиболее рациональные конструкции для трехбрусенчатой и четырехбрусенчатой мачты изображены на черт. 16, 17, 18 и 19 (стр. 453 и 454).

Влияние эксцентричного приложения нагрузки. В этом случае, кроме сжатия, появляется изгиб, и сжимающие напряжения распределяются неравномерно по площади поперечного сечения мачты.

В опасном сечении мачты возникнут дополнительные напряжения пропорциональные отношению $\frac{Z}{i}$, где Z расстояние наиболее удален-

ных волокон от центральной оси сечения, а i — радиус инерции сечения. При выборе сечения нужно стремиться к тому, чтобы имело место соотношение:

$$\frac{Z}{i} \leq 2,75. \quad (25)$$

Для круглого сечения

$$\frac{Z_0}{i} = \frac{d \cdot 4}{2 \cdot d} = 2. \quad (25 a)$$

При проектировании мачты дополнительное напряжение, возникающее в результате прогиба пролета и вследствие эксцентрического приложения нагрузки, можно определить, исходя из предположения, что на мачту будут действовать одновременно дополнительный изгибающий момент от вертикальной нагрузки

$$M'_{изг.} = P f, \quad (26)$$

где P — вертикальная нагрузка в рассматриваемом пролете, а f — стрела прогиба нашего пролета, и изгибающий момент

$$M''_{изг.} = P \cdot f', \quad (27)$$

возникающий вследствие эксцентричного приложения нагрузки, где f' — величина этого эксцентриситета (черт. 20 стр. 454).

Тогда для данного пролета полный изгибающий момент будет

$$M_{полн.} = M_{изг.} + P (f + f'). \quad (28)$$

Наибольший изгибающий момент, который может безопасно выдерживать данный пролет, можно определить по формуле:

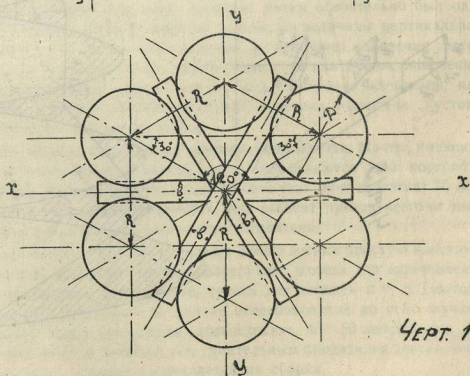
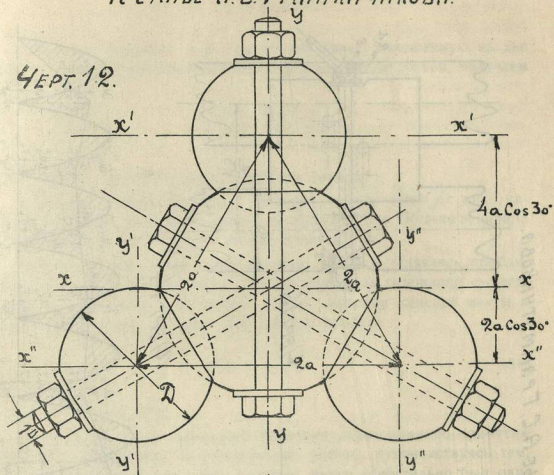
$$\varphi \cdot k_d = \frac{M_{полн.} \cdot l}{I} \geq \frac{P}{F}, \quad (29)$$

где φ — коэффициент ослабления поперечного сечения с площадью F , k_d — допустимое напряжение материала мачты.

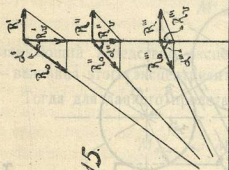
Величину стрелы прогиба f можем определить, предполагая, что напряжение материала мачты достигло своего предельного допустимого значения, т.е. для дерева

К СТАТЬЕ А. С. ГРАММАТЧИКОВА.

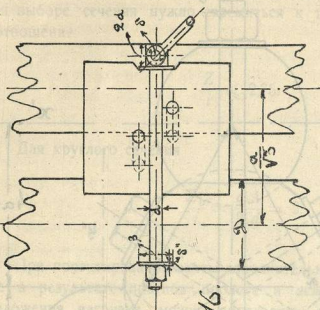
ЧЕРТ. 12.



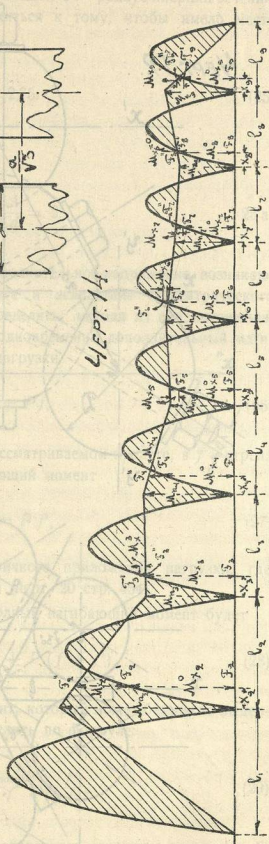
ЧЕРТ. 13.



ЧЕРТ. 15.



ЧЕРТ. 16.



ЧЕРТ. 14.

$$k_d = 60 \text{ кгp/cm}^2.$$

Тогда, рассматривая наш пролет, как балку, положенную на две опоры и нагруженную равномерно распределенной нагрузкой, получаем

$$f = \frac{5}{48} \cdot \frac{k_d \cdot l^2}{EZ},$$

где $E = 100000 \text{ кгp/cm}^2$, модуль упругости дерева.

Величина эксцентриситета f' зависит прежде всего от того, насколько тщательно выполнена работа по сборке мачты. Обычно величина f не превосходит 0,2—0,5% от длины пролета.

Пользуясь формулами, приведенными выше, и задаваясь приближительными размерами отдельных частей мачты на основании существующих конструкций, определяют радиус инерции сечения мачты и находят критическую нагрузку для данного пролета

$$P_{кр.} = \varphi \cdot P, \quad (31)$$

где φ — запас прочности.

Далее, если нужно, несколько изменяют первоначально принятые величины и производят окончательный расчет, руководствуясь тем, чтобы запас прочности во всех пролетах мачты обязательно был одинаковым. В зависимости от высоты мачты, от величины вертикальной составляющей, от натяжения оттяжек и величины давления ветра конфигурация сечения мачты претерпевает те или другие изменения. Соответственно этому мачта может быть или однобревенчатой, или имеет более сложное сечение в случае, если она построена „кустом“ из трех, четырех или шести бревен.

Выбор формы поперечного сечения тела мачты. Мачты, имеющие в сечении одно бревно, весьма часто применяются при постройке радиостанций небольшой мощности. Высота этих мачт достигает 70 метров, причем, само собою разумеется, она зависит прежде всего от того, каким лесным материалом располагает строитель.

Мачты такого типа представляют собою весьма простую конструкцию в смысле экономии лесного материала, железа для изготовления поковок, бетона для фундаментов, троса для оттяжек и т. д. Поэтому можно считать постройку их вполне целесообразной во всех случаях, когда высота мачты не должна превосходить 45—50 метров, так как при большей высоте делается затруднительным придать им достаточный запас прочности, а также затрудняется их сборка.

Второй тип мачт, нашедший довольно широкое применение, это мачты, имеющие 3 бревна в сечении. Высота таких мачт обычно

достигает до 75—85 метров. Однако особо широкого распространения мачты этого типа, вероятно, найти не смогут, так как эта конструкция требует расположения оттяжек в трех плоскостях (черт. 17), что не всегда желательно, ибо такое расположение оттяжек сильно осложняет регулировку мачты, и главное—в этом случае чрезвычайно затруднительно рациональное конструирование соединения бревен мачты между собою, особенно если расстояние $2a$ между осями бревен необходимое для получения большого момента инерции сечения значительно (черт. 12 и 17).

Третий тип мачт, это—тип мачт четырехбревенчатых, имеющих наиболее широкое применение в практике. Можно считать, что почти все мощные радиостанции Союза оборудованы мачтами именно этого типа. Мачты этого типа могут быть с одинаковым успехом построены высотой от 60—200 метров. Кроме того, имея оттяжки расположенными в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, такие мачты весьма легко поддаются регулировке (черт. 21).

Четвертый тип мачт-мачты, имеющие в поперечном сечении 6 бревен (черт. 13). Построенных мачт такого типа мы не имеем. Однако подсчеты показывают, что высота таких мачт может быть доведена до 200—220 метров.

Определение моментов инерции и моментов сопротивления площади поперечного сечения мачты. Задавшись какой либо конфигурацией сечения, мы прежде всего должны определить наименьший момент инерции сечения—основную величину, входящую во все дальнейшие расчеты. Для однобревенчатой мачты величина момента инерции сечения может быть определена по формуле

$$I_1 = \frac{\pi D^4}{64} \quad (32)$$

или непосредственно по таблицам, имеющимся в справочниках.

Момент инерции сечения трехбревенчатой мачты относительно осей xx и yy , проходящих через центр тяжести сечения (черт. 12), определяется следующим образом

$$I_{yy} = 3 \cdot \frac{\pi D^4}{64} + \frac{2 \pi \cdot D^2}{4} \cdot a^2 = 3 \frac{\pi D^4}{64} + \frac{\pi D^2}{2} a^2, \quad (33 a)$$

$$I_{xx} = \frac{3 \pi D^4}{64} + \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \frac{16}{9} \cdot a^2 \cdot \frac{3}{4} + 2 \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{4 a^2}{9} \cdot \frac{3}{4} = \frac{4 \pi D^4}{64} + \frac{\pi D^2}{2} a^2. \quad (33 a)$$

Рассматривая приведенные выражения для определения I_{xx} и I_{yy} , мы видим, что величина их зависит с одной стороны от диаметра

бревен D , а с другой стороны возрастает с увеличением расстояния между центрами тяжести бревен. Однако для той и другой величины имеем некоторый предел, так как увеличение диаметра бревен увеличивает с одной стороны их стоимость, а с другой стороны черезвычайно затрудняет сборку мачты. Увеличение расстояния между центрами бревен не может идти дальше некоторого предела в виду чисто конструктивных соображений, так как прокладки между бревнами не могут быть выполнены толще 10—11 вершков за невозможностью получить более толстые бревна (черт. 12 и 17).

Момент инерции сечения четырехбревенчатой мачты (черт. 11) может быть определен или относительно оси xx' , или относительно оси $x'y'$.

$$I_x = I_y = \frac{4\pi d^2}{4} \left(\frac{D^2}{16} + a^2 \right), \quad (34a)$$

$$I_{x'} = I_{y'} = \frac{4\pi d^2}{4} \left(\frac{D^2}{16} + a^2 \right). \quad (34b)$$

При выборе величин D и a следует иметь в виду только что сказанное.

Для шестибревенчатой мачты имеем (черт. 13):

$$I_x = 3 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \left(\frac{D^2}{8} + R^2 \right), \quad (35a)$$

$$I_y = 3 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \left(\frac{D^2}{8} + R^2 \right). \quad (35b)$$

Таким образом из приведенных выше формул видно, что величина моментов инерции сечения $I_x = I_y$, и следовательно совершенно безразлично, какой из этих моментов вводить в расчет. К случаю шестибревенчатой мачты также относится все сказанное выше относительно выбора D и R . Следует отметить, что сечение шестибревенчатой мачты всегда получится весьма сложным с конструктивной точки зрения.

Момент сопротивления W этих сечений и радиус инерции i мы получаем, пользуясь известными формулами строительной механики

$$W = \frac{I}{Z}, \quad (36)$$

где Z расстояние наиболее удаленного волокна сечения от нейтральной оси, и

$$i = \sqrt{\frac{T}{F}}, \quad (37)$$

где F —площадь поперечного сечения мачты.

Определение веса мачты. Вес мачты зависит от того, из какого материала она построена. Определение веса может быть произведено по формуле

$$G = \gamma \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot N \cdot l \cdot 1,3, \quad (38)$$

причем G определяется отдельно для каждого пролета, N —число бревен, входящих в сечение; коэффициент 1,3 учитывает вес прокладок и металлических конструкций, входящих в состав мачты, γ — удельный вес материала мачты, D —диаметр бревен мачты.

Удельный вес дерева зависит от его породы, а также от того, когда была произведена его рубка, зимой или летом; кроме того он зависит от сухости дерева.

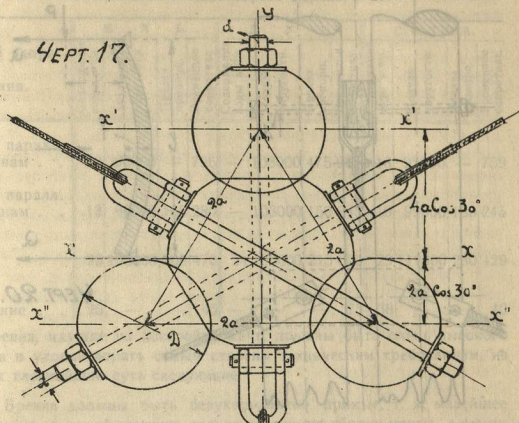
Обычно для постройки мачт применяется сосна и, изредка, лиственница. Из других лесных пород находят себе применение дуб для изготовления клиньев в замках для соединения между собою бревен и ясень для изготовления колец для антенн.

Удельные веса различных сортов дерева следующие:

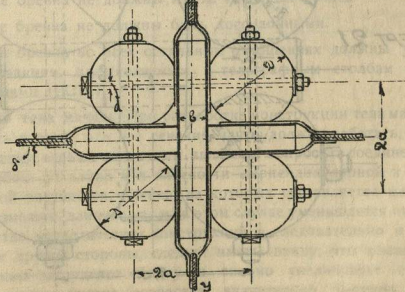
	Су х и е.	Свеже- срубленные.
Дуб	0,69—1,03	0,93—1,28
Ель	0,57—0,75	0,77—1,23
Лиственница	0,47—0,56	0,81
Сосна	0,31—0,76	0,38—1,08
Ясень	0,57—0,94	0,70—1,14

Свойства различных сортов дерева. Механические свойства дерева в значительной мере зависят от содержания влаги в нем. С увеличением сырости сопротивление раздавливанию понижается. Лес старый и выдержанный обладает значительно большим сопротивлением раздавливанию. Коэффициент сжатия E почти постоянен.

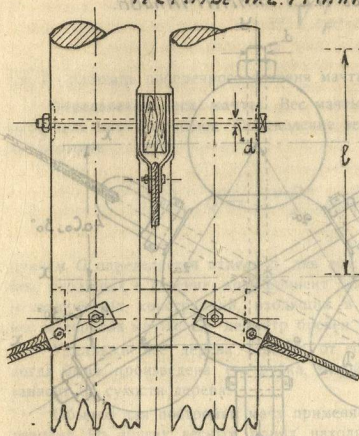
ЧЕРТ. 17.



ЧЕРТ. 18.

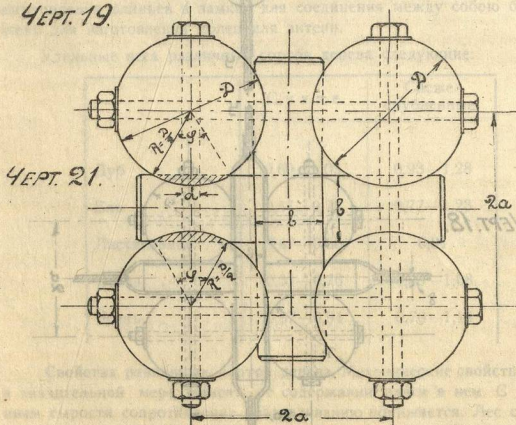


К СТАТЬЕ А.С. ГРАММАТЧИКОВА.



ЧЕРТ. 20.

ЧЕРТ. 19.



ЧЕРТ. 21.

Механические свойства разных сортов дерева.

Способ напряжения.	Б Л Б.				Д У Б.				СОСНА.			
	Содержание воды в 0/0.	Модуль упругости.	Предел пропорц.	Временное сопротивление.	Содержание воды в 0/0.	Модуль упругости.	Предел пропорц.	Временное сопротивление.	Содержание воды в 0/0.	Модуль упругости.	Предел пропорц.	Временное сопротивление.
Растяж. паралл. волокнам . . .	13	90000	—	796	—	108000	475	965	16	92000	—	759
Сжатие паралл. волокнам . . .	13	96000	155	280	—	103000	150	345	19	99000	150	245
Изгиб	23	108000	200	470	24	100000	215	600	29	111000	230	429
Сдвигение . . .	25	—	—	45	—	—	—	75	38	—	—	40

Бревна, идущие на постройку мачт, должны быть очень высокого качества и удовлетворять самым строгим техническим требованиям, из которых главнейшие суть следующие:

1) Бревна должны быть безукоризненно прямые, т. к. малейшее искривление, с одной стороны, сильно осложняет сборку мачты, а с другой стороны—при постройке мачт из кривых бревен мы получаем всегда эксцентричную нагрузку, что весьма нежелательно. В этом отношении требования, предъявляемые к мачтовым бревнам, должны быть значительно строже требований, предъявляемых к бревнам для телеграфных столбов.

2) Мачтовые бревна не должны иметь табачных сучьев.

3) Мачтовые бревна не должны быть косослойными.

4) Мачтовые бревна во всех остальных отношениях должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к телеграфным столбам техническими условиями НКПиТ.

Конструкция тела мачты. При разработке конструкции тела мачты необходимо иметь в виду, что все сечение мачты должно работать, как одно целое. Поэтому весьма серьезным является вопрос о соединении бревен между собою по длине и в плоскости перпендикулярной к оси мачты. Само собой разумеется, бревна, из которых составляется мачта, должны быть возможно длиннее, т. к. в этом случае уменьшается число стыков и количество металлических конструкций, а следовательно и вес мачты. Однако, с другой стороны, следует иметь ввиду, что слишком большой вес бревна затрудняет сборку и сильно увеличивает стоимость мачты, т. к. цена бревна возрастает значительно быстрее, чем пропорционально его длине. Обычно для постройки мачт употребляются

бревна, имеющие от 5 до $7\frac{1}{2}$ вершков в диаметре (22,2—33,5 см) и длиною 5—7 сажен (10—14 метров).

Стык бревен между собою. Соединение бревен друг с другом по длине производится так называемым немецким зубом (черт. 22, стр. 459). Длина врубки l обычно делается около 1 метра, глубина врубки $g=4-5$ см. Для укрепления стыка в него вводится клин. Клинья лучше всего делать из возможно более твердого дерева—дуба. На черт. 226 дан вид зуба в плане. Размер клина: $m=7-10$ см, $k=5-7$ см в зависимости от диаметра соединяемых бревен. Укрепление стыка может производиться различными способами, из которых наиболее широкое распространение получило укрепление его бугелями или хомутами из полосового железа. Размеры этих хомутов, равно как и болтов, соединяющих части этих хомутов и стягивающих стык, определяются из расчета. Расположение хомутов на стыке указано на черт. 22а.

Расчет стыка производят, исходя из предположения, что нажатие хомутов должно быть настолько велико, чтобы стык удерживался трением. Если обозначить сжимающее усилие, действующее вдоль оси бревна, P (черт. 23), то сила, с которой должны быть нажаты бревна друг на друга,

$$Q \geq P \cotang(\alpha + \varphi). \quad (39)$$

Обычно будет

$$Q = \frac{2P}{\tan \alpha}, \quad (39a)$$

где $\tan \alpha$ коэффициент трения покоя дерева об дерево, а φ угол трения для покоя.

	Коэффициент трения скольжения		Коэфф. трения покоя.	
	На сухо.	С водой.	На сухо.	С водой.
Дуб по дубу вдоль волокон	4,48	—	0,62	—
Дуб по дубу поперек волокон	0,34	0,25	0,54	0,71

Бревна прижимаются друг к другу при помощи бугелей (черт. 24 стр. 460) или болтов (черт. 25 стр. 465), причем число и размер тех и других определяется в зависимости от силы Q , полученной по формуле 39 или 39а. Обычно бугеля делаются из полосового железа толщиной $3/8"$ —

$1/2''$ — $5/8''$ и шириною $1\frac{1}{2}''$ — $4''$. Для того, чтобы углы бугелей не врезались в дерево при затягивании болтов, бугеля очерчиваются не по кругу, а по эллипсу причем эксцентриситет этого эллипса $e = \frac{1}{8} - \frac{1}{12}$ (черт. 24). Задавшись размерами бугелей, определяют число их по формуле

$$N = \frac{Q}{2S}, \quad (40)$$

где $S = ab$ представляет собою площадь поперечного сечения бугеля. Диаметр стяжных болтов определится по формуле

$$N \frac{\pi d'^2}{4} k_z = \frac{Q}{2} \quad (41), \quad \text{откуда} \quad d' = \sqrt{\frac{2Q}{\pi k_z N}}; \quad (41)$$

здесь K_z допустимое напряжение железа на разрыв. Обычно $d' = 18$ — 25 мм ($\frac{3}{4}''$ — $1''$).

Бугеля могут быть заменены стяжными болтами (черт. 25 стр. 465), причем, подобно предыдущему, задача их расчета сводится к тому, чтобы при помощи этих стяжных болтов получить достаточное нажатие трущихся поверхностей стыка друг на друга.

Задавшись числом этих болтов N , диаметр их d'' мы можем определить по формуле

$$d'' = 2 \sqrt{\frac{Q}{\pi k_z N}}. \quad (42)$$

При постройке и обслуживании мачт следует иметь в виду, что дерево подвергается с течением времени сильной усушке и следовательно все соединительные болты периодически должны быть подтягиваемы. Можно с уверенностью сказать, что 75% всех аварий с деревянными бревенчатыми мачтами происходит в результате недостаточного надзора за болтовыми соединениями мачты или недостаточно тщательной сборки самой мачты. Поэтому при изготовлении стяжных болтов резьбу на них следует делать настолько длинной, чтобы была обеспечена возможность их подтягивания при усушке дерева.

Следует отметить одно преимущество соединения бревен в стыке при помощи бугелей по сравнению с соединением их болтами, заключающееся в том, что при усушке дерева и при недостаточном надзоре за мачтой, когда верхнее бревно переместится несколько вниз, стык окажется снова затянутым. В этом случае клин может оказаться лишь помехой, т. к. присутствие его поведет за собою выкалывание материала.

В случае же соединения стыка сквозными болтами они изогнутся и начнут работать одновременно и на растяжение, и на изгиб, и следовательно условия их работы будут значительно ухудшены (черт. 26).

Выше говорилось о форме поперечного сечения мачты. В случае четырехбревенчатой мачты соединение бревен производится посредством так называемых прокладок или шпонок (черт. 21 и 26), а в случае трехбревенчатой мачты — при помощи кусочков бревна, представляющих из себя те же прокладки или шпонки (черт. 12 и 16).

Рассматривая формулу Тетмайера для определения величины критического напряжения (стр. 445) или Эйлера (стр. 444), мы видим, что величина критической нагрузки будет тем больше, чем меньше длина пролета и чем больше радиус инерции или момент инерции сечения мачты. Следовательно нужно прежде всего стремиться к тому, чтобы пролеты мачты не были слишком велики. Для этого не следует бояться слишком большого числа ярусов оттяжек и связанных с этим затруднений в регулировке. Наоборот, большое количество ярусов даже упрощает регулировку. Само собою разумеется, что благодаря большому числу ярусов оттяжек диаметр троса оттяжек может быть уменьшен, так что общий вес увеличивается весьма незначительно и даже при рациональном подсчете оттяжек может не измениться с увеличением числа их.

Выбор числа ярусов оттяжек, диаметра бревен и расстояния между осями бревен. Для выяснения того, какие усилия возникают в теле мачты, при проектировании следует произвести подсчет для нескольких вариантов с различным числом ярусов оттяжек и выбрать тот из них, который даст наибольший запас прочности.

Вообще же, имея в виду опытные данные, лучше всего не злоупотреблять длиною пролетов, тем более, что кроме всего прочего длинные пролеты весьма сильно затрудняют сборку, требуя постановки дополнительных оттяжек.

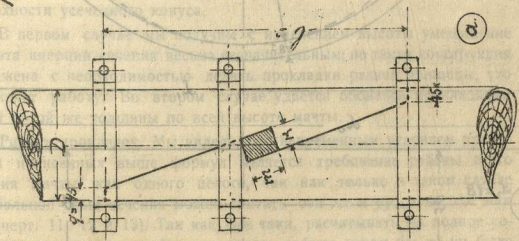
Для выбора числа ярусов оттяжек можно приблизительно руководствоваться следующей таблицей.

Число ярусов оттяжек.

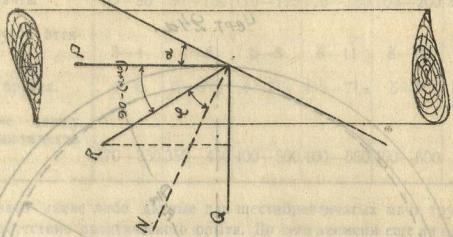
1) Мачта трехбревенчатая.

Высота мачты	45—65	65—80	80—100	метров.
Число ярусов оттяжек . . .	3—4	4—5	5—6	—
Размер бревен	4,5—6	4,5—7	5—7½	вершков.
Расстояние между центрами бревен	450—500	500—600	500—700	мм.

К статье А.С. Грамматичева.



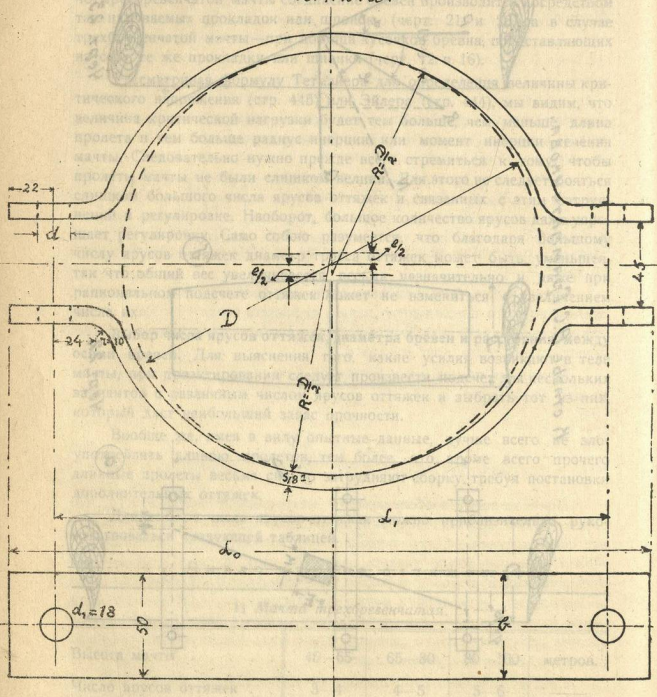
Черт. 22.



Черт. 23.

К статье А.С. Грамматичнова.

Черт. 24а.



Черт. 24б.

2) Мачта четырехбревенчатая.

Высота мачты . . .	55—80	80—100	110—125	125—150	150—200	метр.
Число ярусов оттяжек	3—4	4—6	5—8	6—11	8—16	—
Диаметр бревна . .	4—6	5—6 $\frac{1}{2}$	4—7 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$ —7 $\frac{1}{2}$	5—8	вер.
Расстояние между центрами тяжести бревен	270—350	350—450	400—500	400—550	450—600	мм.

Указать какие либо данные для шестибревенчатых мачт трудно, в виду отсутствия практического опыта. До сего времени еще ни одной шестибревенчатой мачты, как мы упоминали, не построено, и имеются лишь проекты.

Следует заметить, что как бы заманчиво не было брать возможно большее расстояние между осями бревен мачты, а нужно делать это с большой осторожностью, так как, хотя с возрастанием момента инерции сечения мачты уменьшаются касательные напряжения, возникающие при изгибе, толстые прокладки и в особенности длинные стяжные болты, неизбежные в этом случае, делают соединение бревен ненадежными. Расстояние между осями бревен 2а в обычных конструкциях (черт. 11, 12, 13) или сохраняется неизменным по всей высоте мачты, или уменьшается по мере приближения к вершине мачты. Таким образом оси бревен представляют собою образующие цилиндрической поверхности усеченного конуса.

В первом случае мы получим с изменением высоты уменьшение момента инерции сечения весьма незначительным; но такая конструкция сопряжена с необходимостью делать прокладки разной толщины, что осложняет работу. Во втором случае удастся обойтись прокладками одной и той же толщины по всей высоте мачты.

Расчет прокладок. Мы видели, что неперменным условием применения написанных выше формул является требование работы всего сечения мачты, как одного целого, так как только в таком случае нейтральной осью сечения можно считать оси xx' и yy' , а не $x'x'$ или $y'y'$ (черт. 11, 12 и 13). Так как, все таки, рассчитывать на полное совершенство соединения бревен между собою каким бы то ни было способом не приходится, следует брать допускаемым напряжение для всего сечения на 15—20% меньшим, чем то, которое допускается для отдельных бревен.

Для того, чтобы все сечение нашей мачты работало, как одно целое с общим нейтральным слоем, необходимо сделать так, чтобы при изгибе каждого пролета не могло произойти смещения сросшенных

бревен одного относительно другого. Для этого между бревнами вводят прокладки или шпонки, препятствующие такому перемещению. Эти прокладки соединяются с бревнами при помощи стяжных болтов. В зависимости от конструкции тела мачты эти прокладки и болты располагаются для трехбревенчатых мачт под углом 120° , для четырехбревенчатых 90° (черт. 12) и для 6-ти бревенчатых 60° (черт. 13). Соединительные болты рассчитываются на предварительную затяжку, причем величина этой затяжки должна быть такой, чтобы сила трения в стыке была больше или равна касательной силе, действующей в нем.

Если d_0 — внутренний диаметр резьбы болта, R_z — допустимое напряжение в материале болта, $F = \frac{\pi d_0^2}{4}$ — площадь поперечного сечения болта, N — число болтов, работающих в одном стыке, и φ — коэффициент трения дерева об дерево, то расчетным уравнением будет

$$\frac{F \cdot K_z \cdot \varphi \cdot N}{T} = 1,5-2, \quad (43)$$

где T — касательное усилие, приходящееся на один стык. Обычно для расчета принимают $\varphi = 0,3-0,25$ и $R_z = 400-500 \text{ кг/см}^2$ (для железных болтов).

Касательное усилие, действующее на каком либо участке пролета мачты, может быть определено по формуле

$$T = \frac{M_2 - M_1}{I} \cdot S, \quad (44)$$

где I — момент инерции площади всего поперечного сечения, S — статический момент площади сечения мачты, M_1 и M_2 — изгибающие моменты в двух сечениях, величину касательного усилия между которыми мы хотим определить.

Если мы предположим, что наша мачта представляет собою разрезную балку, касательное усилие будет суммироваться на том протяжении пролета, на котором изгибающий момент изменяется от 0 до своей наибольшей величины, т.е. от места прикрепления оттяжек до середины пролета. Тогда

$$T_0 = \frac{M_{\max.}}{I} \cdot S. \quad (45)$$

Так как $k_b = \frac{M_{\max.}}{\omega}$ (46), $I = \omega Z$ (47), то, подставляя эти значения в формулу (45), получим

$$(52) \quad T = \frac{M_{\max}}{wZ} S = \frac{k_b \cdot S}{Z}.$$

В этих формулах Z —расстояние наиболее удаленного волокна от нейтральной оси сечения.

При распределении прокладок вдоль пролета мачты необходимо следить за тем, чтобы они по возможности не попадали в опасное сечение, так как врубка прокладок в тело мачты и дыра для болта еще больше ослабят это сечение. Прокладки для мачты делаются из того же материала, что и сама мачта. Расчет прокладок может быть произведен также и другим способом. Величина касательного усилия, которая может быть уравновешена одной прокладкой, определяется по формуле

$$t_0 = k_{см} \cdot F_{сегм.}, \quad (49)$$

где $k_{см}$ —наибольшее допускаемое напряжение на смятие в стыке, а

$$F_{сегм.} = \frac{R^2}{2} \left(\frac{\pi}{180} \varphi - \sin \varphi \right) \quad (50)$$

площадь сегмента, вырезанного в теле бревна (заштрихованного на чертеже) для плотного соединения с прокладкой (черт. 21). Величина t_0 , определяемая по формуле 49, получится несколько больше имеющей место в действительности вследствие того, что наибольшее давление будет иметь место лишь в крайних точках m и m_1 (черт. 27); во всех же остальных оно будет меньше $k_{см}$.

Для сосны $k_{см} = 0,45-0,5$ кгр/мм² при напряжении действия силы T , совпадающем с направлением перерезанных волокон. Для прокладок из дуба при действии силы T , направленной перпендикулярно к направлению волокна, $k_{см} = 0,35-0,40$ кгр/мм².

Глубина врубки прокладки в тело мачты, для возможно меньшего ослабления сечения бревен, $m_1 n_1 = 25-35$ мм (черт. 27).

Если на данном участке суммируется касательное усилие T , то число прокладок должно быть

$$N = \frac{T}{t_0}. \quad (51)$$

Графический способ разбивки прокладок вдоль пролета мачты. Мы знаем, что при изгибе пролета мачты перемещение бревен друг относительно друга будет наибольшим в точке прикрепления оттяжек и наименьшим в середине пролета. Соответственно этому должна быть произведена разбивка прокладок вдоль пролета; ближе к точкам прикрепления оттяжек они должны быть расположены чаще, посредине же пролета реже. Размещение это очень легко произвести графически. Если ACB (черт. 28 стр. 466) представляет собою кривую моментов, возникающих от давления ветра, то ее наибольшая ордината будет

$$CD = M_{\max.} = \frac{ql^2}{8}; \quad (52)$$

зависимость между координатами точек параболы будет

$$x^2 = \frac{l^2}{4M_{\max.}} \cdot y.$$

По этому уравнению можно построить всю параболу. Вычислив по одному из указанных выше способов, сколько прокладок необходимо расположить в данном пролете, делим на такое число частей ординату CD и через точки деления проводим линии параллельные AB . Опуская перпендикуляры из точек пересечения этих параллельных линий $I, K, L, M, I', K', L', M'$ с параболой на линию AB , получим места, где должны быть расположены прокладки.

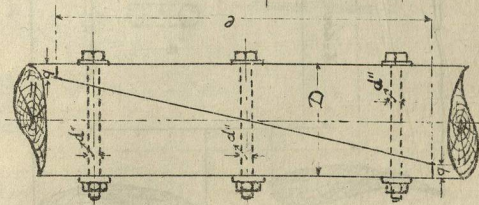
В случае, если мы рассчитывали мачту, как неразрезную балку, задача несколько осложняется, хотя по существу ничем не отличается от только что разобранный.

Практически разбивка прокладок только что описанным способом неудобна, так как при проектировании мачты кроме всего прочего необходимо стремиться, чтобы прокладки не попали в стыки бревен между собою; при несоблюдении этого условия ослабленное врубкой сечение окажется еще больше ослабленным отверстиями для соединительных болтов и врубкой прокладки. Желание добиться все таки возможно более правильного размещения прокладок ведет за собою необходимость постройки мачты из бревен различной длины, что сильно осложняет работу и удорожает постройку мачты.

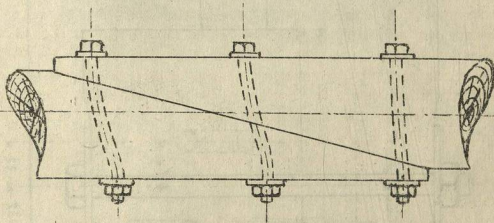
Для определения числа прокладок проще всего задаться диаметром болта, соединяющего прокладку с телом мачты. Обычно диаметр этих болтов берется равным $3/4''$ — $1 1/4''$. При этом прокладки располагаются примерно на расстоянии 1,5—2,25 метров друг от друга. Неравномерное распределение прокладок сильно затрудняет сборку мачты, т. к. при сборке оказываются свободно стоящими концы бревен длиной 4—6 метров, не связанные между собою. Поэтому для под'ема каждого следующего бревна приходится их временно соединять между собою, что задерживает работу.

Конструкция и размер прокладок. Конструктивно для трехбренчатой мачты прокладки представляют собою обрезки бревен (черт. 29) длиной около 60—100 см, плотно пригнанные к бревнам мачты. Сквозь эти обрезки бревен и бревна тела мачты пропускаются соединительные болты (черт. 16 и 17); часть этих болтов может быть использована одновременно и для прикрепления оттяжек. Толщина прокладок выбирается в зависимости от конструктивных соображений и расчета.

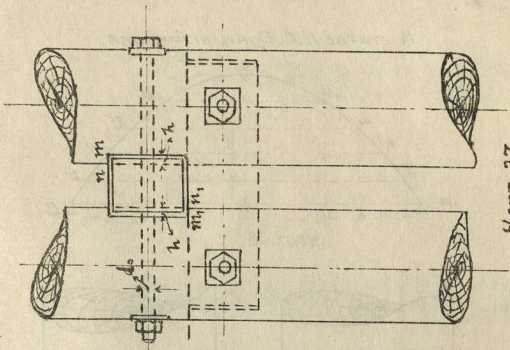
Само собою разумеется, что соединительные болты приходится располагать на различной высоте (черт. 16 и 29). В случае четырех-



Черт. 25.



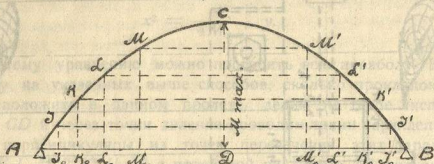
Черт. 26.



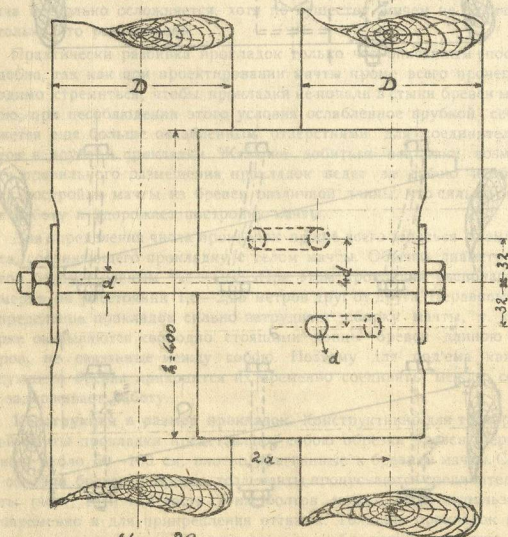
Черт. 27.

$$CD = M_{\text{max}} = \frac{q^2}{8}$$

К СТАТЬЕ А.С. ГРАММАТИЧКОВА.



Черт. 28.



Черт. 29.

бревенчатой мачты (черт. 11 и 27) прокладки представляют из себя брусья, имеющие прямоугольное сечение, с отношением высоты к ширине $\frac{h}{b} = 1-1,5$.

Для шестибревенчатой мачты расположение прокладок производится, как указано на черт. 13 (стр. 447).

Проверка сечения мачты на сложное сопротивление. Как мы видели выше, на каждый пролет мачты будут действовать одновременно сжимающее усилие от собственного веса мачты и от вертикальных составляющих натяжения антенны, натяжения оттяжек и действия ветра и изгибающие усилия от действия ветра. Поэтому каждый пролет должен быть проверен на прочность при одновременном действии сжимающих и изгибающих усилий по формуле

$$\frac{\Sigma P}{F} + \frac{M}{w} \geq \varphi \cdot k_d,$$

где k_d допустимое напряжение материала мачты на сжатие, а φ коэффициент, определяемый по формуле Эйлера или Тетмайера, в зависимости от отношения $\frac{l}{i}$; ΣP —сумма всех сжимающих усилий, действующих в теле мачты.

При составлении настоящей статьи я руководствовался изложением метода расчета тела деревянной бревенчатой мачты, совершенно не касаясь расчета различных мелких деталей мачты, как то болтов для прикрепления оттяжек, чекелей, пальцев и пр., полагая, что лицо, приступающее к расчету мачты, достаточно знакомо со строительной механикой и сопротивлением материалов.

Из числа конструкций, предлагавшихся различными лицами, в настоящей статье приведены лишь те, которые в практической работе оказались самыми надежными и удобными с эксплуатационной точки зрения. Так например, конструкции крепления оттяжек, приведенные на черт. 16, 17, 18 и 19, зарекомендовали себя с весьма хорошей стороны. Расчета деталей этих конструкций я не даю в виду их чрезвычайной простоты.

Изложенный мною метод расчета не представляет собою ничего нового. Указанный метод мною неоднократно проверялся, при чем ожидавшиеся результаты всегда удовлетворительно соответствовали результатам, получавшимся на практике. Так, в частности, расчет по этому методу был проверен летом минувшего года при валке двух сто метровых мачт на Октябрьской радиостанции.

В заключение позволяю себе напомнить проектирующему мачту старую истину: „поменьше изобретайте, побольше конструируйте“.

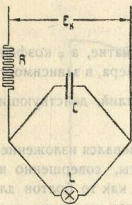
Измерение скольжения асинхронных электродвигателей посредством неоновой лампы.

Проф. А. Г. Белявский.

Кроме обычных способов измерения скольжения¹⁾, оно может быть измерено с помощью недавно появившейся на рынке в качестве источника небольшой силы света (для реклам, освещения лестниц и т. п.), неоновой лампы²⁾. Для этой цели она может быть употребляема со стробоскопическим диском, как и другой источник света (например, вольтова дуга), питаемый тем же переменным током, как и асинхронный электродвигатель. При освещении стробоскопического диска полу-

чается звезда, которая будет вращаться со скоростью оборотов скольжения. При больших скольжениях этот способ мало применим вследствие того, что звезда очень быстро вращается, и трудно за ней следить. Для того, чтобы возможно было измерять и большие скольжения, применяется особое включение неоновой лампы. При питании неоновой лампы переменным током число ее загораний зависит от частоты переменного тока; если же включить неоновую лампу L параллельно конденсатору C через добавочное сопротивление R к источнику постоянного тока (черт. 1) с напряжением E_k , она при соответствующем подборе

E_k , R и C будет светиться прерывисто, причем число загораний будет лежать в широких пределах: от одного в течение нескольких часов до 10,000 в секунду. Если произвести калибрование сопротивления и емкости таким образом, чтобы можно было получать любую частоту загораний, то неоновая лампа может служить для стробоскопического определения любого числа оборотов. Для этого лучше всего употреблять такой стробоскопический диск, какой изображен на черт. 2. Диск освещается неоновой лампой, затем подбором сопротивления и емкости изменяется число загораний лампы до тех пор,



Черт. 1.



Черт. 2.

¹⁾ См. „Сообщения о научных работах в Республике“. Вып. VI, стр. 8. 1921. Проф. А. Г. Белявский. Измерение скольжения асинхронных электродвигателей. Известия Донского Политехнического Института. Том IX, стр. 80.

²⁾ Anson and Pearson. Proc. Phys. Soc. London, p. 175. 1922. Anson. Proc. Camb. Phil. Soc. p. 300. 1920. Schröter u. Pieweg, Arch. f. Elektr. s. 358. 1923.

пока какое-либо кольцо диска не будет казаться неподвижным. Искомое число оборотов легко определится по числу загораний лампы и числу пар секторов кольца, кажущегося неподвижным. Аналогичным способом может быть определено скольжение: изменяя частоту загораний неоновой лампы, можно при любом скольжении привести звезду или кольца диска с числом секторов, соответствующим числу полюсов электродвигателя, в состояние покоя.

Зная частоту загораний неоновой лампы, которая соответствует частоте вращения ротора (ν_2), а также частоту подводимого к электродвигателю тока (ν_1), легко определить скольжение по известной формуле:

$$\delta = \frac{\nu_1 - \nu_2}{\nu_1} = \frac{\nu_2}{\nu_1}.$$

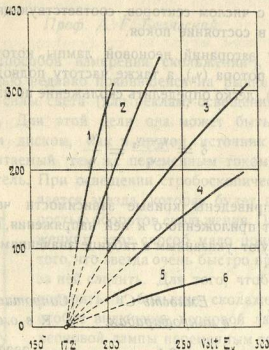
На черт. 3 приведены кривые зависимости частоты загораний неоновой лампы от приложенного к ней напряжения, причем отдельные кривые соответствуют указанным в таблице значениям емкости и сопротивления.

Кривая.	Емкость C в микрофарадах.	Сопротивление R в омах.
1	0,1	33300
2	0,2	66700
3	0,1	120000
4	0,2	100000
5	0,6	66700
6	0,6	100000

В качестве видоизменения этого приема может быть применен следующий способ определения скольжения с помощью неоновой лампы: через отверстие в диске наблюдается загорание лампы, питаемой переменным током; рядом помещается лампа, питаемая постоянным током по схеме черт. 1, и подбирается частота загораний так, чтобы они были одновременны у обеих ламп, что легко установить, наблюдая обе лампы через отверстие в стробоскопическом диске. Частота зажигания лампы, питаемой постоянным током, дает частоту скольжения (ν_2). Частоту подводимого тока отсчитываем непосредственно по частотомеру. Зная ν_2 и ν_1 , легко определить и само скольжение по формуле:

$$\delta = \frac{\nu_2}{\nu_1}.$$

Описанный способ определения скольжения с помощью неоновой лампы, включенной по схеме черт. 1, хорош тем, что с помощью его возможно определять все встречающиеся величины скольжения от самых малых до самых больших.



Черт. 3.

Само собой очевидно, что, зная скольжение, можно воспользоваться свойством неоновой лампы давать строго определенное число зажиганий в зависимости от E_k , C и R (см. черт. 1 и 3) и для определения в широких пределах частоты, что имеет большое значение между прочим и для радиотехники.

Электротехнич. Лаборатория
Доисского Полят. Института.
Новочеркасск.

Radio. № 12. Берлин. 1925.—*Скандинавско-балтийская радиовыставка в Стокгольме.* „Россия обнаружила большой интерес к выставке, среди экспонентов мы находим профессора Салтыкова из Ленинграда, организовавшего русский отдел. В этом отделе имеются между прочим несколько 25-ти киловаттных генераторных ламп, построенных профессором Бонч Бруевичем во время его деятельности в Радионинституте в Нижнем-Новгороде, и много генераторных и усилительных ламп, показывающих развитие высокой техники радиоиндустрии в России по сравнению с остальными европейскими странами. Картина эта дополняется еще некоторыми известными специальными конструкциями приемников профессора Лосева“.

Короткие волны.

(ОБЗОР).

Б. А. Остроумов.

Доложено на лабораторной беседе Нижег. РЛ 19 VIII. 1925.

Поразительные результаты, полученные 2 года назад с передачей короткими волнами (порядка 100 м) привлекли всеобщее внимание¹⁾ и дали мощный толчок новому радиотехническому творчеству. Два года напряженной беззаветной любительской работы не остались без результата — ни одна ветвь радиотехники не давала еще такого блистательного расцвета. Рекорды непрерывно следуют один за другим²⁾. Поэтому не бесполезно отдать себе отчет в том, что же достигнуто за это время, и попытаться определить дальнейшее направление радиотехнической мысли.

Область волн около 100 метров (от 60 до 120), после того как Науен установил служебную связь с Буэнос-Айресом³⁾ при помощи всего 2 kW, получила полное право гражданства не только среди любителей, но и на больших государственных и коммерческих станциях. Внимание было направлено преимущественно на увеличение мощности излучения (В. В. Татаринов в Нижнем и в Москве до 15 kW⁴⁾, Маркони⁵⁾ — 9 kW, а в самое последнее время в Америке от 10 до 20 kW), так как было определенно установлено вредное влияние дневного света, не только ослабляющего силу приема, но даже совсем нарушающего связь. Ночью для поддержания связи бывает достаточно ничтожной мощности, днем же она делается ненадежной даже при относительно громадных количествах излучаемой энергии, которая должна была-бы, как предполагалась, компенсировать потери при распространении волн.

Это обстоятельство побудило искать новых диапазонов волн именно в сторону их укорочения. Лишь трудности генерации, а также сохранения длины волны и устойчивости колебаний, замедляли работу. Однако уже довольно скоро удалось продвинуться до 40 метров, а за тем до 20 метров и даже ниже. Блестящие успехи были наградой за эти усилия. Оказалось, что дневной свет не только не имеет указанного выше губительного действия, но в некоторых случаях даже усиливает прием и позволяет точнее определять направление сигналов, что на этих волнах ночью оказалось затруднительным⁶⁾. Дальность же дейст-

1) ТиТбп № 25, стр. 315. 1924.

2) ТиТбп № 27, стр. 543. 1924; № 28, стр. 96. 1925.

3) ТиТбп № 27, стр. 543 и 354. 1924.

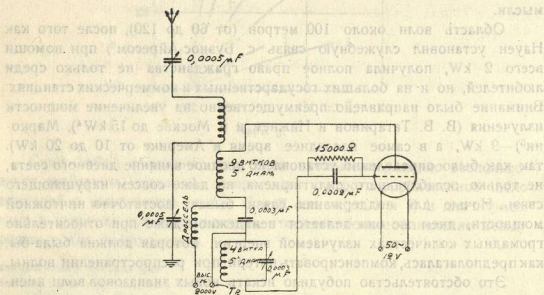
4) ТиТбп № 30, стр. 259. 1925.

5) Тоже, стр. 317.

6) Проф. А. Эзау. *Funk. H.* 32, p. 373 и сл. 1925. Речь на организационном собрании немецкого радиотехнического союза в Мюнхене.

вия далеко превзошла все, на что можно было надеяться. По опытам, систематически производившимся в течение месяца радиостанцией *F8alg* с волной в 30—35 мт выяснилось, что для осуществления связи во всей западной Европе достаточно мощности в 4 ватта, для сношений с Америкой—18 ватт, а с Новой Зеландией—30 ватт¹⁾. Рейнарц с волной в 20 мт перекрыл Атлантический океан при полном дневном свете с одной генераторной лампой американского типа.

При большей мощности Науен установил связь на той же волне с Явой и Японией, не говоря уже об Америке. Но самым серьезным достижением следует считать установление постоянной двусторонней связи между Англией и Австралией при полном солнечном освещении. Она была осуществлена со стороны Англии Е. J. Simmonds'ом (*g2OD*, волна 20—22 мт, лампа М. О. тип Т 250, мощность 125 ватт, антенна Т-образная, работающая третьей гармоникой), а со стороны Австралии С. D. MacLurgan'ом *a2CM* (волна 20 мт, лампа американская UV—203). Схема передатчика *g2OD* изображена на черт. 1. Черт. 2 изображает



Черт. 1. Передатчик *g2OD* (Англия) Simmonds. *Тр*—провода к средней точек трансформатора накала.

схему другого передатчика *g5NN* на 18 мт, работавшего с Австралией при дневном свете 26 апреля сего года. Австралийские станции пользуются, повидимому, подобными-же схемами. С 3-го мая *g2OD* и *a2CM* непрерывно сносятся днем друг с другом, несмотря на то, что время года соответствует наибольшей инсоляции всего промежуточного пространства³⁾.

Эти удивительные результаты и открывающиеся дальнейшие перспективы направленного излучения настоятельно диктуют необходимость

1) *Radio fur Alle*, QSL H. 17, p. I. 1925.

2) *Radio fur Alle*, H. 17, p. 74. 1925.

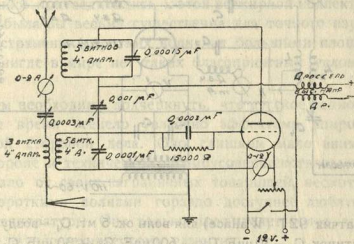
3) *QST*, July, p. 23. 1925. *Wireless World*, № 297, p. 352; № 300, p. 447; № 301, p. 469; № 308, p. 61. 1925.

самого тщательного изучения всех деталей работы с короткими волнами. Насколько нам пока известно, опыты в этом направлении ведутся следующими большими станциями:

Науен регулярно работает тремя передатчиками ROY—20 мт, POX—26 мт и POW—42 мт (последние два—от 2000 до 0700 М. Е. З.)

Два австрийские передатчика AUXA₁—20 метров (иногда 100 метров) по воскресениям 2200 MEZ и AUXA₁₇—от 3 до 75 метров ежедневно кроме воскресений с 1200 до 1600 ведут систематическую подачу сигналов и передачу¹⁾.

Нижегородская Радиолaborатория ставит новые опыты мощного излучения до 5 kW со ст. „Коминтерн“ (В. В. Татаринов—вол. 15—30 мт)



Черт. 2. Измененная схема Мейснера. Передатчик *g5NN* и *a3BQ* (Австралия) и три американские станции работают в том же направлении, NHF—21 мт 10 kW, WQO—35 мт 20 kW, MIZ—43 мт 20 kW.

Американская организация ARRL давала сигналы в течение круглых суток (с перерывами) по два дня на волне от 4,8 мт до 5,3 мт в августе и на волне 25—26 мт в июле с. г. для определения силы приема при различных положениях солнца—опыты повидимому продолжаются.

Пока еще неизвестны результаты работы немецкой станции K4ea на 7 мт волне.

Рейнарц с обычной пятисот ваттной лампой при 3000 V на аноде получил волны до 2 мт длины.

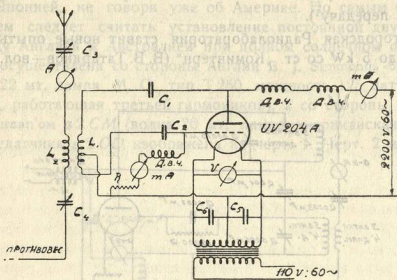
Experimenters Section ARRL публикует об опытах передачи на волне между 74,77—74,96 сантиметров (!) и приглашает к сотрудничеству.

Там уже построен передатчик 9ZT с волной 5 мт и мощностью в 1 kW (D. Wallace—Exper. Sec. ARRL; 1045 Main Street, Hartford, Conn.), давший весьма интересные результаты. Схема его изображена на черт. 3. Он работает регулярно от 7,00 до 7,45 утра и от 6,15 до 7,00 вечера

1) Radio f. A. QSL. H. 15, p. 1. 1925.

центрального американского стандартного времени, подавая сигналы при помощи „омниграфа“ и автоматического ключа. Всю установку пришлось отделить от других аппаратов, потому что даже приближение человека на несколько метров к передатчику совершенно расстраивало работу; от манипулирования ключем Морзе пришлось отказаться¹⁾.

Систематическая работа в широких пределах производится итальянской станцией Ilrg под руководством E. Montu (Belagio, Lago di Como).



Черт. 3. Передатчик 9ZT (Wallace) для волн ок. 5 мт. C_1 —воздушный конденсатор из 2 пластинок, C_2 —30 μF , C_3 —600 μF , C_4 —30 μF , C_5 и C_6 —около 500 μF каждый, L_1 —два оборота проволоки 4" диам., L_2 —четыре оборота проволоки 5" диам. ДВЧ—дрессель высокой частоты.

Она по воскресеньям дает телеграфные сигналы и радиотелефонную передачу на волне 10 мт в 1400 на волне 18 мт в 1500 и на волне 35 мт в 1600 и в 0600 GMM (анодное напряжение 1000 V, ток в антенне 0,5 A). Повидимому, эта самая коротковолновая телефонная станция в мире.

Телефонную передачу на коротких волнах осуществили проф. Д. А. Рожанский на 80 мт (Москва—Ленинград), немецкая станция Ka8 на волне 48—50 мт (Lorenz A. G. Eberswalde) и получившая всемирную известность американская радиовещательная станция KDKA в Питтсбурге. Последняя с одной лампой достигла излучения 10 kW при длине волны в 63 мт и жесткой вертикальной антенне, устроенной из широкой медной трубы длиной в 18 мт с настройкой посредине, укрепленной на отдельной деревянной мачте без оттяжек. При своей мощности KDKA передает концерты и человеческую речь до антиподов; в Западной Европе ее можно принимать на „простой детектор“²⁾.

Подробные сведения о работе на коротких волнах можно найти

1) QST. Май p. 43. 1925.

2) Radio News. Сентябрь, p. 272.

в журналах QST, Radio für Alle и в обстоятельных ежемесячных обзорах H. N. Ryan'a (5 BV) в Experimental Wireless. Вообще же следует отметить чрезвычайное развитие чувства солидарности у всех работающих на коротких волнах. Возможность непосредственных сношений, не взирая на расстояние, чрезвычайно сближает людей, а быстро развивающийся международный технический Код даже без помощи эсперанто окончательно стирает национальные перегородки. Вот почему так интенсивно идет работа вдали от европейской цивилизации, в отдельных уголках нашего мира, на Шпицбергене, в Новой-Зеландии, Аргентине, Австралии и пр. К сожалению нигде пока не помещается систематических сведений о русских коротковолновых станциях.

Было-бы чрезвычайно желательно, чтобы и русские радиолюбители и радиотехники присоединились к этой всемирной коллективной работе. Их помощь была-бы весьма существенна для точного изучения характера распространения коротких волн над большими площадями суши, потому что нигде в мире нет таких благоприятных условий для этого, как у нас.

Впрочем необходимо подчеркнуть, что русское радиолюбительство в последнее время всецело увлечено эффектами широковеущания и общественной стороной дела. Оно слишком мало внимания уделяет научной стороне и техническому самоусовершенствованию, а потому далеко отстало от своих заграничных товарищей, несмотря на то, что работа с короткими волнами гораздо доступнее любителю в смысле дешевизны аппаратуры. Она только пред'являет более высокие требования к его научно-техническому развитию.

Сложные мощные передатчики и приемники в изящных металлических каркасах и футлярах с большим числом вспомогательных и измерительных приборов, стоившие многие тысячи рублей, должны уступить место простым схемам, где не должно быть ни одного лишнего куска металла, где весь успех зависит лишь от совершенства конструкции и достоинства отдельных частей (ламп, конденсаторов и пр.). Все лишнее обуславливает лишние потери энергии; схема должна быть свободна от утечек (изоляция, дросселя на всех подводящих проводах и пр.). Генератором колебаний, повидимому, может служить исключительно лампа, которая должна быть для больших мощностей несколько переконструирована (убраны мет. цоколи, усилены вводы и пр., и пр.). Другие генераторы¹⁾ с большим числом металлических частей не могут с ней конкурировать. Успех дела зависит главным образом от интуитив-

¹⁾ В Германии делаются весьма удачные опыты повышения частоты у машины (ТГТбп № 30, стр. 235; № 31, стр. 350. 1925), но проф. Эзау заявил на собрании D.R.—T.V.: „хотя в лабораторной обстановке и удалось получить с помощью машин волны короче 100 метров, причем, само собой разумеется, отдача была очень плоха, все же следует считать весьма сомнительным, чтобы этим путем можно было продвигаться в область двадцати метровых волн. Об опытах же технического применения этих волн, полученных от машин, до сих пор не известно“. *Funk. H.* 32, p. 374.

ного проникновения в сущность процессов, происходящих в схеме во время работы, и удачного подбора и взаимного расположения ее элементов. Станции, давшие наилучшие результаты, поражают своей простотой—в них нет даже большинства измерительных инструментов.

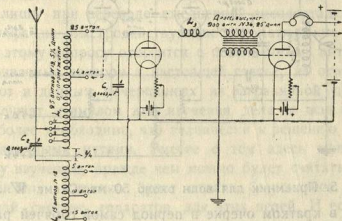
Конструкция рациональной антенны пока еще не выработана совершенно. Вопрос этот, трудный и для обычных длинноволновых сигналов, еще более усложняется при переходе к коротким волнам. При этом приходится работать гармониками с частотами, иногда во много раз превосходящими собственную частоту антенны, и в то же время учитывать вредное влияние окружающих строений, не говоря уже о направленном действии различных форм антенны. Исходя из этих соображений М. А. Бонч-Бруевич предложил, а В. В. Татаринов осуществил своеобразный прием, позволяющий сосредоточивать излучение на определенном участке антенны. Несколько позднее совершенно аналогичный прием был описан „Experimenters Section ARRL (QST июнь, p. 52. 1925).

Пока наибольшим распространением на практике пользуются Т-образные антенны и прямые вертикальные (Науен, Татаринов, *KDLA* и пр.). Преимущества того или другого вида антенны пока совершенно не выяснены. Излучение с вертикального провода теоретически должно направляться под определенными углами к горизонту, и угол возвышения над горизонтом главного потока энергии должен быть тем больше, чем короче волна и длиннее антенна, т.-е. чем выше порядок гармоники. Что же касается до собственно направленного действия (не только по высоте, но и по азимуту), то опыты с этой целью делаются со сложными системами настроенных антенн, расположенных или по способу Маркони в виде параболообразного зеркала, или по принципу, описанному М. А. Бонч-Бруевичем (Титбп № 29. 1925), в виде дифракционной решетки. Повидимому и тот, и другой прием дают вполне пригодные для практики результаты.

Такие системы антенн получают тем большее значение, что, как можно считать твердо установленным ныне (Рейнарц, Науен и др.), около передатчика с длиной волны порядка 20 мт существует своеобразная „зона молчания“, внутренний радиус которой порядка сотен километров, а наружный простирается за 1000 километров. В этой зоне прием мощного излучения затруднителен, а слабого совершенно невозможен в то самое время, как на расстоянии в 10000 километров легко обнаруживаются сигналы даже маломощных передатчиков. Ширина этой зоны различна в различные часы суток и достигает максимума ночью. Рейнарц пытается объяснить это удивительное явление при помощи свойств слоя Хивизайда и отражения части излучения, направленной вверх. Однако его можно объяснить более приемлемым, быть может, способом на основании предполагаемого преломления электрических волн в самых верхних слоях атмосферы по теории Лармора, допускающего существование особого вида „миража“ электрических волн. Решать

вопрос в пользу той или другой гипотезы возможно лишь путем систематического измерения энергии волны в разных точках земного шара одновременно. Задача эта настолько обширна, что удовлетворительное решение ее возможно только в будущем. То же можно сказать и относительно появления фэйдин'ов, которые в диапазоне коротких волн носят своеобразный характер. Пока единственным способом борьбы с ними может служить лишь увеличение мощности передачи.

Все эти вопросы скоро получают совершенно новое освещение, когда начнут работать на волне 32 мт 4 передатчика мощностью 10—20 kW с направленным излучением, заказанные Английским пра-

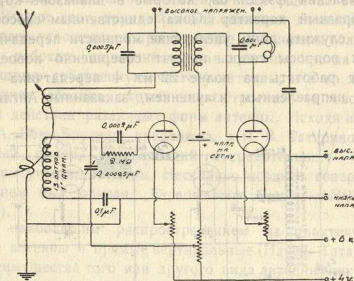


Черт. 4. Старая схема Рейнарца для волн около 100 мт.

вительством компании Маркони в июле 1924 года для новой сети радиосвязи с колониями. Они устанавливаются в Канаде, Индии и Южной Африке и скоро должны быть пущены в ход.

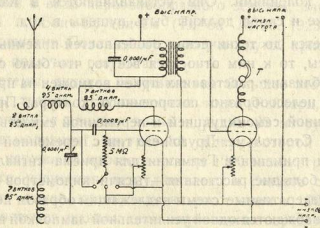
Что касается до технических особенностей приемных устройств на короткие волны, то к ним относится все то, что было сказано о передатчиках. На близких расстояниях прием возможен на простой детектор при условии целесообразно построенного контура. Приемник такого рода с постоянной самоиндукцией и переменной емкостью фигурировал на выставке в Стокгольме. Другой его тип с переменной самоиндукцией был с успехом применен в Германии для приема сигналов KDKA. Для приема же на большие расстояния—тысячи километров—обычно употребляются регенеративные схемы надлежащим образом перестроенные. Они снабжаются одной усилительной лампочкой низкой частоты. Несколько таких схем, заимствованных из „Wireless World“, мы приводим на черт. 4, 5 и 6. И здесь совершенство конструкции сводится к целесообразному подбору и взаимному расположению немногих элементов и тщательно выполнению. Необходимо стремиться к упрощению прибора и уменьшению потерь. Вообще же вопрос о выборе схемы для приема коротких волн требует еще детального изучения. Между прочим следует обратить особое внимание на осуществление связи

с антенной. В ней приходящий сигнал возбуждает обычно стоячие волны, и потому далеко не безразлично, попадет ли участок, осуществляющий связь, в пучность или в узел. Это обстоятельство делается особенно важным при дальнейшем укорочении длины волны.



Черт. 5. Приемник для волн около 50 мт. Схема W. James.

Трудно в кратком очерке в период самой горячей работы всесторонне осветить этот животрепещущий вопрос. Даже иностранные журналы, специально старающиеся информировать своих читателей в этом направлении, не успевают следить за ходом опытов.



Черт. 6. Приемник для волн около 20 мт. Схема Науес.

Было-бы поэтому весьма желательно чтобы русские радисты, заинтересованные в разработке передачи короткими волнами, нашли возможность более подробной взаимной информации и по крайней мере персонально сообщали друг другу свои позывные и время передачи, чтобы была возможность двусторонней связи хотя-бы в пределах СССР.

Об автоматическом радиоприеме с большими скоростями.

П. Н. Куксенко, д. ч. РОРИ.

Стихия интенсивного радиостроительства, охватившая за последние годы весь земной шар, привела к такому возрастанию радиообмена, что в настоящее время с несомненностью приходится признать наиболее важной задачей, стоящей перед коммерческой (также и военной) радиотелеграфной связью, увеличение до максимума пропускной способности каждой линии радиосвязи, что может быть в полной мере достигнуто лишь при переводе ежедневной эксплуатационной службы радиотелеграфа на быстродействующие автоматические аппараты. Заграницей к этому вопросу относятся с повышенным интересом. Положения, развиваемые автором в настоящей статье, на основании собственных работ и данных, почерпнутых из заграничной практики, надо думать, послужат стимулом для изучения дела во всю ширь и у нас. И это тем более необходимо, что технически к решению задачи можно подойти различными путями. Вместе с тем здесь многое подлежит тщательному изучению, прежде чем можно будет считать вопрос полностью решенным и можно будет отдать безусловное предпочтение той или иной системе аппаратов для этих целей. И если эта задача сравнительно просто решается в части передачи, то она чрезвычайно сложна и требует особо тщательного и продолжительного эксплуатационного изучения в части приема.

Заграницей быстродействующие телеграфные аппараты проникли в повседневную эксплуатационную практику радиотелеграфа, еще в 1918—1919 году, а в настоящее время в Европе и Америке целый ряд радиостанций уже эксплуатируется в различных направлениях помощью быстродействующих аппаратов и, поскольку можно судить по той работе этих станций, которая принимается у нас, в этом отношении постепенно добиваются все более и более положительных результатов. В качестве примера можно указать на радиосвязь помощью автоматических аппаратов между Науеном, Сент-Ассизом и Карнарвонем с одной стороны и Америкой (Нью Эйленд) с другой. Особенное внимание заслуживает эксплуатация станции Компании Маркони Берн—Лондон, Вена—Лондон, Париж—Лондон и друг. помощью аппаратов Крида. В этом последнем случае достигнуты уже настолько большие результаты, что можно довольно оптимистически смотреть на будущее развитие быстрой автоматической радиосвязи.

У нас в СССР к решению этого вопроса в эксплуатационном масштабе пока не приступали вовсе; в пределах Союза нет ни одной радиостанции, несущей эксплуатационную работу помощью автоматических аппаратов, а потому нет никакого опыта в этом направлении. Весь радиообмен покоится на слуховом приеме. И несмотря на то, что

отдельные лаборатории у себя внутри получили удовлетворительные разрешения вопроса, эксплуатационно закреплены и расширены они не были. Объясняется это тем, что наша радиосвязь до сих пор надлежащего развития не получила, нагрузка на нее до сих пор была мала¹⁾, и надобность в автоматической радиосвязи тем самым отпадала. С развитием же экономического благосостояния Союза этот вопрос, при наших необычайно благоприятных территориальных условиях для развития радиосвязи, несомненно получит первостепенное значение, и к решению его тем или иным путем придется подойти.

Автор настоящей статьи, разработавший год тому назад аппаратуру для целей автоматического радиоприема оригинальной системы²⁾, не ограничился только этим. У себя в лаборатории, в течение 10 месяцев он изучал вопрос автоматического радиоприема на ежедневном приеме работы наиболее быстродействующих заграничных радиостанций также и с точки зрения эксплуатационных возможностей. Правда, для этого все же были использованы, за неимением иных, лишь лабораторные условия и высококвалифицированный состав специалистов, но зато с другой стороны это изучение было проведено в центре города при сильном мешающем действии на прием со стороны трамвайных, осветительных (дуговые фонари) и проч. городских проводов. Это продолжительное изучение позволило 1) идти все время по пути усовершенствования аппаратуры, а 2) сделать некоторые выводы относительно условий эксплуатации автоматического радиоприема в различных условиях. Вместе с тем было с несомненностью установлено, что при надлежащем (научном) подходе к вопросу для некоторых определенных условий, он может получить вполне приемлемое для эксплуатации решение. Заграничная практика в этом отношении служит также гарантией.

Ввиду важности вопроса в настоящей статье автор считает своим долгом указать те технические трудности, которые лежат на пути к решению этой задачи, и методы, помощью которых они могут быть устранены. Размеры журнальной статьи позволяют выполнить эту задачу лишь в общем виде. В последних своих статьях автор подробнее остановится на деталях отдельных устройств автоматической приемной радиоустановки.

§ 1. Автоматический радиоприем, в отличие от слухового приема, каковой ведется всегда только лишь с малой скоростью, может вестись и с малой, и с большой скоростями. Радиоприемом с большой скоростью обычно называют прием недоступный для слухового приема. Для нор-

1) Что то около 30% нагрузки проволочного телеграфа, тогда как радиообмен, например, между Лондоном и Берлином составляет около 500% всего обмена между теми же пунктами; по последним имеющимся сведениям, вообще весь обмен между Парижем и Лондоном поддерживается помощью радиотелеграфа.

2) См. Тит6п, № 28. 1925.

мального слуха прием обычно бывает доступным, если продолжительность передачи точки больше 0,04 сек.

В дальнейших рассуждениях нам придется часто встречаться с определением скорости приема (а также передачи), выраженной словами в мин. Поэтому, для устранения всякого рода недоразумений при пользовании такого рода определением скорости, нам придется с самого начала точно установить способ нахождения скорости автоматического радиоприема, принятый в этой статье. Это тем более уместно, что у нас в практике за скорость привыкли считать обычно частное от деления числа знаков, принятых в сек, на 5. Такой способ страдает неопределенностью и неточностью, так как при таком определении, скорость приема (и передачи) на каждом участке ленты зависит от характера принимаемых знаков (например, для цифр она будет меньше, для букв—больше), тогда как скорость развертывания ленты и продолжительность точки постоянны.

Гораздо удобнее определять скорость приема в зависимости от продолжительности передачи точки в сек; обозначим ее через T . Тогда скорость приема в мин: $w = \frac{A}{T}$, где A некоторая постоянная, зависящая от числа точек в некотором слове, принимаемом за стандартное. В заграничной практике за стандартное слово условились принимать французское 5-ти буквенное слово „Paris“. Так как продолжительность тире при автоматической передаче обычно равна $3T$, продолжительность паузы между знаками T и буквами $3T$, то слово „Paris“ с последующей паузой имеет $48T$, а постоянная A в этом случае получает значение 1,25.

Таким образом, если базироваться на этом последнем определении скорости приема, то высшим пределом нормального слухового приема (при $T=0,04$ сек) надо считать 30 слов в мин. Продолжительность точки T определяется в условиях практики помощью выражения: $T = \frac{nv}{60}$, где n число точек, принятых на 1 метр ленты, а v скорость развертывания аппаратом ленты в 1 мин.

В эксплуатационных условиях автоматический прием при T меньшем 0,008 сек, то есть при $w > 150$ слов в мин, пока не ведется: обычно он не превышает 100 слов в мин. В лабораторной же обстановке отдельные экспериментаторы достигали и больших скоростей приема¹⁾. Прием со скоростью выше 150 слов в мин может быть квалифицирован, как прием с очень большой скоростью.

§ 2. Так как основным отличием автоматического приема от слухового является возможность работать с большими скоростями, то само собой очевидно, что при наличии на приемной станции аппаратуры,

¹⁾ Например, одним экспериментатором в Англии (майор Лефрой) была получена химическая запись со скоростью около 1000 слов в минуту.

обеспечивающей автоматический прием, таковой выгодно вести именно по возможности с наибольшими скоростями. Автоматический прием с малыми скоростями, давая незначительное преимущество по сравнению со слуховым в смысле пропускной способности радиосвязи, требует значительных усложнений в аппаратуре, вряд ли оправдываемых эксплуатационно. Поэтому автоматический радиоприем должен удовлетворять требованию возможности приема со скоростями по крайней мере до 100 слов в мин; иначе польза в результате применения его в эксплуатации будет весьма проблематичной. В частности в наших условиях: 1) при переходе служебной проволочной связи на клоферные аппараты и 2) при ограниченности кредитов на радиостроительство, автомат вряд ли нужен. За границей же имеется тенденция перевести вообще весь радиоприем независимо от его скорости на автоматический. Это очевидно объясняется самой структурой и организацией дела электрической связи и вызвано главным образом необходимостью унификации специалистов электрической связи.

У нас автоматический прием с малыми скоростями может иметь значение только лишь 1) в случае отсутствия хороших радиотелеграфистов и 2) в военном деле при работе на аппаратах с автоматическим шифрованием и дешифрованием или вообще на аппаратах, гарантирующих секретность радиопередачи.

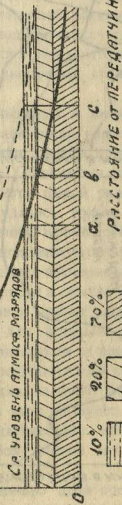
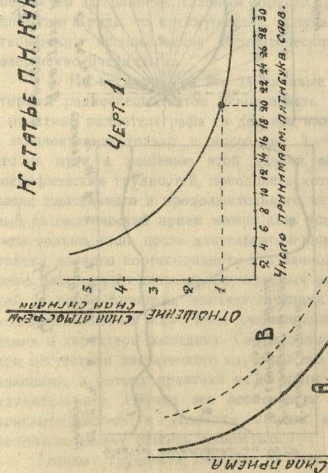
Совсем иные перспективы сулит прием с большими скоростями. Автоматический радиоприем с большими скоростями позволит решить следующие весьма важные для эксплуатации задачи:

1) Поднять пропускную способность радиосвязи или при данной пропускной способности уменьшить время эксплуатации как самой приемной радиостанции, так и передающей. Последнее вместе с тем позволит в широком масштабе подойти более смело к решению вопроса о более полной нагрузке эфира при теперешнем все возрастающем радиообмене.

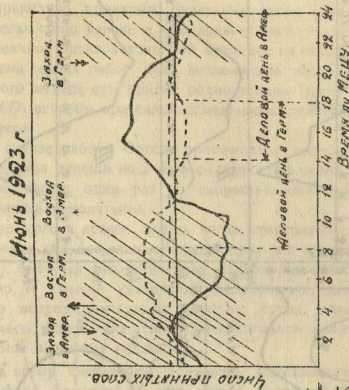
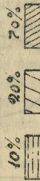
2) Уменьшить эксплуатационные расходы по передаче слова по радио как в части передающей радиоаппаратуры, так и приемной. В случае же придания нескольким приемным радиостанциям в данном пункте структуры приемного радиоузла расходы эти еще более понизятся, ибо станет возможной большая экономия в штате обслуживающего персонала.

3) Иметь дополнительное средство для борьбы с влиянием на запись атмосферных разрядов, в особенности если последние представляют собою кратковременные импульсы (грозового происхождения). В самом деле, если предположить что 10% принимаемых со скоростью 100 слов в мин знаков атмосферными разрядами смазываются, то, значит, отношение числа знаков, принятых правильно, к числу смазанных равно 9:1. Если теперь ту же радиограмму передать 4 раза подряд со скоростью 400 слов в мин, то эксплуатационная скорость передачи останется той же, но отношение числа правильно принятых

К СТАТЬЕ П. Н. КУКСЕНКО.

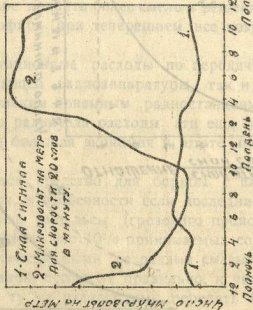
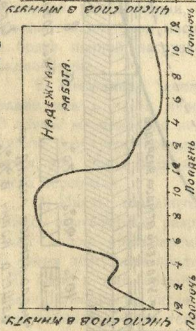


ЧИСЛО АТМОС. РАЗРЯД. ОТ
ОЗЩЕГО КОЛИЧ. В %

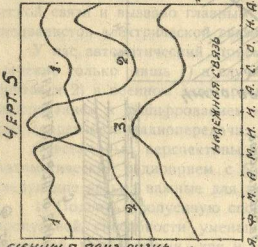


ЦЕРТ. 3.

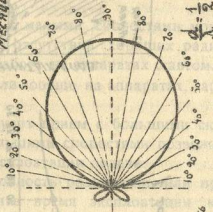
Ж. СТАТЬЕ П. Н. КУКСЕНКО. ЧЕРТ. 5.



ЧЕРТ. 4.



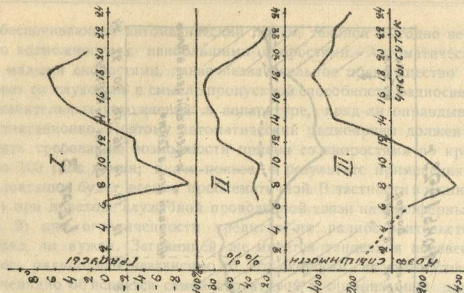
Я. Ф. М. А. М. Н. Н. А. С. О. Н. А. М. Е. С. Я. Ц. И. И.



$$\frac{Q}{X} = \frac{1}{2}$$

ДЛЯ ДВУХ РАДИО-ТЕЛЕГРАФОВ
С КОДИРОВАННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ.

ЧЕРТ. 6.



ЧЕРТ. 7.

знаков к неправильно принятым будет уже равно 1000:1. Это обстоятельство чрезвычайно важно, и оно должно быть учтено.

В заграничной эксплуатационной практике им широко пользуются. Автор во время своих работ имел возможность убедиться в действительности этого метода при приеме радиостанции Онгер близ Лондона (позывной *CLO*) вечером при сильных мешающих действиях со стороны городских токов.

В этом случае работа Онгера принималась полностью, когда последний передавал депеши по 2 раза со скоростью около 90 слов в мин; при передаче депеш один раз со скоростью около 30 слов 2—3% знаков оставалось непонятными.

4) Кроме того в летнее время, когда атмосферные разряды оказывают особенно сильное мешающее действие (а в тропических странах круглый год), быстрый автоматический радиоприем позволяет наиболее целесообразно, в смысле увеличения радиообмена, использовать те сравнительно непродолжительные периоды суток, главным образом в утренние часы, когда сила атмосферных сигналов значительно падает, и когда вообще возможна радиосвязь.

Если ко всему сказанному прибавить возможность перехода на буквопечатающий радиоприем, что уже с достаточной надежностью достигнуто за границей, главным образом при помощи буквопечатающих аппаратов Крида, то преимущества, получающиеся в результате эксплуатационного использования автоматического радиоприема, становятся совершенно очевидными.

§ 3. Но несмотря на эти заманчивые перспективы и желание со стороны радиоспециалистов использовать автоматический радиоприем в практике радиотелеграфа со дня его изобретения, он стал проникать в эксплуатацию только в последние 3—4 года. Объясняется это тем, что на пути к решению этой задачи встречается целый ряд таких специфических трудностей, преодолеть которые удалось только лишь после тщательного и продолжительного их изучения. Кроме того быстрый автоматический прием может дать вообще положительные результаты только лишь после длительного и внимательного изучения условий приема данного корреспондента и в данной местности в смысле мешающего действия со стороны атмосферных разрядов и других радиостанций и после принятия соответствующих мер для устранения этих мешаний, каковые могут быть различными в зависимости от происхождения и характера последних. Скороспелые же решения этого вопроса, при отсутствии достаточного изучения его, конечно, не будут исчерпывающими, а потому практика их не примет, и в этом не будет ничего удивительного. Изучив все особенности автоматического приема и приспособившись к условиям приема в любой данной местности, возможно задачу решить полностью.

Главные трудности, стоящие на пути к решению этой проблемы, следующие:

I. Мешающее действие атмосферных разрядов (причина, лежащая вне аппаратуры и лишь в незначительной степени определяемая схемой приемной установки).

II. Зависимость скорости приема от затухания контуров (электрическая причина, обуславливаемая радиоаппаратурой).

III. Несовершенство механических частей телеграфных аппаратов (механическая причина, обуславливаемая записывающими аппаратами и их реле).

Все эти трудности в отдельности не так уже велики и в той или иной мере могут быть преодолены; в совокупности же они создают очень тяжелые условия. Так как изучение их можно вести только лишь порознь, то мы в дальнейшем и остановимся особо на каждой из них.

§ 4. Для того, чтобы можно было точно судить о степени мешающего действия на прием (слуховой или автоматический безразлично) атмосферных разрядов, мало знать об их абсолютной силе. Условия приема в этом отношении определяются полностью, если известно отношение

$$\frac{\text{сила атмосферных разрядов}}{\text{сила сигналов}}$$

называемое „приемным фактором“. В заграничной практике на основании большого числа опытных данных установили зависимость скорости приема от этого соотношения, причем эта зависимость получила вид, изображенный кривой черт. 1 (стр. 483). Если эту зависимость распространить на быстрый автоматический прием, то последний окажется вообще возможным лишь в случае, если отношение

$$\frac{\text{сила атмосферных разрядов}}{\text{сила сигнала}} < 1.$$

Это положение, подтверждаемое практически, значительно ограничивает случаи возможного применения в эксплуатации пишущего радиоприема и требует вообще значительного повышения мощности передающих радиостанций.

Для организации автоматического радиоприема корреспондирующий передатчик должен развивать в приемном пункте электромагнитное поле, превышающее поле от атмосферных разрядов, иначе прием будет мало надежен. Причем общая картина получается примерно такой, как изображено на черт. 2. На этом чертеже сплошная кривая изображает зависимость силы приема передатчика A от расстояния; пунктирная кривая — тоже для передатчика более мощного B ; в той же системе координат штрихованные участки показывают среднюю за сутки силу атмосферных разрядов. Для упрощения полагаем, что сила атмосферных разрядов всюду одинакова. Из этих кривых мы можем определить, что на всем расстоянии oa автоматический прием передатчика A будет

надежен, на расстояниях ab потребуется по крайней мере двукратная передача депеш с большой скоростью, на расстояниях bc автоматический прием будет возможен только в случае, если приемная установка позволяет значительно понизить эффект атмосферных разрядов на прием, т.-е. в случае применения весьма сложной приемной аппаратуры. Более мощный передатчик B даст надежный прием во всех пунктах до точки c . Таким образом из этих рассуждений нам станет совершенно понятным, почему современная радиотехника для увеличения надежности радиосвязи идет путем значительного повышения мощности радиопередатчиков. Так как проблема устранения мешающего действия на прием атмосферных разрядов сколько нибудь удовлетворительного решения не получила, то единственное средство сделать радиосвязь коммерчески надежной это — „перекричать“ атмосферные разряды. И в этом отношении встречающиеся на страницах главным образом радиолюбительской литературы выражения удивления по поводу того, что любители связываются через океан при мощности передатчика 1 киловатт и меньше, тогда как коммерческие радиостанции пускают в дело сотни киловатт, вызваны недоразумением, ибо в первом случае идет речь о случайностях, во втором о надежной коммерческой радиосвязи при автоматическом радиоприеме, каковая действительно таких мощностей и требует и экономически оправдывает значительные усложнения в аппаратуре. Теперь, когда для коммерческой связи начинают приспособливать короткие волны, то опять таки для надежности связи, как показывает заграничная практика, приходится пускать в дело передатчики мощностью не порядка киловатта, а по крайней мере передатчик в 25 киловатт да еще при весьма сложных прожекторных устройствах как на передаче, так и на приеме.... И если удивляться рекордам, то наиболее поразительный рекорд — передача через океан буквы „s“ при первых опытах Маркони в 1901 году, когда был использован старый (брауновский) искровой передатчик мощностью 12 киловатт (первичной) при очень низком коэффициенте полезного действия, и прием велся на нечувствительный когерер.

Возвращаясь к черт. 2, мы видим, что автоматический прием передатчика A на расстояниях свыше c вообще как будто невозможен; слуховой же прием согласно черт. 1 может вестись еще до очень значительных расстояний. Таким образом на основании изложенных соображений мы были бы в праве утверждать, что автоматический прием в эксплуатации может иметь весьма ограниченное применение. На самом же деле положение несколько иное; оказывается, что и для расстояний свыше c (черт. 2) можно иметь пишущий прием, но только в те короткие периоды в течение суток, когда уровень силы атмосферных разрядов (относительно среднего значения за сутки) значительно понижается, причем, чем дальше приемная радиостанция от передатчика, и чем ближе она к тропикам, тем меньше число тех часов, в течение которых возможен автоматический прием.

На помощь технике в этом вопросе должна придти соответствующая технически-обоснованная организация радиосвязи. Обычно эти периоды, когда сила атмосферных разрядов падает, приходится на утренние часы на месте приема, причем в эти указанные часы сила сигналов бывает меньшей, чем в ночные часы, когда сила атмосферных разрядов велика, но больше, чем днем, когда сила атмосферных разрядов достигает максимума. Таким образом в эти часы прием протекает в наиболее благоприятных условиях, поэтому эксплуатационная скорость приема в эти часы может быть значительно повышена, а если обмен не очень велик, то прием корреспондента может быть ограничен только этими часами и может производиться с большой скоростью. Все эти положения заграничной эксплуатационной практикой полностью подтверждаются; на черт. 3¹⁾ нанесены кривые: пунктирная—изображает эксплуатационную скорость приема (число слов в минуту) Америки в Гельтове (Германия) в зависимости от времени суток, сплошная—передачу Науена в Америку для наиболее неблагоприятного месяца (июнь 1923 г.) в смысле силы приема сигналов и силы атмосферных разрядов. Кривые показывают, что прием Америки в Германии и Германии в Америке достигает наибольшей скорости именно в утренние часы, и это тем более удобно, что максимум скорости приема как раз совпадает с началом делового дня в этих странах, причем на скорость приема освещенность местности между корреспондирующими станциями, как это видно из кривых, никакого влияния не оказывает, ибо в Германии и Америке наиболее быстрый прием в утренние часы производится в разных условиях в смысле освещенности местности между станциями. Александерсон на основании измерений, сделанных американской фирмой Радиокорпорешен, дает²⁾ аналогичную зависимость средней скорости приема от времени суток (черт. 4 стр. 484).

Наконец, измерения в Вашингтоне силы сигналов Науена, Лафайета, Сент-Ассиза и Болинаса и атмосферных разрядов за 1923 г., опубликованные Остином³⁾ и приведенные здесь (таблица 1) в средних числах для наиболее неблагоприятного времени года от июня месяца до сентября, полностью подтверждают сказанное выше.

ТАБЛИЦА 1.

	λ	Ток вантене передат- чика.	Сила сигн. до пол.		Сила сигнал.	
			С. сигн. после пол.		Сила атм. разряд.	
					до пол.	после пол.
Науэн*)	12800	270	5,56		0,92	0,030
Сент-Ассиз uft	14400	380	4		1,24	0,067
" ufu	19000	475	3,57		1,85	0,103
Лафайет	18900	475	2,08		2,27	0,230
Болинас.	13100	420	2,64		1,42	0,114

1) E. Quäck. Telefunken Zeitung. № 34—35.

2) Г. А. Е. Е. Июль 1923.

3) Proc. of Inst. R. E. Август 1924.

*) Науен до перестройки.

Для полноты картины теперь необходимо еще иметь цифровые данные о числе часов в утреннее время, в течение которых летом прием достигает наибольшей надежности. Из кривых черт. 3 видно, что прием Америки в Гельтове с большей надежностью производится в течение приблизительно 6—8 часов; та же картина и для приема Науена в Америке. Работа автора статьи показала, что в Москве в летнее время радиоприем достигает наибольшей надежности также от 3 и до 9—10 часов утра. Наиболее интересные в этом отношении цифры можно почерпнуть из результатов измерений, произведенных Британским Почтовым Ведомством в Индии¹⁾ в Карачи. Эти цифры тем более интересны, что они рисуют положение вещей в тропических странах, где атмосферные разряды особенно мешают приему. Для наглядности приведенные в статье цифры сведены мною в таблицу II, которая дальнейших пояснений здесь не требует.

ТАБЛИЦА II.

Требуемое число часов надежного приема.	Требуемое поле от корреспондирующей станции (микровольты на метр).			
	С Октября до Марта.		С Мая до Августа.	
	При слуховой скорости.	При быстрой скорости.	При слуховой скорости.	При быстрой скорости.
24	свыше 120	свыше 150	не возможно	—
21	50	110	180	—
18	33	83	115	свыше 180
15	23	64	75	120
12	19	50	54	83
9	15	41	39	64
6	12	33	26	49
3	9,5	26	16	35

Цифры, приведенные в таблице, интересно сопоставить с измерениями эл. магн. поля, сделанными там же для мощных европейских радиостанций; эти измерения показали, что Карнарвон при 27000 метр-амперах дает средн. силу поля в Карачи $17,10^{-6}$ вольт на метр, и Сент-Ассис при 85.000 метр-амперах $70,10^{-6}$ вольт на метр. Вычисленные поля для тех же станций соответственно $7,7,10^{-6}$ вольт/метр и $33,10^{-6}$ в/метр. Таким образом Карнарвон в зимнее время позволяет вести быстрый автоматический прием в течение только около 1 часа, в летнее время быстрый прием от Карнарводна вовсе не возможен; Сент-Ассис в зимнее время может быть автоматически принимаем в течение около 15,5 часов, в летнее время 10 часов. Так как обмен между Европой и Индией при быстром

1) The Electrician, 17 Августа 1923.

приеме может быть уложен в значительно меньшее число часов, примерно около 6 часов, то корреспондент, положим, в Англии при расстоянии от Индии около 6500 километров, должен обеспечить электромагнитное поле в Индии около 50 микровольт на метр, т.-е. он должен иметь передатчик с 50.000 метр-амперами¹⁾.

При слуховом приеме эксплуатация продолжалась бы примерно в 2—3 раза дольше и, как видно из таблицы I, только в лучшем случае ее можно было бы поддерживать при передатчике той же мощности. Таким образом при той же стоимости передатчика эксплуатация его стоила бы в 2 раза дороже, не говоря уже об эксплуатации приемного устройства и об усложнении приемных устройств в общем масштабе, ввиду необходимости одновременной работы большого числа передатчиков.

Эти цифры дают совершенно исчерпывающий ответ тем, кто сомневается относительно целесообразности использования больших мощностей в коммерческой радиосвязи, и они же по всей вероятности послужили стимулом для английского правительства, предпринявшего переоборудование английской сети по примеру французской, с ее сверхмощными радиостанциями, разбросанными по всему миру.

Подтверждением сказанного могут служить также кривые черт. 5, дающие зависимость скорости радиосвязи от мощности передающих станций для некоторой проектируемой связи. Эти кривые приводятся Александерсоном²⁾, как типичные для условий американской практики радиодина, и составлены на основании годового измерения силы атмосферных разрядов; они наглядно выявляют роль мощности передатчика в отношении увеличения радиообмена.

Но несмотря на возможности широкого использования автоматического радиоприема в эксплуатационных условиях при надлежащей постановке организации, практика дела все же показывает, что ограничения в смысле сокращения числа часов надежного приема, вызываемые атмосферными разрядами, для некоторых линий радиосвязи настолько серьезны, что они конечно не отвечают тем потребностям, которые в теперешнее время возлагаются жизнью на эти линии. В частности, например, радиосвязь между Америкой и Европой, несмотря на использование передатчиков очень больших мощностей, как это показывает таблица I, надежна только для утренних часов; для после полуденных часов она совсем ненадежна и может вестись только помощью Лафайэта со скоростью около 5 слов в мин (черт. 1), тогда как нагрузка на линии радиосвязи между Европой и Америкой настолько велика, что она может быть отработана только лишь при непрерывной эксплуатации станции в течение круглых суток. К тому же к коммерческой

¹⁾ Такое излучение и будет иметь строящаяся сейчас в Англии мощная станция в Ретбай.

²⁾ I. A. E. E. Vol. XLII. № 7. 1923.

радиосвязи между Европой и Америкой пред'является требование передачи спешных радиogramм немедленно после их подачи. Эти последние требования могут получить полное удовлетворение только в случае, если будут найдены действительные методы для избавления приема от мешающего действия атмосферных разрядов, ибо идти дальше путем увеличения мощности передатчиков по целому ряду технических и экономических причин было бы не возможно.

Современная техника радиоприема не знает идеального метода для избавления приема от мешающего действия атмосферных разрядов, несмотря на то, что над этой проблемой работали очень многие и очень продолжительно. В настоящее время речь может идти только об уменьшении мешающего действия атмосферных разрядов на прием. На современных приемных радиостанциях коммерческого назначения для понижения действия на прием атмосферы, а также действия посторонних станций применяется комбинация средств. Основным средством, используемым современной техникой, является избирательность: 1) направления приема и 2) частотная: а) приемных контуров радиочастоты и б) контуров низкой частоты.

1) Направленная избирательность в современных приемных радиостановках достигается обычно помощью антенн, обеспечивающих прием по преимуществу с одного направления. В Америке приняты так называемые антенны Бевереджа или, как их иначе называют, „волновые антенны“; в Европе—радиогониометр в комбинации с открытыми антеннами или даже комбинация пары таких радиогониометров¹⁾. Направленное действие подобных антенн для случая 2-х радиогониометров имеет вид, изображенный на черт. 6.

Эксплуатационная практика показала, что направленные антенны приводят не только к значительному понижению мешающего действия со стороны вблизи расположенных радиостанций, работающих на смежных волнах в направлениях противоположных от корреспондирующей станции, но значительно, особенно в некоторых случаях, понижают эффект на прием со стороны атмосферных разрядов, которые в каждой местности, как это уже определенно выяснено, приходят по преимуществу с одного направления. В этом отношении весьма показательными являются наблюдения, опубликованные Шиндельхауером.

Эти наблюдения были сделаны в марте 1922 года, в Потсдаме близ Берлина на волне 17.000 метров. Используя однонаправленную систему приемной антенны, Шиндельхауер получил результаты, изображенные на черт. 7, где кривая I дает суточное изменение в градусах направления, с которого приходили атмосферные разряды, относительно среднего направления; кривая II—число атмосферных разрядов в процентах (от общего их числа), показавших резкий направленный прием

¹⁾ Автор настоящей статьи не останавливается на деталях этого устройства, так как это отклонило бы его от темы.

(согласно кривой I), и наконец кривая III—среднюю слышимость атмосферных разрядов в отдельные часы суток.

Подобные же результаты получены были и английским экспериментатором Уатсоном-Уаттом, серьезно исследовавшим природу атмосферных разрядов 1) помощью автоматического аппарата, регистрирующего направление приема, и 2) помощью катодного осциллографа²⁾. На черт. 8 (стр. 493) приведена зависимость между наблюдаемым числом атмосферных разрядов и направлением приема, полученная Уатсоном после продолжительного наблюдения за атмосферными разрядами на станции в Альдершоте.

Таким образом в некоторых случаях однонаправленный прием может оказаться весьма действительным средством для борьбы с атмосферными разрядами, но ограничиться только им конечно нельзя. Автор статьи с успехом применял антенное устройство с однонаправленными свойствами для устранения мешающего действия при приеме заграничных станций со стороны радиост. им. Коминтерна; проверить же исчерпывающим образом направленное действие таких устройств по отношению к атмосферным разрядам в условиях города он не имел возможности.

2) Большую помощь в вопросе борьбы с атмосферными разрядами оказывает высокая избирательность приемных контуров. Так как избирательность используется современной техникой радиоприема также и, как весьма действительное средство борьбы с мешающим действием посторонних станций, то она должна являться обязательным основным свойством всякой коммерческой приемной радиоустановки. Муллин²⁾ аналитически нашел, что отношение

$$\frac{\text{напряжение от сигнала}}{\text{напряжение от атмосфер. разр.}} = \frac{E\pi\omega}{A\delta\rho},$$

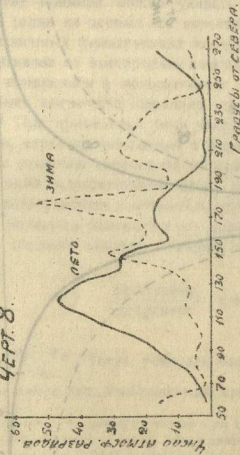
где E амплитудное значение напряж. от сигнала, $\omega = 2\pi$ углов. частота сигнала, A начальное максим. напряжение атмосферы, δ декремент антенной цепи и ρ угловая частота атмосферы. Это отношение, оправдывающееся на практике, показывает всю важность для работы коммерческой радиосвязи малых декрементов приемной антенны, а такжешний раз выявляет одно из существенных преимуществ коротких волн. Основываясь на этом уравнении, можно показать, что при уменьшении произведения $\delta n T$, где T , как и прежде, продолжительность передачи точки, с 2 до 1 прием приблизительно на 40% освобождается от еействия атмосферных разрядов. Физически это можно объяснить так: в то время, как напряжение от сигнала увеличивается обратно пропорционально декременту антенны, начальный максимум напря-

1) Результаты его исследований опубликованы *The Wireless World*, Vol. L, XII, № 207, p. 601. 1923.

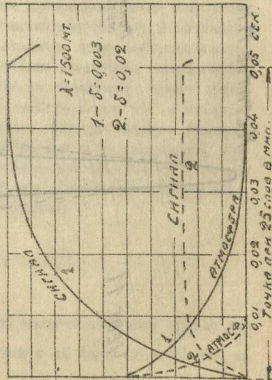
2) Moullin. J. I. E. E. Vol. 62, № 329, p. 353. 1924.

РАСЧЕТЫ П. Н. КУКСЕНКО.

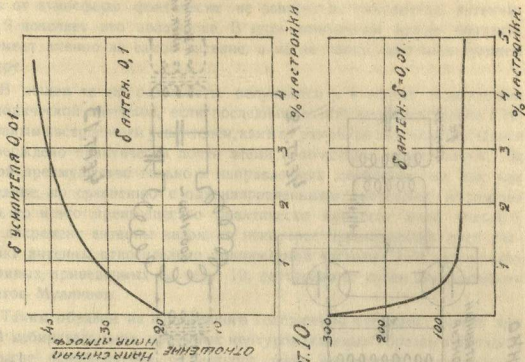
ЧЕРТ. 8.



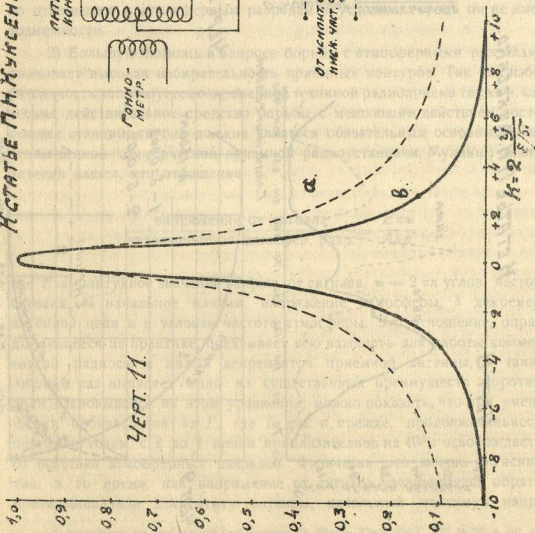
ЧЕРТ. 9.



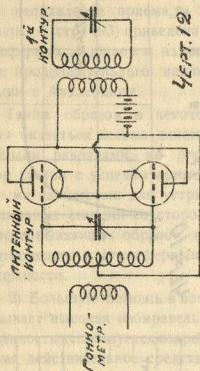
ЧЕРТ. 10.



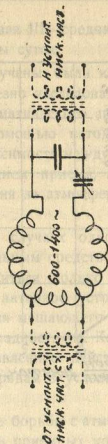
КСТАТЫЕ П.Н.ХУКЕНКО.



ЧЕРТ. 11.



ЧЕРТ. 12



ЧЕРТ. 13.

жения от атмосферы фактически не зависит от декремента антенны; черт. 9 поясняет это положение. В этом отношении важно понизить декремент именно на самой антенне, а не на каком либо последующем контуре.

В общем те же результаты получаются и в случае пользования аperiодической антенной, если последняя связана непосредственно с селективным настроенным усилителем, как и от рамочной антенны. Последнее подтверждено практически почти всеми и объяснено аналитически. За рамкой преимущество только в направленных свойствах, но так как последние, по сравнению с однонаправленными системами, выражены слабо, то и это преимущество практически приносит мало пользы¹⁾. Если декремент антенны низок, то некоторое преимущество дает расстройка антенны относительно принимаемой частоты. Этот эффект ясен на кривых, приведенных на черт. 10, построенных путем аналитических расчетов Муллином.

Таким образом из изложенного совершенно очевидна польза высокой избирательности приемных контуров (главным образом антенного) в смысле освобождения от всякого рода мешающих электрических импульсов. Радиотехника пользовалась этим средством уже давно. В качестве примера можно указать на так называемый „X-stopper“ Маркони (один из первых его патентов), представляющий собою целый ряд настроенных фильтрующих контуров, предназначенных для уединения сигналов от посторонних электрических импульсов²⁾. В настоящее время с внедрением в эксплуатацию катодных ламп избирательность может быть достигнута довольно простыми средствами чрезвычайно высокой. При применении ряда настроенных, связанных между собой контуров, характер повышения избирательности таков, что к исчерпывающему решению вопроса он не приводит. Так как ширина резонансной кривой колебательной цепи, измеренная в % расстройки, при приеме незатухающих колебаний пропорциональна декременту δ , то все кривые резонанса одноволнистых цепей можно привести к одному виду, если по абсциссе наносить значения отношений

$$\frac{\text{расстройка}}{\text{декремент}}, \text{ т.-е. } k = \frac{2\pi y}{\delta},$$

где $y = \frac{\omega_2 - \omega_0}{\omega_2}$. Тогда, если для одной настроенной цепи кривая резонанса имеет вид, изображенный кривой *a* на черт. 11 (стр. 494), то

¹⁾ Поэтому от рамочных антенн в их простой форме коммерческая радиосвязь начинает отказываться в пользу аperiодических систем однонаправленного приема, позволяющих вести прием нескольких корреспондентов с одного антенн. устройства (Гельтов, Вилекрен, Борнмюлтз и др.).

²⁾ Другие подробности о том же смотри :1) проф. М. В. Шулейкин. Курс радиотехники. Часть 1-я, выпуск 2 и 2) Koerts. Die atmosphärischen Störungen in der drahtlosen Nachrichtenübermittlung. Изд. Крайна.

для 2 связанных цепей она будет иметь вид, изображенный кривой *b*. Т.-е. кривая становится более крутой в нижних своих частях, тогда как вершина ее сохраняет свой прежний характер. Кроме того изза емкостных связей отдельных цепей между собой, а также обратных магнитных воздействий цепей друг на друга и на антенну, кривая резонанса становится несимметричной, и фильтрующее действие ее по отношению к атмосферным разрядам и мешающим станциям значительно ослабляется.

Все эти недочеты могут быть ликвидированы при применении связей отдельных колебательных цепей через посредство катодной лампы; особенно полезен подобный принцип связи настроенных контуров для связывания антенного контура с последующими промежуточными. В этом случае, так как лампа является прибором, дающим электрический эффект по преимуществу в направлении от цепи сетки к аноду, в обратном направлении от цепи анода к сетке эффект чрезвычайно слаб, обратное воздействие промежуточных контуров на антенну устраняется почти вовсе, а кривая настройки при очень слабой связи ненастроенной катушки в цепи анода с промежуточным контуром становится чрезвычайно крутой. Потери в слышимости от слабой связи компенсируются здесь усилением принимаемых сигналов в цепи анода. Избирательность может быть еще более увеличена, если, ослабив связь отдельных цепей этого устройства, ввести обратную связь от цепи анода на антенну, в соответствии с положениями, выдвинутыми выше. Используя подобное устройство, автор настоящей статьи всего лишь при 3 настраиваемых контурах имел возможность при лишком радиоприеме отстраиваться от мешающей станции, отличающейся всего лишь на 0,5% по частоте от принимаемой станции. Этим путем оказалось возможным отстроиться от „роя“ мешающих мощных европейских радиостанций при приеме американских и японских станций. На приемных радиостанциях в Гельтове и Зильте (Германия) применяется подобная же схема связи антенных контуров с промежуточными¹⁾. В гельтовской схеме (см. черт. 12) для уменьшения емкостной связи между настраиваемым контуром и антеннами гониометра, каковая может привести к искажению направленного действия последнего, используются для связи две лампы, присоединенные своими нитями к средней точке катушки.

Для избавления от мешающего действия местных передающих станций обычно применяют сверх того отсасывающие контура, причем последние оказывают некоторую помощь и в отношении борьбы с атмосферическими помехами. Кроме того все настраиваемые контура для устранения всякого рода паразитных связей весьма рационально заэкранировать. Это сильно усложняет приемную аппаратуру, но зато обеспечивает действительное фильтрующее действие контуров.

¹⁾ По сведениям, сообщенным автору инж. Пипкевичем, возвратившимся из Германии после поездки в составе комиссии Наркомпочтеля.

3) В комбинации направленного с высоко избирательным приемом большую помощь может оказать настройка цепей низкой частоты на определенный звуковой тон, по преимуществу высокий (1000—2000 периодов). Немцы в Гельтове используют тональную избирательность при $\omega = 7000$, т.-е. при $n = 1110$ периодов. Тональная избирательность может быть выполнена различными путями. Наиболее распространенные методы:

а) Настройка вторичных обмоток трансформаторов низкой частоты на определенную частоту¹⁾.

б) Использование особого тонального избирательного контура. Примером последнего может служить схема (черт. 13), используемая фирмой Телефункен и нашедшая распространение на Германских коммерческих приемных установках.

в) Регенеративная схема на низкой частоте. Последняя приносит пользу главным образом при небольших усилениях; при больших усилениях атмосферных разрядов, сильные разряды могут вызывать генерацию колебаний и тем самым внести еще большее мешающее действие. Этот метод, если установка используется для целей пишущего приема, заграничной практикой почти оставлен; автор статьи рассматривал его в своих работах, как резервное средство.

г) Механический резонанс реле пишущих аппаратов²⁾. Этот вопрос окончательно еще не решен, но за границей некоторые лаборатории уже получили в этом направлении удовлетворительные результаты.

Кроме указанных средств для борьбы с атмосферными разрядами применяются также с некоторым успехом так называемые ограничительные устройства („limiters“), позволяющие привести отношение:

$\frac{\text{сила сигнала}}{\text{сила атм. разр.}}$, т.-е. „приемный фактор“ к единице; тогда дальнейшее

повышение приемного фактора легче получить при помощи повышенной избирательности контуров. Ограниченное действие лучше всего достигается в схемах с так называемыми „насыщенными“ лампами.

Вместе с тем, как это установлено и экспериментами автора статьи, и заграничной практикой, весьма важное значение имеет правильный выбор места установки для приемной радиостанции. Само собой очевидно, что приемная радиостанция для надежного приема отдаленных передающих станций должна быть безусловно вынесена за пределы города с его мешающими действиями со стороны всевозможного рода электрических проводов; но и за пределами города необходим тщательный выбор места установки станции, для чего требуется предварительная радиотелеграфная рекогносцировка тех пунктов, где предполагается установка. Примером такого выбора места установки могут служить работы, приведенные в этом направлении в Германии Почтовым

1) Weinberger. Proc. Inst. Rad. Eng. 1921.

2) Реле камертонного типа.

Ведомством и фирмой Телефункен. Намеченные пункты для установки станции для приема Америки были проверены специальной комиссией на действительный прием при пользовании совершенно одинаковыми приемниками в течение около месяца, причем были получены результаты, указанные в таблице III.

ТАБЛИЦА III.

НАЗВАНИЕ СТАНЦИЙ.	Число принятых радиogramм в ‰ в течение с 7/VIII до 2/IX 1922 г. (в Гельтове с 7/VIII до 23/VIII 1922 г.)			
	В общем.	В 3 часа дня.	В 7 часов вечера.	В 9 часов вечера.
Зильт	100	100	100	100
Мюнстер-Лагерь . . .	71	80	74	56
Целендорф	55	74	62	30
Гельтов	62	82	67	37

Эти результаты позволили сделать определенные выводы, и приемная установка для приема Южной Америки была сделана в Зильте.

Таким образом из приведенного здесь краткого обзора ясно, что основным средством борьбы против атмосферных разрядов в современной технике радиоприема является избирательность на высокой и низкой частотах. В дальнейших наших рассуждениях мы увидим, что это требование при проведении в жизнь для целей пишущего радиоприема, особенно для больших скоростей, наталкивается на другое требование противоположное по смыслу первому. При чем вся трудность проблемы быстрого пишущего радиоприема, особенно, как увидит читатель дальше, на длинных волнах, и заключается в согласовании этих двух диаметрально противоположных по смыслу требований.

Вместе с тем здесь необходимо отметить, что в условиях пишущего радиоприема решающую роль суждено играть системам приемных антенн с однонаправленными свойствами, так как в этом отношении никаких ограничительных требований со стороны радиоаппаратуры, предназначенной для пишущего радиоприема, не пред'является.

За границей вся техника радиоприема теперь именно и развивается в этом направлении, причем здесь необходимо еще раз подчеркнуть, что успешность направленного приема в смысле борьбы с атмосферными разрядами базируются все же на предварительном тщательном изучении характера атмосферных разрядов в данном пункте приема в отношении их интенсивности и направленного распространения в зависимости от времени суток и года.

Научно-Испытательный Институт Связи ВТУ, РККА.

(Окончание в след. выпуске).

О целесообразной настройке генератора высокой частоты.

М. Оснос. Берлин—Вильмерсдорф.

Контур высокой частоты обычно настраивают в резонанс, так как в этом случае от него можно получить наибольшую мощность. Можно думать, что то же явление имеет место и у машин высокой частоты, и, действительно, фактически это правило до последнего времени применялось к машинам высокой частоты, причем совершенно компенсировался сдвиг фаз между генераторным током и внутренней эдс, т.е. самоиндукция машины и нагрузки сводилась к нулю. Последние же опыты показали, что для выгодного использования машины несравненно целесообразнее оставлять часть самоиндукции машины (от половины до 0,4).

Далее можно доказать, что для выгодного использования машины напряжение на зажимах должно быть равно или почти равно внутренней эдс машины.

Докажем сначала последнее утверждение, так как первое вытекает из него.

Чтобы использовать машину высокой частоты возможно лучше, делают возбуждение настолько большим, насколько это только допустимо ввиду потерь в железе и на токи Фуко. Так как эти потери зависят от результирующего поля машины (действующее поле постоянного тока и магнитное поле от тока), а с другой стороны это результирующее поле индуктирует и напряжение у зажимов, то напряжение у зажимов может служить мерой для потерь в железе и на токи Фуко. Как велики могут быть эти потери, т.е. как велико должно быть взято максимальное напряжение у зажимов?

Многочисленные опыты с различными машинами показали, что для хорошего использования машины напряжение у зажимов должно быть от 100% до 120% максимального достижимого напряжения машины при холостом ходе: если его сделать больше, то потери в железе и на токи Фуко быстро возрастают, если же, наоборот, его уменьшить, то машина не будет использована. В обоих случаях КПД падает!

При данной машине и данном максимальном напряжении холостого хода следует также рассматривать и напряжение у зажимов при нагрузке, как данное, и из него уже исходить при дальнейшей нагрузке.

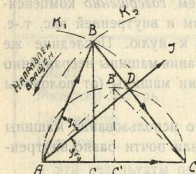
Теперь можно спросить, какова должна быть внутренняя эдс, после того как напряжение у зажимов при нагрузке известно?

Так как внутренняя эдс идентична с напряжением при холостом ходе при данном возбуждении, и при том не может быть больше максимального напряжения при холостом ходе, то из предыдущего

ясно, что она при хорошем использовании машины никогда не может быть больше, чем напряжение у зажимов (так как для хорошего использования машины напряжение у зажимов должно быть равно или несколько больше максимального напряжения при холостом ходе).

Если взять напряжение у зажимов в 1,1 максимального напряжения при холостом ходе, то внутренняя эдс не может быть больше прилб. 0,9 напряжения у зажимов; но она может также быть и меньше.

Ее делают, конечно, такой, чтобы мощность машины была наибольшей; это будет в том случае, как видно из прилагаемого черт. 1, когда она принимает наибольшее значение, которое может иметь по предыдущему, т. е. когда она почти равна напряжению у зажимов, или точнее около 0,9 такового.



Черт. 1.

Доказательство. Пусть на черт. 1 AC изображает данное по предыдущему напряжение у зажимов машины при нагрузке, K_1 —круг с радиусом AB = наибольшей допустимой внутренней эдс при этом напряжении у зажимов. Если теперь из точки C описать окружность K_2 радиусом CB = индуктивному падению напряжения машины (нормально, приблизительно равному напряжению у зажимов), то точка пересечения этих окружностей B даст векторы внутренней эдс и падения напряжения, а перпендикуляр к последнему—направление тока I , *высота-же точки B* ($BG \perp AC$)—*меру для мощности генератора.* Из этого чертежа сразу видно, что эдс, меньшая соответствующей окружности K_1 , должна во всех случаях быть менее выгодной, так как при небольшой окружности и при той же высоте треугольника ABC падение напряжения, а следовательно и ток в машине будет больше; при одинаковом же токе машины, наоборот, высота треугольника, а соответственно и мощность машины будет меньше.

Из этого чертежа особенно ясно видно, как это показывают пунктирные линии AB' и $B'C$, что при полном совпадении фаз тока и внутренней эдс высота треугольника, а вместе с этим и мощность машины, должна быть непременно меньше, чем при целесообразном не совпадении фаз; действительно при совпадении фаз точка B' лежит на окружности с радиусом $\frac{AC}{2}$, и высота не может быть больше $B'G' = \frac{AC}{2}$, тогда как эта высота в случае несовпадения фаз была $= BG$, т. е. гораздо больше.

При помощи приведенной диаграммы можно вывести точное соотношение между степенью компенсации реактивного сопротивления машины (обозначим ее через γ), напряжением у зажимов E_k , внутренней эдс E_i , током короткого замыкания I_k и машинным током I . На диаграмме отрезок CD как раз та часть падения напряжения BC , которая компенсируется.

Если теперь напишем $\gamma = \frac{CD}{BC}$, то можно доказать, что

$$1 - \gamma = 0,5 \left[1 - \left(\frac{E_k^2}{E_i^2} - 1 \right) \frac{I_k^2}{I_1^2} \right] \quad (1)$$

и

$$\sin \varphi_i = (1 - \gamma) \cdot \frac{I_1}{I_k} \quad (2)$$

Из уравнения (1) видно, что для $E_k = E_i$ должно быть: $\gamma = 0,5$.

Если кроме того взять $I_k = I_1$, что во многих случаях подходяще, то имеем

$$\sin \varphi_i = 0,5; \cos \varphi_i = 0,66;$$

$$\varphi_i = 30^\circ.$$

(Эти уравнения я еще несколько лет тому назад дал моим ассистентам).

Пример: Машина M₁₁, Науен; были измерены (в ноябре 24):

$$E_k = 530; E_i = 440;$$

$$I_k = 630; I_1 = 550.$$

Генераторный ток I_1 был меньше нормального, так как требовалась лишь небольшая мощность в антенне. При нормальном генераторном токе около 700 амп мы имели бы по уравнению (1) и (2)

$$1 - \gamma = 0,322; \gamma = 0,677.$$

$$\sin \varphi_i = 0,358; \varphi_i = \text{около } 21^\circ.$$

$$\cos \varphi_i = 0,933.$$

Не только на основании опыта, но также из нижеприведенных рассуждений можно заключить, что при хорошем использовании машины напряжение у зажимов должно быть несколько больше, чем максимальное достижимое напряжение при холостом ходе.

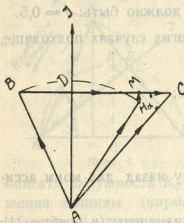
Напряжение у зажимов при холостом ходе происходит благодаря вращению ротора в поле постоянного тока; следовательно оно—чистая *эдс вращения*. Напряжение у зажимов при нагрузке (см. черт. 2) состоит, наоборот, из трех частей:

1) из эдс вращения (AN), которая индуцируется в результирующем поле благодаря вращению ротора (совершенно так же, как напряжение при холостом ходе—благодаря вращению в поле постоянного тока);

2) из омического падения напряжения ($HM \parallel AG$) и

3) из напряжения утечки ($MC \perp AG$), которое индуцируется благодаря колебанию поля утечки, возбужденного переменным током, и следовательно не зависит от вращения.

На мощность генератора влияет только *эдс вращения* (AN). Следовательно для полного использования машины *именно ее* следует делать возможно большей, т.-е. равной максимальной достижимой эдс вращения, или, что то же, максимальному достижимому напряжению при холостом ходе E_0 . Из вышедоказанного следует, что угол α (при хорошем использовании) должен быть острый, следовательно и напряжение у зажимов (как видно из чертежа) AC должно быть больше, чем AN , и соответственно больше, чем E_0 . И так как, тоже по доказанному выше, внутренняя эдс E_i при нагрузке должна быть равна E_0 , то следует, что напряжение у зажимов должно быть больше, чем E_i , что и требовалось доказать.



Черт. 2.

Разность между величинами напряжения у зажимов и внутренней эдс зависит, следовательно, от величин рассеяния и сопротивления потерь и может у различных машин быть совершенно различной. Так, у хороших машин эта разность колеблется, согласно показаниям опыта, лишь между 10% и 20%.

К р а т к и й о б з о р.

1) Дается пояснение, почему при хорошем использовании машин высокой частоты следует исходить из известного напряжения у зажимов при нагрузке, которое почти равно или несколько больше *максимального достижимого напряжения при холостом ходе*.

2) Отсюда следует далее, что внутренняя эдс не может быть больше напряжения у зажимов.

3) В связи с этим из диаграммы следует, что внутренняя эдс также не может быть меньше максимальной допустимой, и что поэтому не целесообразно полное совпадение фаз между током и *внутренней эдс*, т.-е. точная настройка контура, состоящего из *машины* и трансформатора частоты. Отсюда далее можно сказать, что при выгодном использовании машины напряжение у зажимов должно быть равно или приближенно равно внутренней эдс.

Электрические регенеративные фильтры.

В. И. Романов.

Доложено на IV Съезде Ассоциации Физиков в Ленинграде 17 IX. 1924 г.

1. При практическом осуществлении электрических фильтров, в особенности для звуковых частот, т.е. от нескольких сот до нескольких тысяч периодов в секунду, приходится считаться с тем обстоятельством, что входящие в состав фильтра катушки самоиндукции обладают омическим сопротивлением. Теоретический расчет таких фильтров выполняется обыкновенно в предположении, что этим сопротивлением можно пренебречь по сравнению с индуктивным сопротивлением фильтра. Между тем при построении фильтров, рассчитанных на звуковые частоты, приходится применять самоиндукции порядка одного и даже нескольких генри. Построение таких катушек малого сопротивления и в то же время незначительных размеров, т.е. практически удобных, представляет значительные трудности.

Кроме того коэффициент затухания фильтра с катушками малого омического сопротивления для частот, лежащих вне полосы прозрачности фильтра, далеко не так значителен, чтобы обеспечить достаточную отфильтровку паразитных токов, в особенности, если энергия их больше, чем энергия тех токов, которые должны быть пропущены фильтром.

Эти обстоятельства выдвигают на очередь вопрос о построении таких фильтров, которые позволили бы применение в них самоиндукций с большим омическим сопротивлением, и которые обладали бы большей фильтрующей способностью, чем это имеет место для обычных фильтров, разработанных Вагнером и Кампбеллом, если под фильтрующей способностью подразумевать отношение амплитуды токов, пропущенных фильтром, к остаточной амплитуде паразитных токов, лежащих вне полосы прозрачности фильтра и им не вполне поглощенных, при том условии, что до прохождения через фильтр эти токи имели одинаковую амплитуду.

Выяснение возможности построения таких фильтров и составляет предмет настоящей работы, так как подобного рода фильтры могли бы найти себе достаточное применение при решении различных вопросов современной радиотехники именно в тех случаях, когда требуется особенно тщательная фильтровка, как например при многократном телеграфировании токами звуковой частоты по телеграфным проводам, при освобождении радиоприема от атмосферных разрядов и пр., где обычные фильтры оказываются недостаточными.

2. Так как в настоящей работе при построении фильтров предполагалось пользоваться катушками самоиндукции с большим сопротивлением для увеличения фильтра вне полосы его прозрачности, то было

произведено несколько измерений с различными фильтрами, чтобы выяснить, в какой мере ваттное сопротивление катушек влияет на поглощение энергии фильтрами.

Все фильтры были построены из звеньев по схеме Вагнера, как это представлено на черт. 1 (стр. 507).

Фильтр № 1 имел следующие данные: $L = 1 H$, $B_L = 176 \Omega$, $\frac{C}{2} = 0,27 \mu F$, $K = 0,04 \mu F$. Через фильтр пропусклся переменный ток от небольшого альтернатора. Частота тока могла быть изменяема от 500 до 3000 пер. в секунду. С помощью зеркального электродинамометра измерялась энергия, доставляемая альтернатором как до прохождения через фильтр, так и после прохождения через одно, два или три звена. Результаты измерений представлены в таблице 1. Во втором столбце показана пропускная способность фильтра, выраженная в процентах начальной энергии, подводимой к фильтру.

ТАБЛИЦА 1.

Число звеньев.	Пропускная способность для i^2 в полосе прозрачности.
1	50%
2	26%
3	11%

Как видно, каждое звено уменьшает энергию приблизительно на половину. Неодинаковая прозрачность звеньев может быть объяснена не вполне точной настройкой отдельных звеньев. На черт. 2 представлена резонансная кривая этого фильтра, когда он состоит из трех звеньев. Как видно из таблицы, фильтр из трех звеньев при сопротивлении катушек в 176Ω пропускает только около 10% энергии.

Фильтр № 2 имел следующие данные: $L = 0,9 H$, $R_L = 428 \Omega$, $K = 0,031 \mu F$, $\frac{C}{2} = 0,27 \mu F$.

На черт. 3 даны резонансные кривые этого фильтра при соединении двух и трех звеньев. Пропускная способность фильтра дана в таблице 2, из которой видно, что фильтр этот практически непригоден, так как энергия, пропускаемая двумя звеньями такого фильтра, уже не превышает 1,3%, а три звена практически совершенно не прозрачны.

ТАБЛИЦА 2.

Число звеньев.	Пропускная способность	
	i	i^2
1	36%	11,4%
2	13%	1,3%
3	4,7%	0,15%

Измерение силы тока i , пропускаемого фильтром, в таблице 2, производилось непосредственно тепловым миллиамперметром и кроме того с помощью термозлемента и зеркального гальванометра, отклонения которого были пропорциональны i^2 . Эти значения i^2 помещены в третьем столбце таблицы 2.

Чтобы выяснить влияние конденсаторов $\frac{C}{2}$, от которых зависит ширина прозрачной полосы фильтра, на его пропускную способность были произведены измерения с фильтром № 3, который отличался от фильтра № 2 только тем, что конденсаторы $\frac{C}{2}$ были взяты по 0,9 μF .

Как видно из резонансных кривых этого фильтра, представленных на черт. 4 (стр. 508) для случаев, когда фильтр состоит из одного и из двух звеньев, ширина его прозрачной полосы изменилась весьма мало. Зато измерения его пропускной способности показали, что у этого фильтра каждое звено пропускает лишь около 16% тока, или около 2,5% энергии. Таким образом этот фильтр уже из двух звеньев совершенно не прозрачен. Отсюда следует, что фильтры с ваттным сопротивлением должны еще более задерживать все токи, частоты которых лежат вне полосы прозрачности фильтра. Конечно, малая пропускная способность этих фильтров внутри полосы прозрачности делает их непригодными к практическому применению, но если бы было возможно уменьшить их ваттное сопротивление внутри полосы прозрачности в той же мере, как, и их индуктивное сопротивление, то такие фильтры обладали бы большей фильтрующей способностью по сравнению с обычными, так как, обладая необходимой прозрачностью в некотором интервале частот, они задерживали бы все остальные частоты и всякого рода паразитные токи с большею силой.

3. Чтобы сделать ваттное сопротивление фильтра такую же функцию частоты, какой является индуктивное сопротивление фильтра, можно воспользоваться процессом регенерации, столь успешно применяемым в радиоприемниках. Соединив фильтр с регенеративным усилителем, можно составить схему, в которой коэффициент затухания звеньев фильтра может быть сделан сколь угодно близким к нулю для периодов, пропускаемых фильтром, и кроме того эти периоды благодаря катодной лампе получают еще значительное усиление. Наоборот, для всех остальных периодов звенья фильтра будут обладать весьма значительным коэффициентом затухания вследствие большого ваттного сопротивления катушек фильтра, сохраняемого ими при отсутствии регенерации. Таким образом регенеративный фильтр будет обладать преимуществом перед обычным фильтром как вследствие даваемого им усиления нужных периодов, так и вследствие значительного большего поглощения периодов, подлежащих ослаблению. Так как регенеративный усилитель и без фильтра выделяет только определенную полосу частот и является также своего рода фильтром, то вслед-

ствие этого их соединение и может быть использовано для улучшения качеств фильтра.

Так как это исследование было вызвано запросами радио- и проволочной телеграфии, то описанные ниже фильтры имеют своей задачей выделять определенные отдельные частоты, а не целые спектры частот, как это имеет место в телефонии. В настоящей работе рассматриваются только двучленные фильтры такого рода, оказавшиеся для целого ряда практических вопросов вполне достаточными¹⁾.

Введение в фильтр процесса регенерации может быть осуществлено по следующей схеме: Оба звена фильтра A и G связываются индуктивно через взаимную индукцию их катушек L_1 и L_2 , как показано на черт. 5а, вместо обычной гальванической связи, обозначенной пунктиром. Затем одна из катушек L_1 включается в контур сетки G катодной лампы R (черт. 5б), а другая L_2 в контур анода A той же лампы, и устанавливается между катушками L_1 и L_2 такая связь, чтобы указанная схема представляла собою также и регенератор. К точкам M и N подводится ток, подлежащий фильтрации, от точек P и Q отводится ток, прошедший через фильтр. Для того, чтобы фильтр правильно функционировал, оба звена фильтра должны быть достаточно точно настроены на один и тот же период. Увеличивши связь между контурами сетки и анода, можно заставить фильтр генерировать. Поэтому настройка фильтра может быть весьма просто осуществлена, если заставить фильтр генерировать сначала, когда колебательный контур находится только в цепи сетки, а затем, когда колебательный контур находится только в цепи анода, при одной и той же связи между самоиндукциями L_1 и L_2 .

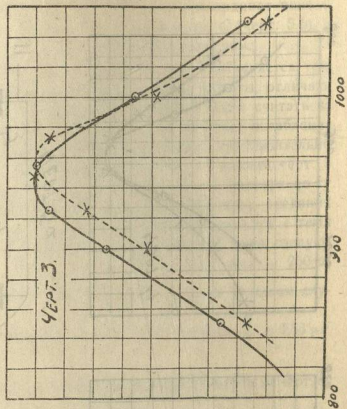
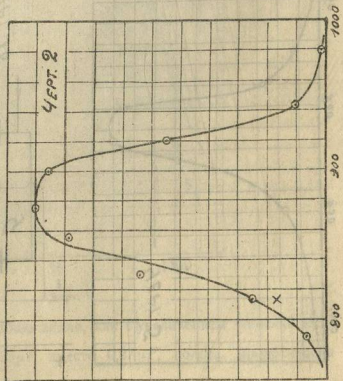
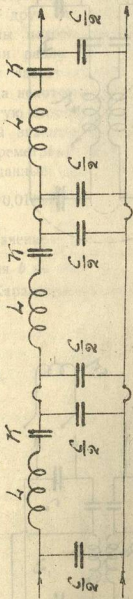
В обоих случаях подбираем переменные конденсаторы K (черт. 1) так, чтобы число периодов генерации, определяемое волномером, было одно и то же. При включении обоих колебательных контуров в цепь сетки и анода одновременно, общий тон, даваемый фильтром, значительно понижается или повышается, как это следует из теории связанных систем, в которых связь осуществляется через катодную лампу. В этом случае в зависимости от значения взаимной индукции мы получим только одно из двух возможных колебаний, определяемых связью. Так как однако фильтром приходится пользоваться, как регенератором, когда связь между самоиндукциями L_1 и L_2 значительно меньше, то при этом период вновь приближается, хотя и не достигает того значения, которое имеет каждое звено в отдельности. Для определения числа колебаний в секунду во всех измерениях служил волномер тональных частот по Вольфу фирмы G. Seibt'a.

4. Для выяснения свойств регенеративных фильтров были сняты характеристики нескольких фильтров, отличавшихся своими параметрами.

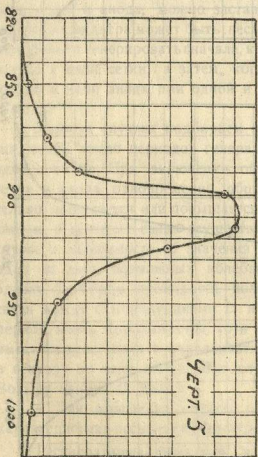
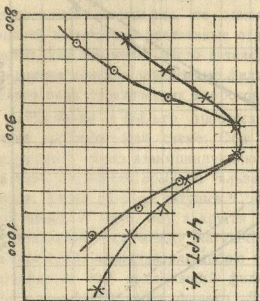
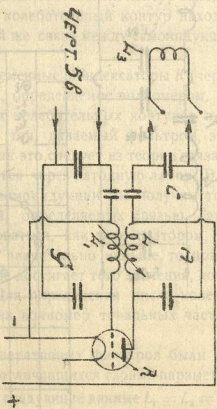
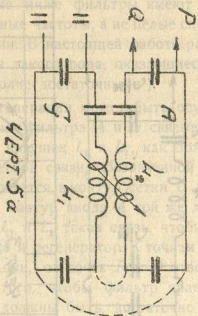
Регенеративный фильтр № 1 имел следующие данные $L_1 = L_2 = 0,9H$;

¹⁾ О многочленных фильтрах будет сделано особое сообщение.

НАСТАВКЕ З. М. РОМАНОВА.



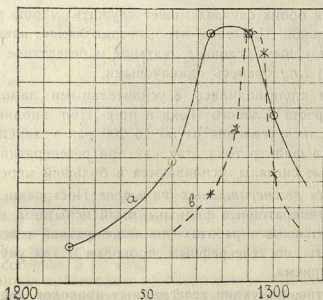
ИСТАТБЕ В.Н. РОМАНОВА.



$R_L = 428 \Omega$; $K = 0,02 \mu F$; $\frac{C}{2} = 0,55 \mu F$. На черт. 5 дана его характеристика. По оси абсцисс отложены частоты, а по оси ординат показания термозлемента, которым замыкался конденсатор C (черт. 5 б), и которые пропорциональны энергии, пропущенной фильтром.

Сравнительно небольшое число точек на кривой объясняется тем, что частотомер Вольфа позволял различать лишь частоты, отличающиеся друг от друга не менее, как на 10—15 пер. Если считать за пределы полосы прозрачности те частоты, для которых ослабление энергии равно 50%, то данный фильтр пропускает приблизительно полосу частот в пределах 35 периодов: 895—930. На кривой черт. 5 заметна некоторая несимметрия в увеличении затухания фильтра по ту и другую сторону от полосы прозрачности, однако крутизна спадания кривой значительно больше, чем для обыкновенного фильтра с теми же параметрами (черт. 2). Регенеративный фильтр № 2 имел следующие данные: $L_1 = 0,9 H$; $R_{L1} = 428 \Omega$; $L_2 = 1,2 H$; $R_{L2} = 260 \Omega$; $K_1 = 0,014 \mu F$; $K_2 = 0,0113 \mu F$. Конденсаторы $\frac{C}{2}$ имели в одном случае значение $\frac{C}{2} = 0,27 \mu F$ (кривая a на черт. 6) и в другом $\frac{C}{2} = 0,55 \mu F$ (кривая b на черт. 6).

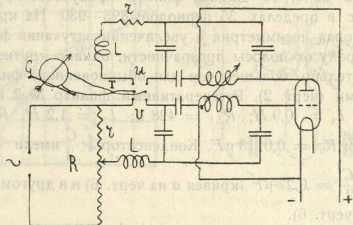
Характеристики фильтров для обоих случаев представлены на черт. 6.



Черт. 6.

На этом примере хорошо видно, как с увеличением значения конденсаторов $\frac{C}{2}$, именно $0,55 \mu F$ вместо $0,27 \mu F$, полоса прозрачности фильтра изменяет свою ширину.

5. Кроме выделения нужных частот регенеративный фильтр содержит в себе также и свойства усилителя. Величина усиления такого фильтра определялась следующим образом. Ток 1270 пер. в сек. подводился к потенциометру R . От сопротивления r потенциометра он отводился на регенеративный фильтр, и в эту цепь включался термоэлемент v с гальванометром G (черт. 7). В другой раз тот же термоэлемент включался в положение u , причем выходной конденсатор фильтра замыкался катушкой самоиндукции L , и этот контур Lru настраивался в резонанс со входящим током. Отношение показаний



Черт. 7.

термоэлемента в обоих случаях может служить мерою усиления энергии всей установкой. Для того, чтобы термоэлемент находился в обоих случаях в одинаковых условиях, ваттное и безваттное сопротивления контуров Lru и Lrv брались одинаковыми.

Измерения производились с усилительными лампами различных фирм (Хута, Треста Слабого Тока и пр.). При анодном напряжении в 200 V получались усиления от 50 до 200 раз в зависимости от силы поступающего в фильтр тока, так как при регенеративной схеме, как известно, слабые сигналы усиливаются в большей мере, чем сильные.

Испытания регенеративных фильтров. Построенные по указанной выше схеме регенеративные фильтры были испытаны в двух случаях. Они были применены в работах по многократной телеграфии токами звуковой частоты по телеграфным проводам и для улучшения радиотелеграфного приема.

Как известно, индукция телеграфных проводов настолько сильна, что это обстоятельство препятствовало осуществлению многократной телеграфии на этих проводах. Применение регенеративных фильтров в такой мере устранило все паразитные токи, имеющие место на этих проводах, что позволило осуществить в июле 1923 г. многократную передачу и по телеграфным проводам. Точно также шумы, сопровождающие прием в Московском Радиотелеграфном узле и обусловленные

соседством телеграфной сети, могли быть устранены с помощью применения фильтров, описанных в настоящей статье.

Применение многочленных фильтров с регенерацией позволяет еще в большей степени производить фильтрацию электрических токов, чем это возможно с двучленными фильтрами. Результаты, полученные с такими фильтрами, будут сообщены в особой статье.

Результаты: 1. Применение принципа регенерации к фильтрам дало возможность построить фильтры, у которых не только индуктивное, но и омическое сопротивление есть функция частоты. Поэтому вне полосы прозрачности эти фильтры обладают большей поглощающей способностью, чем фильтры без регенерации.

2. Такие фильтры являются кроме того усилителями токов, лежащих в полосе прозрачности фильтра, и в большей мере, чем обыкновенные фильтры, выделяют нужные токи.

Москва.

Университет, Физический Институт.

Затмение солнца и радиопередача. — Предварительное исследование результатов наблюдения радио во время полного солнечного затмения 24 января сего года в Северной Америке показало, что 1) при $\lambda = 12500$ мт передача становится почти невозможной во время полной фазы; для этого достаточно, чтобы радиолучи где либо на своем пути пересекали полосу затмения¹⁾; 2) при $\lambda = 75$ мт передача (почти невозможная при полуденном солнце) весьма ослабевала в течение всего явления затмения, даже в местах частного покрытия солнца диском луны, почти до момента полного прояснения солнца; 3) при $\lambda = 260$ до 700 мт в местах близких к передатчику, до 18 км при 100 W, затмение не оказывало влияния на передачу; при больших расстояниях передача ослаблялась более или менее в зависимости от того, полное или частное затмение имело место. Делаются попытки объяснить эти факты помощью теории Хивизайда или Мейснера²⁾. Funk № 25. 1925.

Короче 5-ти метров. — В „Radio für Alle“ „QSL“ H. 18, 1925 г. сообщается, что станции 8sm удалось на волне в 4.3 метра с анодной мощностью 15 W (?) перекрыть расстояние в 700 км телеграфом и 150 км радиотелефоном. Без антенн как у приемника, так и у передатчика было перекрыто расстояние в 50 км.

Та же станция производила особенно интересные опыты с антеннами, расположенными под водой и под землею. Одна из таких антенн установила связь с Америкой на 85 W.

В следующем номере „R. f. A“ QSL H. 19 сообщается уже о связи на волне 0,85 мт, установленной станцией F8sm на расстоянии 28 км.

¹⁾ Ср. ТГТбп № 21, стр. 342. 1923.

²⁾ ТГТбп № 27, стр. 543. 1925.

Материалы к расчету телефонных трансляций (промежуточных усилителей) для воздушных линий.

Инж. М. Ю. Юрьев.

§ 1. Вступление. — Основной задачей всякой усилительной установки (разговорных частот) является надлежащий подбор сетчатого и анодного трансформаторов в зависимости от пустотной лампы. По отношению к телефонной трансляции эта задача усложняется еще тем, что с помощью этих трансформаторов не только должно быть достигнуто необходимое усиление разговорных токов, но и устранено искажение их, обуславливаемое линией.

Как известно, разговорный ток является током не какой либо определенной частоты, а представляет собой сочетание переменных синусоидальных токов самых разнообразных частот (от 200 до 1600). Так как токи более высоких частот по отношению к токам низких частот имеют большее километрическое затухание β , то в конце определенного участка линии амплитуды токов различных частот уменьшатся не в одинаковой мере. Такое неравномерное уменьшение амплитуд переменных токов, составляющих разговорный ток, отражается на ясности передаваемой речи, т.е. вызывает ее искажение.

Опытным путем было выяснено, что мерой искажения для воздушных линий может служить разность между абсолютными затуханиями линии βl при $\omega = 7000$ и при $\omega = 3000$, причем для ясной передачи речи должно быть выполнено условие

$$\beta_{7000} \times l - \beta_{3000} \times l \leq 0,6.$$

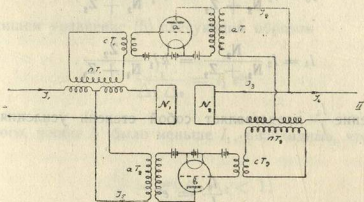
Совершенно очевидно, что с увеличением длины линии l увеличивается и искажение; усиливая разговорный ток, мы имеем возможность увеличить дальность телефонирования, т.е. увеличить длину линии; но вместе с удлинением линии увеличивается и искажение, а потому, если бы назначение телефонных трансляций заключалось только в усилении разговорных токов, то в конце линии была бы воспринята достаточно громкая, но, в той или иной мере, искаженная речь.

Поэтому, телефонные трансляции должны усиливать токи, составляющие разговорный ток, не в одинаковой мере, а именно: токи высоких частот должны усиливаться больше, чем токи низких частот, причем, если степень усиления трансляции выразить в виде отрицательного абсолютного затухания ($-\beta l$), то кривая, представляющая зависимость между отрицательным затуханием и частотами, должна, по возможности, совпадать с кривой, выражающей зависимость между

абсолютным затуханием и частотой той линии, в которую включена трансляция.

§ 2. Степень усиления трансляции. — При расчете трансляции, в первую очередь, конечно, возникает вопрос о возможной степени ее усиления. Предварительно познакомимся с ее схемой и принципом действия¹⁾.

Схематически промежуточный усилитель изображен на черт. 1. Разговорный ток I_1 , приходящий с линии I, возбуждает на сетке



Черт. 1.

LT_1 и LT_2 — линейные трансформаторы.

CT_1 и CT_2 — сеточные трансформаторы.

AT_1 и AT_2 — анодные трансформаторы.

пустотной лампы a переменное напряжение, в результате чего в анодной цепи лампы возникает усиленный ток I_2 ; этот последний частью (I_4) направляется в линию II, а частью (I_3) в искусственную линию N_2 . Из черт. 1 видно, что сетка лампы b не получит переменного напряжения, если имеет место равенство токов $I_3 = I_4$; это условие будет соблюдено тогда, когда кажущееся сопротивление искусственной линии N_2 равно характеристике Z_2 линии II.

Совершенно аналогично дело обстоит с разговорными токами, приходящими с линии II.

Если бы линия II (или I) не была уравновешена искусственной линией, то, как не трудно усмотреть, возник бы ток между лампами, что повело бы к самовозбуждению их, характеризующемуся сильным свистом (зуммированием) в линиях, исключаяющим всякую телефонную передачу.

¹⁾ Для всех последующих расчетов мною применяется комплексный метод изображения электрических величин; жирным шрифтом изображается комплексная величина, напр. $I = Ie^{i\varphi} = a + ib$; где $i = \sqrt{-1}$, e — основание натуральных логарифмов; комплексная величина, помещенная между двумя вертикальными черточками, обозначает ее модуль; напр. $|I| = I = \sqrt{a^2 + b^2}$.

Теперь выясним вопрос, насколько точно должны быть настроены искусственные линии под действующие, для правильной работы усилителя. Входящий в усилитель ток I_1 вызывает усиленный ток I_2 , причем можем положить: $I_2 = kI_1$.

Ток I_2 разветвляется на ток I_3 (в искусственную линию, сопротивление коей N_1) и на ток I_4 (в действующую линию II, характеристика которой Z_2), причем:

$$I_3 = I_2 \frac{Z_1}{N_1 + Z_1} = kI_1 \frac{Z_1}{N_1 + Z_1}, \quad (1)$$

$$I_4 = I_2 \frac{N_2}{N_1 + Z_1} = kI_1 \frac{Z_2}{N_1 + Z_1}. \quad (2)$$

Отношение $\frac{I_4}{I_1}$ представляет собой степень усиления усилителя.

Обозначим

$$\frac{I_4}{I_1} = e^v. \quad (3)$$

Из уравнений (2) и (3) при $N_2 = Z_2$ имеем:

$$e^v = \frac{1}{2} k, \quad (4)$$

где e —основание натуральных логарифмов.

Если равенство $Z_2 = N_2$ не достигнуто, то разность токов ($I_3 - I_4$) вызывает ток

$$I_5 = k(I_3 - I_4), \quad (5)$$

который разветвляется в искусственную линию N_1 и в действующую линию I, характеристика которой Z_1 .

Обозначим разность этих токов через I'_1 ; тогда

$$I'_1 = k(I_3 - I_4) \frac{Z_1 - N_1}{Z_1 + N_1}.$$

Из уравнений (1), (2) и (4) имеем:

$$I'_1 = I_1 \cdot 4e^{2v} \frac{Z_1 - N_1}{Z_1 + N_1} \cdot \frac{Z_2 - N_2}{Z_2 + N_2}. \quad (6)$$

Введем следующие обозначения:

$$\Delta_1 = 2 \frac{Z_1 - N_1}{Z_1 + N_1} \text{ и } \Delta_2 = 2 \frac{Z_2 - N_2}{Z_2 + N_2}.$$

Самовозбуждения лампы не последует, если

$$I_1' < I_1 e^{2v}.$$

Перепишем уравнение (6) следующим образом

$$\frac{I_1'}{\Delta_1 \Delta_2} = I_1 e^{2v}.$$

Для того, чтобы I_1' было меньше I_1 , необходимо, чтобы

$$\frac{I_1'}{I_1} = e^{2v} \cdot \Delta_1 \Delta_2 < 1.$$

Или

$$e^{2v} < \frac{1}{\Delta_1 \Delta_2}; \quad e^v < \frac{1}{\sqrt{\Delta_1 \Delta_2}}. \quad (7)$$

Отсюда следует, что для достижения правильной работы усилителя, достаточно сделать Δ_1 или Δ_2 равным нулю, т.е. вполне точно уравновесить хотя бы одну действующую линию. Но практически этого достигнуть не удастся, а потому надо стремиться сделать Δ_1 и Δ_2 как можно меньшими.

Если положить $\Delta_1 = \Delta_2$, то $\Delta < e^{-v}$.

Например, если $v = 2,3$, то самовозбуждения ламп не будет при $\Delta < 0,1$; иными словами, расхождение между кажущимися сопротивлениями действующей и искусственной линии может достигать 10%.

Из уравнения (7) непосредственно следует, что, чем большую степень усиления имеет усилитель, тем точнее должны быть уравновешены действующие линии искусственными.

Практически, в виду того, что настройку искусственных линий нужно вести не на одну частоту, а на весь спектр частот разговорного тока, в лучшем случае удастся уменьшить расхождения между кажущимися сопротивлениями действующей и искусственной линии на 17%—15%, что соответствует $v = 1,8$ —2. Отсюда следует, что требовать от трансляции степень усиления большую, чем $e^{1,8}$ или e^2 , не имеет никакого смысла (при $\omega = 5000$, которая является средней круговой

частотой разговорных токов). Поэтому, для расчета принимаем, как среднюю, усиленную способность трансляции равную $e^{1,8}$.

§ 3. Сетчатый трансформатор.—Принимая во внимание, что сетка пустотной лампы находится под отрицательным потенциалом сетчатой батареи, можно считать, что сопротивление между нитью и сеткой практически бесконечно велико, а потому для получения возможно большего напряжения на зажимах вторичной обмотки сетчатого трансформатора необходимо придать ей возможно большее число витков. На практике же очень скоро доходим до предела, за которым напряжение не увеличивается, а уменьшается. Это объясняется влиянием собственной емкости вторичной обмотки сетчатого трансформатора.

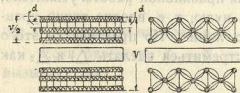
Трансформатор заряжает не только сетку пустотной лампы, но и свою вторичную обмотку, в результате чего вторичная обмотка нагружается емкостью, включенной параллельно к этой обмотке.

Пусть вторичная обмотка сетчатого трансформатора состоит из m слоев. Разность потенциалов на ее зажимах обозначим через V . Требуется определить емкость K этой обмотки. Если обозначить количество положительного электричества, которое воспринимается обмоткой, через Q , то

$$K = \frac{Q}{V}.$$

Обозначим поверхность одного витка через f .

Предположим, что обмотка состоит из нескольких слоев плоских металлических колец, расположенных весьма близко друг от друга, но не соприкасающихся между собой.



Черт. 2.



Черт. 3.

Расстояние между этими кольцами, т.-е. изолирующий слой, пусть имеет толщину d . Тогда силовые линии эл. поля, примерно, будут иметь вид, изображенный на черт. 2. В действительности же обмотка состоит из витков проволоки круглой формы,

и силовое электр. поле будет соответствовать черт. 3. При равных разностях потенциалов между слоями, число силовых линий, а следовательно, и общий заряд по черт. 2 больше, чем по черт. 3, ибо в последнем случае средняя длина силовой линии больше, а средняя сила поля меньше, чем по черт. 2.

Вычислим емкость K_1 для первого случая; тогда емкость для второго случая, т.-е. K , будет $K = \chi K_1$, где $0 < \chi < 1$. Если число слоев обмотки равно m , то средняя разность потенциалов между двумя слоями равна (см. черт. 2)

$$\frac{1}{2} \frac{V}{m-1} \cdot \frac{\epsilon f}{4\pi d},$$

где ϵ —диэлектрическая постоянная изолирующего промежутка.

Так как в обмотке, состоящей из m слоев, находится $(m-1)$ самостоятельных конденсаторов, то

$$Q = (m-1) \frac{1}{2} \frac{V}{m-1} \cdot \frac{\epsilon f}{4\pi d} = V \frac{\epsilon f}{8\pi d}.$$

$$\text{Следовательно } K_1 = \frac{\epsilon f}{8\pi d}.$$

Если r —средний радиус обмотки, а l —ее длина, то $f = 2\pi rl$, и $K_1 = \epsilon \frac{rl}{4d}$. Поэтому $K = \chi \cdot \epsilon \frac{rl}{4d}$.

Экспериментальные определения χ для двух—и многослойных обмоток были произведены W. Riezt'ом (*Ann. d. Phys.*, 1913) и H. Keller'ом (*Diss.*, Zürich, 1917); ими даны для обмоток с шелковой и бумажной изоляцией следующие величины:

для двухслойной обмотки: $\chi \epsilon = 2,5$,

для многослойной обмотки: $\chi \epsilon = 1,7$.

Кроме того, можно пользоваться для многослойной обмотки след. формулой:

$$K_m = K_1 V \frac{3}{m+1},$$

где $m = 3, 4, 5, 6$ и т. д., а $K_1 = \epsilon \frac{lr}{4d}$.

Для уменьшения собственной емкости вторичной обмотки сетчатого трансформатора можно рекомендовать подразделить обмотку на несколько секций. В этом случае удастся понизить собственную емкость обмотки до 70—80 см.

Но емкостная нагрузка вторичной обмотки сетчатого трансформатора не ограничивается только собственной емкостью; здесь приходится считаться с емкостью между вторичной и первичной обмотками, а также и между сердечником и вторичной обмоткой (черт. 4). Согласно измерений, порядок величин этих емкостей следующий:

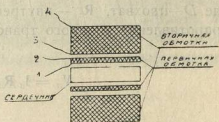
Емкость между концами 2—3 (концы 1 и 4 разомкнуты) = 295 см.

1—3 (" 2 и 4 ") = 288 "

2—4 (" 1 и 3 ") = 170 "

1—4 (" 2 и 3 ") = 65 "

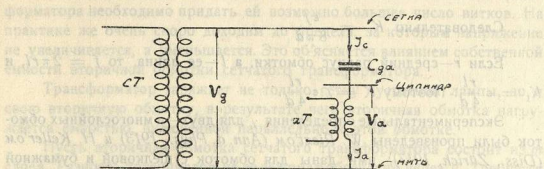
концом 3 и сердечником = 115 "



Черт. 4.

Для уменьшения влияния этих емкостей концы 2 и 3 соединяются с сердечником накоротко (сердечнику дается земля).

Необходимо обратить внимание, что на емкостную нагрузку вторичной обмотки сетчатого трансформатора влияет также и емкость самой лампы. Несмотря на незначительную величину емкости C_{ga} между сеткой и цилиндром, она играет в трансляционной схеме большую роль. Дело в том, что параллельно пути сетка—нить лежит другой



Черт. 5.

путь от сетки к нити через цилиндр, анодный трансформатор и анодную батарею (черт. 5). Если между сеткой и нитью имеется переменное напряжение V_g , то лампа работает, как генератор с эдс $\frac{V_g}{D}$, и возбуждает в цепи анода силу тока¹⁾

$$I_a = \frac{\frac{V_g}{D}}{R_i + R_a},$$

где D —прохват, R_i —внутреннее сопротивление лампы, R_a —полное сопротивление анодного трансформатора. Но

$$V_a = I_a R_a = -\frac{V_g}{D} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_i}{R_a}}.$$

На обкладках конденсатора „сетка—цилиндр“ лежит напряжение:

$$V_g - V_a = I_c \frac{1}{i\omega C_{ga}} = V_g \left[1 + \frac{1}{D \left(1 + \frac{R_i}{R_a} \right)} \right].$$

Этот конденсатор нагружает вторичную обмотку трансформатора сопротивлением

1) См. Barkhausen, Elektronen-Röhren. 1923.

$$R_c = \frac{V_g}{I_c} = \frac{1}{i\omega C_{ga}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{D(1 + \frac{R_i}{R_a})}}$$

Как видно, это сопротивление зависит не только от постоянных величин, характеризующих пустотную лампу D и R_i , но и от нагрузки. Так как обыкновенно $R_i = R_a$, что необходимо для того, чтобы отдача лампы имела максимальное значение, то

$$R_c = \frac{1}{i\omega C_{ga}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{2D}} = \frac{1}{i\omega C_{ga} (1 + \frac{1}{2D})}$$

Так как $D < 1$, то C_{ga} действует тем сильнее, чем меньше D . Для трансляционных лам $D = 0,07$ и $C_{ga} = 10$ см; поэтому действующее значение C_{ga} равно

$$10 (1 + \frac{1}{0,14}) = 10 \times 8,3 = 83 \text{ см.}$$

§ 4. Потери в железе сердечника трансформаторов.—Прежде всего необходимо отметить, что трансляционные трансформаторы работают с очень слабыми магнитными полями. *R. Gans* (*Ann. d. Phys.*, 22, 27, 29, 33, 1910), исследуя весьма слабые магнитные поля, нашел, что в этом случае магнитная проницаемость почти не зависит от напряженности поля H , и что шлейф гистерезиса является эллипсом; последнее обстоятельство весьма удобно для расчетов, если принять, что магнитная индукция B отстает на некоторый небольшой угол от напряженности поля H , вызванного ампервитками обмоток трансформатора.

Если поэтому положить

$$H = H_1 + H_2 \cos \omega t,$$

то

$$B = B_1 + B_2 \cos (\omega t + \varphi),$$

где

$$B_2 = \mu' H_2.$$

Здесь μ' —, так называемая, проницаемость *Gans'a*. В комплексных величинах $B_2 \cos (\omega t - \varphi)$ и $H_2 \cos \omega t$ выразятся следующим образом:

$$B_1 = B_2 e^{i(\omega t - \varphi)} \text{ и } H_1 = H_2 e^{i\omega t},$$

где $i = \sqrt{-1}$. Кроме того,

$$\mu' H_1 = \mu' H_2 e^{i\omega t} = B_2 e^{i\omega t}.$$

При $\omega t = 0$:

$$\mu' H_1 = \mu' H_2 = B_2 \text{ и } B_2 = B_2 e^{-i\varphi} = \mu' H_2 e^{-i\varphi} = \mu' H_2 e^{-i\varphi}.$$

Построим вектор $\mu' H_2 e^{-i\varphi}$ (см. черт. 6); он изобразится отрезком OA' ; тогда $OC = \mu' H_2 \cos \varphi$ и $OD = \mu' H_2 \sin \varphi$.

Но

$$\mu' H_2 \cos \varphi = \frac{\mu' H_2}{\sqrt{1 + \tan^2 \varphi}} = \frac{\mu' H_2}{\sqrt{1 + \delta^2}},$$

$$\mu' H_2 \sin \varphi = \frac{\mu' H_2 \tan \varphi}{\sqrt{1 + \tan^2 \varphi}} = \frac{\mu' H_2 \delta}{\sqrt{1 + \delta^2}},$$

где $\tan \varphi = \delta$. Поэтому

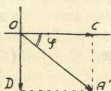
$$B_2 = \frac{\mu' H_2}{\sqrt{1 + \delta^2}} - i \frac{\mu' H_2 \delta}{\sqrt{1 + \delta^2}} = \mu' H_2 \cdot \frac{1 - i\delta}{\sqrt{1 + \delta^2}}.$$

Или приближенно (при очень малых δ):

$$B_2 = \mu' H_2 (1 - i\delta).$$

Таким образом во всех расчетах трансформатора мы должны вместо коэффициентов самоиндукции первичной и вторичной обмоток L_1 и L_2 и коэфф. взаимоиндукции M_1 вводить следующие величины:

$$L_1 (1 - i\delta), L_2 (1 - i\delta) \text{ и } M (1 - i\delta).$$



Черт. 6.

Этим самым мы принимаем в расчет потери на гистерезис в сердечнике трансформатора. Чтобы покончить с потерями в сердечнике, необходимо принять во внимание также и токи Фуко. Последние, по природе своей являющиеся индукционными токами, возникают в сердечнике трансформатора, вследствие изменения магнитного поля, возбуждаемого первичной обмоткой. Их собственное магнитное поле отстает от поля первичной обмотки на угол, лежащий между 90° и 180° .

Разложим магнитное поле токов Фуко на две составляющие: одну, отстающую от магнитного поля первичной обмотки на 180° , а другую, отстающую на 90° от того же поля. Первая составляющая уменьшает величину μ' (проницаемость *Gans'a*), причем мы будем предполагать, что влияние этой составляющей уже вошло в величину μ' . Вторая же действует аналогично составляющей гистерезиса $\frac{\mu' H_1 \delta}{\sqrt{1 + \delta^2}}$ и обуславливает увеличение угла φ , т.е. δ , на некоторую величину δ' , причем δ' пропорционально $\omega = 2\pi n$; следовательно, можно положить $\delta' = \omega\theta$.

Поэтому, чтобы в уравнениях, служащих для расчета трансформатора, характеризовать потери на токи Фуко и на гистерезис, необходимо величины L_1 , L_2 и M заменить соответственно следующими:

$$L_1 [1 - i (\delta + \omega\theta)], \quad L_2 [1 - i (\delta + \omega\theta)],$$

$$M [1 - i (\delta + \omega\theta)].$$

Экспериментальными данными установлено, что для сердечника из пластин толщиной 0,03 мм:

	δ	θ
для шведского железа	от 0,2 до 0,03	от $5 \cdot 10^{-6}$ до $11 \cdot 10^{-6}$
для жел. больш. сопротивления	0,01	$1,5 \cdot 10^{-6}$

Обозначим $\delta + \omega\theta = \rho$; тогда при $\omega = 3000 \quad 5000 \quad 10000$

$$\text{шведское железо} \quad \rho = \begin{cases} 0,035 \\ 0,06 \end{cases} \begin{cases} 0,045 \\ 0,089 \end{cases} \begin{cases} 0,070 \\ 0,15 \end{cases}$$

$$\text{железо большого сопротивления} \quad \rho = 0,015 \quad 0,018 \quad 0,025$$

Для шведского железа из проволок диам. 0,25 мм $\rho = 0,03 + \omega 1,1 \cdot 10^{-5}$.

§ 5. Расчет сетчатого трансформатора. — Теперь перейдем к выводу уравнений сетчатого трансформатора. На черт. 7 обозначено:

1) положительное направление токов и напряжений;

2) конденсаторы K_1 и K_2 , заменяющие собой емкости первичной и вторичной обмоток трансформатора.

Введем следующие обозначения:

$L_1 = \tau_1 R_1$ — самоиндукция первичной обмотки (τ_1 — пост. времени).

$L_2 = \tau_2 R_2$ — самоиндукция вторичной обмотки.

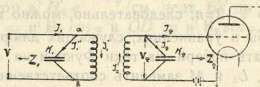
$R_1 = R_1 + i\omega L_1(1 - i\rho) = R_1 + i\omega L_1 + \omega L_1\rho = R_1 + \omega L_1(i + \rho)$, — полное сопротивление первичной обмотки.

$R_2 = R_2 + i\omega L_2(1 + \rho)$ полное сопротивление вторичной обмотки.

$M = i\omega \times (1 - i\rho) \times (1 - \sigma) \times M$, где σ — величина, характеризующая рассеивание силовых линий магнитного поля, а

$$M = \sqrt{L_1 L_2}.$$

Мы можем написать следующие уравнения, данные Брейзигом:



Черт. 7.

$$V_1 = \frac{R_1}{M} V_2 + \frac{R_1 R_2 - M^2}{M} I_2;$$

$$I_1' = \frac{1}{M} V_2 + \frac{R_2}{M} I_1';$$

$$I_1 = I_1' + I_1''; I_2 = I_2' - I_2''; I_2'' = i\omega V_1 \cdot K_1; I_2'' = i\omega V_2 \cdot K_2$$

Решая эти уравнения, находим:

$$V_1 = DV_2 + EI_2, \quad (8)$$

$$I_1 = FV_2 + GI_2, \quad (9)$$

где, с некоторым приближением:

$$D = \frac{1}{M} [R_1 - \omega^2 K_1 (L_1 R_2 + L_2 R_1)];$$

$$G = \frac{1}{M} (R_2 - \omega^2 K_1 (L_1 R_2 + L_2 R_1));$$

$$F = \frac{1}{M} \left\{ 1 - \omega^2 (L_1 K_1 + L_2 K_2) + i\omega [K_1 (R_1 + \rho \omega L_1) + K_2 (R_2 + \rho \omega L_2)] \right\};$$

$$E = \frac{1}{M} \left\{ (i + \rho) \omega (L_1 R_2 + L_2 R_1) - 2 \sigma \omega^2 L_1 L_2 \right\}.$$

Кроме того

$$V = Z_1 I_1 + V_1, \quad (10)$$

$$V_2 = Z_2 I_2, \quad (11)$$

где V — напряжение в начале линии, Z_1 — характеристика линии, Z_2 — сопротивление между нитью и сеткой пустотной лампы.

Решая ур-ия (8), (9), (10) и (11), получим

$$I_2 = V \frac{1}{H} \text{ и } V_2 = V \frac{Z_2}{H},$$

где $H = FZ_1 Z_2 + GZ_1 + DZ_2 + E$.

Энергия W_2 , отданная трансформатором лампе, будет равна

$$W_2 = \frac{1}{2} \left| V_2 I_2 \right| \cos \varphi_2,$$

где φ_2 — угол между V_2 и I_2 . Следовательно,

$$W_1 = \frac{1}{2} \left| \frac{V^2 Z_2}{H^2} \right| \cos \varphi_2.$$

Так как сопротивление Z_2 между нитью и сеткой, при отрицательном потенциале на ней, очень велико (практически бесконечно), и так как это сопротивление является чисто омическим, т.е. $Z_2 = Z_2$, то во первых, примем, что в уравнении для H имеют значение только те члены, которые содержат Z_2 , а, во-вторых, угол $\varphi_2 = 0$. Тогда

$$H = Z_2 (FZ_1 + D).$$

Таким образом, энергия, отданная трансформатором лампе, будет равна:

$$W_2 = \frac{1}{2} \left| \frac{V^2 Z_2}{H^2} \right|,$$

а напряжение на зажимах вторичной обмотки

$$\left| V_2 \right| = \left| \frac{Z_2 V}{H} \right| = \left| \frac{Z_2 V}{Z_2 (FZ_1 + D)} \right| = \left| \frac{V}{FZ_1 + D} \right|.$$

Так как Z_2 и V являются данными величинами, то расчет сетчатого трансформатора сводится к исследованию величины $\left(\frac{1}{FZ_1 + D} \right)$.

Для этого необходимо предварительно найти выражение для полного сопротивления U_1 сетчатого трансформатора, измеренного у зажимов первичной обмотки (a и b черт. 7) при разомкнутой вторичной обмотке. Но так как сопротивление Z_2 очень велико, то мы можем принять, что, если вторичная обмотка будет замкнута на Z_2 , то полное сопротивление U_1 трансформатора будет то же самое, что и при разомкнутой вторичной обмотке. Мы имели выше:

$$V_1 = DV_2 + EI_2,$$

$$I_1 = FV_2 + GI_2,$$

$$V_2 = Z_2 I_2 + Z_2 I_2.$$

Поэтому:

$$V_1 = DZ_2 I_2 + EI_2,$$

$$I_1 = FZ_2 I_2 + GI_2,$$

$$U_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{DZ_2 + E}{FZ_2 + G}.$$

Так как члены, содержащие Z_2 , значительно больше других, то

$$U_1 \approx \frac{D}{F}.$$

Но,

$$D \approx \frac{L_1}{\sqrt{L_1 L_2}} = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}} \approx \frac{n_1}{n_2} \text{ и } \frac{1}{F} = U_1 \frac{n_2}{n_1}.$$

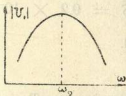
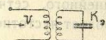
Поэтому

$$\frac{1}{|FZ_1 + D|} = \left| \frac{1}{F} \frac{1}{Z_1 + U_1} \right| = \frac{n_2}{n_1} \left| \frac{U_1}{Z_1 + U_1} \right|. \quad (12)$$

Следовательно,

$$|V_2| = |V| \times \left| \frac{1}{F Z_1 + D} \right| = \frac{n_2}{n_1} \times |V| \times \left| \frac{U_1}{Z_1 + U_1} \right|.$$

Принимая во внимание, что вторичная обмотка трансформатора нагружена емкостью K_2 , зависимость между $|U_1|$ и ω может быть представляема согласно черт. 8; максимум $|U_1|$ будет соответствовать частоте $\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L_2 K_2}}$.



Черт. 8.

Таким образом 1) величина $\left| \frac{U_1}{Z_1 + U_1} \right|$, а следовательно и $|V_2|$, т.е. усиление тем меньше зависит от частоты, чем $|U_1|$ больше $|Z_1|$; 2) если условия работы усилителя требуют, чтобы в пределах определенного спектра частот, например между ω_1 и ω_2 , высшие частоты усиливались более, чем низшие, то для наивысшей частоты ω_2 должно быть выполнено условие $\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L_2 K_2}}$; изменение же усиления в зависимости от частоты обуславливается соответственным подбором величин $|Z_1|$ и $|U_1|$. Но $|Z_1|$ зависит от линии, а для $|U_1|$ имеем:

$$U_1 = \frac{D}{F} = \frac{i\omega L + R_1 + \rho\omega L_1 - \omega^2 K_2 (L_1 R_2 + L_2 R_1)}{1 - \omega^2 L_2 K_2 + i\omega K_2 (R_2 + \rho\omega L_2)} = A + iB,$$

где с большой степенью точности:

$$A = \frac{R_1 + \rho\omega L_1 - 2\omega^2 K_2 L_2 R_1 (1 - \omega^2 K_2 L_2)}{(1 - \omega^2 L_2 K_2)^2 + (\omega^2 L_2 K_2 \frac{1 + \omega\tau_2\rho}{\omega\tau_2})^2};$$

$$B' = \omega L_1 \frac{1 - \omega^2 L_2 K_2}{(1 - \omega^2 L_2 K_2)^2 + (\omega^2 L_2 K_2 \frac{1 + \omega\tau_2\rho}{\omega\tau_2})^2}.$$

Зная величину полного сопротивления U_1 сетчатого трансформатора на зажимах его первичной обмотки, найдем полное сопротивление U_2 на зажимах вторичной обмотки, а именно:

$$U_2 = n^2 U_1,$$

где n — коэффициент трансформации. Назовем степенью усиления трансляции отношение половины мощности, отдаваемой анодным трансформатором¹⁾, к мощности, воспринятой линейным трансформатором, тогда (см. Barkhausen loc. cit.) степень усиления

$$e^{2v} = \frac{1/2 W_2}{W_1} = \frac{1}{8} \eta_u \times \eta_c \times \eta_a \times \left| U_2 \right| \frac{S}{D},$$

где η_u , η_c и η_a — коэффициент полезного действия линейного, сетчатого и анодного трансформаторов, S — крутизна, D — прохват пустотной лампы.

Так как для динамической характеристики $S = 0,2 \times 10^{-3}$, $D = 0,07$, то $\frac{S}{D} = 3 \times 10^{-3}$; $\eta_u \times \eta_c \times \eta_a \approx 0,30$.

Поэтому

$$e^{2v} \approx 0,1 \times |U_2|. \quad (14)$$

Для трансляций, построенных в Научно-Исп. телеф. станции НКПТ, имеем следующие данные: $L_1 = 0,23$ генри; $R_1 = 55$ ом; $L_2 = 90$ генри; $R_2 = 25000$ ом; $K_2 = 3500$ см; $n = 20$.

Пользуясь формулами (13) и (14) и принимая во внимание, что $|U_1| = A^2 + B^2$, получим следующую таблицу.

ω	$ U_1 $	$ U_2 $	v
3000	250	100000	1,15
4000	500	200000	1,5
5000	1500	600000	2
6000	3200	1.280000	2,42
7000	3500	1.400000	2,45
8000	3500	1.400000	2,45

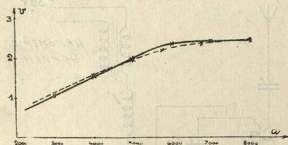
¹⁾ Так как половина мощности теряется в искусственной линии.

Среднее значение $v = \frac{2,45 + 1,15}{2} = 1,8$.

Разность $v_{7000} - v_{3000} = 2,45 - 1,15 = 1,3$, что соответствует искажению 160 километрам железной линии из проводов диам. 5 мм, ибо для такой линии

при $\omega = 3000$	$\beta l = 0,0118 \times 160 = 1,888$
при $\omega = 7000$	$\beta l = 0,0198 \times 160 = 3,168$

$$\beta l_{7000} - \beta l_{3000} = 3,168 - 1,888 = 1,28.$$



Черт. 9.

Таким образом трансляция устраняет искажение, вызванное 160 километрами железной линии. На черт. 9 построена зависимость между v и ω согласно таблице (сплошная линия). Измерения степени усиления трансляции, произведенные машиной Франка, вполне подтвердили правильность изложенного метода расчета, что видно из черт. 9, где пунктирная линия представляет зависимость между v и ω , полученную измерением.

Расчеты линейного и анодного трансформаторов мною не приводятся, ибо не представляют ничего нового; эти трансформаторы рассчитываются, как обыкновенные переходные трансформаторы.

11. V. 1925.

Монумент радио.—На всемирном конгрессе Тбп (ТиТбп № 30, стр. 315) делегат Radio Club Universitaire сделал предложение воздвигнуть монумент в честь Тбп в Вимре, где Маркони в 1899 г. устроил радиопередачу через Ламанш помощью 54-метровой мачты. Канонерка Ибис шла по каналу, всё удлиняя передачу. Канал был перекрыт 28 марта. Маркони считал этот успех началом Тбп и послал по этому поводу приветственную телеграмму Бранли. Докладчик предложения сказал: „радиолюбители должны вспомнить, чем они обязаны Гертцу, Попову, Маргоевичу Yodko (Норкевич Иодко *Ред.*), Лоджу, Маркони и Бранли“. Предложение было встречено общим согласием конгресса; был избран комитет для проведения его в жизнь; принимается подписка.

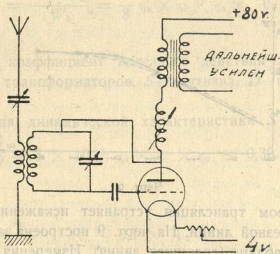
Paris Radio, 28 апреля 1925.

Работы по приему на коротких волнах в Н.-Новгороде и Ташкенте.

В. Петров.

Зимой 1924—25 года было впервые приступлено к приему на коротких волнах и разработке типа приемника, позволяющего производить уверенный и устойчивый прием на сравнительно большом диапазоне волн.

Вначале была испытана одна из известных схем, приведенная на черт. 1, которая, вообще говоря, работает очень хорошо на волнах



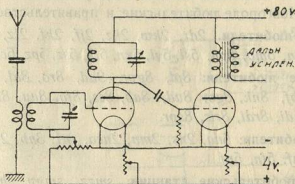
Черт. 1.

порядка 300—600 метров. Приемником, собранным по этой схеме, были впервые услышаны станции, работающие волнами около 50—100 мт при добавлении к первой лампе (детекторной) еще двух ступеней усиления низкой частоты. При дальнейшем испытании этой схемы были обнаружены довольно трудное управление регенерацией (при изменении регенерации менялась настройка) и малая устойчивость действия. Все эти недостатки побудили перейти к схеме, изображенной на черт. 2.

С приемником-услителем, собранным по этой схеме, были получены уже более благоприятные результаты. В особенности оказался легким способ управления регенерацией приемника, в отличие от первой схемы, где, как уже было упомянуто, обнаружилось большое влияние на настройку контура сетки даже незначительного изменения реакции в цепи анода лампы. Настройку такого приемника приходилось производить в обоих контурах сразу, что сравнительно легко было делать, совершенно не градуируя каждый из контуров. О настройке обоих контуров в резонанс можно было легко узнать по появлению собственных колебаний высокой частоты в приемнике-услителе. После этого

генерация в приемнике сводилась к пределу, где и должно получаться, обычно, наибольшее усиление при приеме отдаленных станций.

На принципе действия и управления регенерацией в данном типе приемника останавливаться нет необходимости, так как таковой широко применяется как в Америке, так и Европе для стабилизации работы усилителей высокой частоты (нейтродин, супергетеродин). Кратко его можно охарактеризовать, как метод повышения затухания в контуре сетки, за счет тока сетки, при добавлении на сетку некоторого положительного потенциала. При таком способе управления регенерацией



Черт. 2.

в приемнике, изменение первоначальной настройки его не замечалось, а также, при соответствующем подборе как анодного напряжения, так и утечки в сетке (мегма), получался вполне плавный переход от отрицательного сопротивления в контуре к положительному (переход через предел генерации).

Первоначально такой приемник был собран на диапазон волн, перекрываемый только конденсатором контура, т.-е. около 38 до 110 мт, без перемены катушек. Такой сравнительно небольшой диапазон волн, перекрываемый конденсатором, обусловлен желанием получить легкую настройку даже без употребления специального конденсатора для тонкой настройки.

Генерация в приемнике получалась очень легко по всей шкале волн; необходимо только отметить, что конденсатором в антенне при некоторых волнах отчасти также можно было настроиться, при других же он не имел почти никакого значения, немного лишь помогая управлению регенерацией.

Чтобы понизить длину принимаемой волны, был изготовлен еще один комплект катушек для диапазона волн 15—45 мт. При испытании оказалось, что генерация в приемнике возникает только при волнах длиннее 35 мт, при более коротких никакое положение потенциометра не давало генерации.

Так как генерация в таком типе приемника возникает благодаря только естественной емкостной связи как в схеме, так и в самой лампе

между сеткой и анодом, то при переходе к этим волнам энергии, передаваемой из цепи анода в цепь сетки, не стало уже хватать для возбуждения собственных колебаний в приемнике, из-за повышения различного рода потерь в контурах. Это положение было улучшено добавлением искусственной емкости между сеткой и анодом лампы, после чего и получилась уже вполне устойчивая генерация на диапазоне 25—45 мт. Идти в сторону еще большего укорочения волны в то время еще не было необходимости.

На приемник, собранный по такой схеме, при наличии еще двух каскадов усиления на низкой частоте были услышаны за время работы с ним след. в Н.-Новгороде любительские и правительственные станции.

Английские любители. 2dr, 2kw, 2kz, 2jf, 2kf, 2lz, 2fm, 2nb, 2od, 2sh, 2rb, 2wu, 5nn, 5mo, 5pu, 5si, 5yi, 5xn, 5lb, 5sz, 5pz, 6ch, 6qb, 6kk, 6nf.

Французские любители: 8pl, 8gvr, 9ad, 8ro, 8al, 8ée, 8gk, 8ssu, 7qf, 8ct, 8 mn, 8bf, 8nk, 8go, 8ud, 8ab, 8cs, 8fq, 8uu, 8sm, 8fsf, 8mjm, 8hs, 8oo, 8jbl, 8udi, 8rdi, 8ric, 8spr.

Финские любители: 5nq, 2ns, 2mn, 2nca, fn1, 3nb, 2ncb, 2nam, 2nd, 5nb, 1na, 2nn, 1nf, 5fn, 5nf.

Шведские любительские станции: smzz, smyv, sher, smyy, smpl, smél, smxx, smgb, smwf, smfn, smrg.

Голландские любительские станции: Oza, Oll, Ogc, Oxf, Onl, Osa, Ofp, Ogg, Ore, Orb, Obq, Opv, Ofi.

Датские: dlec, dlzm.

Итальянские: 1mt, 3mb, 1wb, 1co, 1af, 1er.

Бельгийские: 1rb, B7, S2.

Американские: u4oi, wir, wgh.

Неизвестные: hva (Tonkin) m1 (Мосул), ууу, хох (опыты д-ра Эзая) pox, nsf, yz (форт Issy у Парижа), ivr, ain (Марокко?), прах, ocdj, ido, ocdh, mldh (Мосул), pb3.

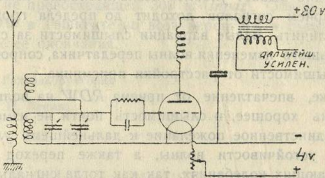
С этим приемником производился также опыт приема сигналов в утренние часы на волнах порядка 80—100 мт, чтобы определить момент исчезновения слышимости на этих волнах после восхода солнца. Из последних по времени слышанных станций можно привести следующие:

s 2nm	I/III	0540	gmt.
g 2od	"	0545	"
g 5nm	"	0550	"
g 2sz	8/III	0605	"
g 2rb	I/III	0525	"

Дабы еще более упростить управление приемником, в последнее время была испытана схема, приводимая на черт. 3. Она представляет из себя одну из упрощенных схем с шунтовой регенерацией (если так можно выразится, в отличие от обычно применяемого типа обратной

связи, когда катушка самоиндукции для обратной связи включена последовательно в цепь анода лампы). В такой схеме за счет небольшого уменьшения селективности при приеме достигнута большая простота в настройке. Генерация получается очень устойчивая, на всем диапазоне волн, и только уже после настройки ее приходится подводить к пределу, как и прежде, для получения наибольшей слышимости. О диапазоне генерации приемника можно только упомянуть, что таковой очень легко получается от 16—17 мт до 120 метров и выше.

Этот приемник был употреблен в опытах приема работы *RDW* (на коротких волнах) в Ташкенте.



Черт. 3.

Прием *RDW* в Ташкенте начался около 20/VII сего года и производился на волнах 20, 24, 30, 33 мт. Работа различными волнами велась с целью выяснения наиболее выгодной длины волны для передачи Москва—Ташкент за все время суток.

Таковой оказалась волна в 24 мт, на которой прием как в дневное, так и ночное время был наиболее удовлетворителен в смысле отсутствия мешающего действия атмосферных разрядов.

Волна 20 метров, при испытании приема ее в Ташкенте, в ночное время была слышна слабее, чем волна 24 мт, хотя мешающего действия на ней совершенно не замечалось. Начиная с волны в 24 или вернее 27 мт, появляется помеха в приеме от атмосферных разрядов. Особенно это заметно на приеме малоомощных или отдаленных станций.

О разрядах в Ташкенте можно сказать следующее. В начале приема (около 20/VII) разряды на волнах 30—45 мт почти совершенно отсутствовали, так что вполне возможен был прием малоомощных любительских станций, даже в дневное время. По прошествии же приблизительно двух недель с момента начала приема разряды стали все более и более ощутимы и к 22/VIII до того усилились, что при дневном приеме работы *RDW* на волне 33 мт уже не было возможности вести регулярную запись передачи. Тоже можно отметить и относительно волн в 30 мт, но в более слабой степени.

Максимум помехи от атмосферных разрядов обычно наступает

в период между 1200 и 1600 по Гринвичу, или что тоже, между 1700 и 2100 местного поясного времени (5-ый пояс).

Кроме этой помехи сильно сказывается на приеме также изменение волны передатчика, отчего слышимость иногда изменяется от $R9$ до $R5^1$), за сравнительно короткий промежуток времени. Что действительно изменялась волна, можно было убедиться по вторичной подстройке приемника, после чего слышимость, обычно, достигала прежнего своего значения.

Явление fading'a при приеме RDW заметить довольно трудно, в особенности, если оно незначительно.

Очень трудно бывает уловить незначительные изменения слышимости, когда прием сигналов доходит до предела громкости. Также невозможно отличить малые вариации слышимости за счет fading'a от эффекта небольшого изменения волны передатчика, сопровождающегося понижением слышимости от расстройки приемника.

В целом же, впечатление от приема RDW на волне в 24 мт составилось очень хорошее, и слышимость почти не изменялась за все время суток. Единственное пожелание к дальнейшему улучшению, это необходимость устойчивости волны, а также переход к работе на чистых незатухающих колебаниях, так как тогда сигналы будут очень легко принимаемы даже через разряды, чего в настоящее время сказать совершенно нельзя.

Будет не безинтересно также отметить, что расстояние в 1—2 версты, отделяющее место приема от искровой станции мощностью около 35 kW , вполне достаточно, чтобы работа таковой совершенно не мешала приему на волнах до 45 мт. На волнах более длинных—мешающее действие становится заметнее, и прием делается невозможен в особенности, если принимаемая волна близка к одному из обертонов передатчика. На волнах короче 45 мт мешающих обертонов искровой станции замечено не было.

О слышимости в Ташкенте вообще можно составить некоторое представление по ниже приведенному списку станций, принятых на упомянутый приемник с двумя каскадами усиления низкой частоты. Все эти станции были замечены в период времени от 20/VII по 22/VIII.

Английские любители: 2lz, 2cc, 2sz, 2dx, 2kf, 2nm, 5dh, 5sz, 5bv, 5si, 5rm, 6rm, 6kk, 6lj, 6td, 6lo, 6tm.

Французские: 8rdi, 8ct, 8fp, 8alg, 8ssi, 8gi, 8tk, 8bv.

Итальянские: 1rg, 1mt, 1gn, 1au.

Скандинавские: s2nm, Smzs, s2nl.

Голландские: Oba, Obq.

Америка: u 4sa, u 4rl, uggt, wir, wiz, wqn.

1) Слышимость определялась по девяти балльной системе.

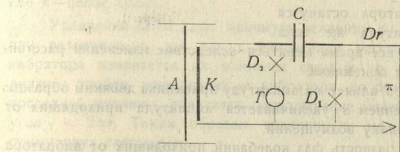
Разные: *jlaa* (Япония), *chleg* (Чили), *R2ds*, *R1FL*, *mldh* (Мосул), *Rcb8* (Аргентина), *2yt*, *nuqg*, *nirx*, *aga*, *ocdj*, *hva* (Tonkin), *pcuu*, *pof*, *yz* (Paris) *lna*, *rcrl* (Центральная Лаборатория Электро-треста Ленинград), *pcmm*, *ocdb*, *kiy*, *bz7aa*, *bz2sp* (Бразилия), *ftj* (судно „Jaques Cartier“) *2br*, *ocml*, *бух*, *octu*, *tuk*.

Большинство из этих станций работает на волнах около 20—45 мт. Много раз также удавалось следить за двумя обменивающимися станциями, как например: работа *mldh* с Англией, или английских любителей с американскими. Последняя из вышеприведенных в списке станций с позывными „*tuk*“ установлена Нижегородской Радиолaborаторией в Томске для опытов передачи и приема на коротких волнах с мощностью, не превосходящей 300 *w* (*input*). Общая сводка работы по приему *RDW* в Ташкенте по всей вероятности будет опубликована отдельно после ее окончания.

Нижегородская Радиолaborатория

имени В. И. Ленина.

Popular Radio. Нью-Йорк, сентябрь 1925: „Lossev's oscillating crystal used as an amplifier“. Предлагается схема лосевского генерирующего кристалла, примененного в качестве усилителя.



K—катушка связи с антенной и самоиндукция колебательного контура, *C*—конденсатор, *D₁*—генерирующий детектор, поддерживаемый только что при отрицательном сопротивлении помощью потенциометра *π* (батареи не изображаем), *Dr*—дрессель, *D₂*—детектирующий кристалл в цепи телефона *T*, *A*—приемная антенна.

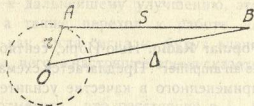
Исследование сдвига фаз в прямолинейных вибраторе и резонаторе.

В. В. Татаринов.

§ 1. Цель и метод исследования.—При устройстве зеркал для направленной радиопередачи важно знать сдвиг фаз токов в резонирующих проводах зеркала относительно тока в самой антенне (в вибраторе). Этот сдвиг, вообще говоря, зависит от настройки резонатора, от его формы и расположения относительно вибратора.

В описываемых ниже опытах вибратор и резонатор представляли собой два одинаковых прямолинейных медных проводника диаметром 2 мм и длиной в полволны. Вибратор был подвешен к системе Лехера в пучности напряжения, а резонатор был прикреплен в своей средней точке к переносной подставке.

Метод исследования заключался в следующем. Вообразим себе, что в точке O (черт. 1) находится вибратор, в точке A — резонатор, а на расстоянии Δ от вибратора, в точке B , помещен приемник с измерительным прибором, позволяющим определять амплитуду тока в приемнике. Если мы будем передвигать резонатор вокруг вибратора по окружности радиуса r , то амплитуда и фаза резонатора останутся неизменными, амплитуда же тока в приемнике будет все время меняться вследствие изменения расстояния s резонатора от приемника.



Черт. 1.

Это изменение s влияет на амплитуду приемника двояким образом:

1) С уменьшением s увеличивается амплитуда приходящих от резонатора к приемнику возмущений.

2) Изменяется разность фаз колебаний, приходящих от вибратора и резонатора.

При достаточно большом Δ можно считать, что максимумы и минимумы тока в приемнике определяются исключительно этой разностью фаз φ , причем максимуму тока соответствует $\varphi = 0$, а минимуму $\varphi = \pi^1$.

На основании изложенных соображений легко определить запаздывание фазы резонатора относительно вибратора, которое мы обозначим через ψ .

Пусть амплитуды токов, возбуждаемых в приемнике вибратором и резонатором в отдельности, будут I_1 и I_2 . Тогда полная амплитуда тока I в приемнике определится уравнением:

¹⁾ Вносимая этим допущением погрешность определения φ будет в нашем случае порядка 5° .

$$I^2 = I_1^2 + I_2^2 + 2 I_1 I_2 \cos (\varphi - \beta), \quad (1)$$

где β разность хода волн, дошедших до приемника от вибратора и резонатора, т.е.

$$\beta = \frac{2\pi(\Delta - s)}{\lambda}. \quad (2)$$

В дальнейшем мы будем выражать Δ , s и r в длинах волн.

Тогда

$$\beta = 2\pi (\Delta - s) \quad (2')$$

и

$$I^2 = I_1^2 + I_2^2 + 2 I_1 I_2 \cos [\varphi - 2\pi (\Delta - s)]. \quad (1')$$

При постоянных I_1 и I_2 величина I будет иметь

$$\left. \begin{array}{l} \text{максимумы при } \varphi - 2\pi (\Delta - s) = 2k\pi \\ \text{минимумы при } \varphi - 2\pi (\Delta - s) = (2k+1)\pi \end{array} \right\}, \quad (3)$$

где k —целое число.

Уравнения (3) и дают искомую величину φ . Она будет различна при различных r , так как с изменением расстояния резонатора от вибратора изменяется их взаимная связь и то расстояние, которое должны пройти возмущения от вибратора до резонатора. Вследствие последней причины получится запаздывание колебаний резонатора на угол $\gamma = 2\pi r$. Таким образом величину φ можно представить, как сумму двух слагаемых:

$$\varphi = \varphi_0 + 2\pi r. \quad (4)$$

Угол φ_0 будет зависеть уже только от связи и при увеличении расстояния r должен стремиться к определенному пределу.

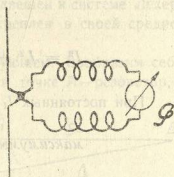
§ 2. Приборы и установка.—Все приборы для описываемых ниже измерений были установлены на дворе Нижегородской Радиолaborатории. К стене здания был прикреплен небольшой ламповый генератор, дававший волну $\lambda = 2,36$ мт. С генератором была связана система Лехера, мостик которой находился в 8-м узле напряжения. На расстоянии $\frac{1}{4}\lambda$ от мостика была подвешена к одному из проводов системы антенна (вибратор), представлявшая собою прямую медную проволоку длиной 1,18 мт и диаметром 2 мм. Другая такая же проволока была прикреп-

лена вертикально к передвижной деревянной подставке и служила резонатором.

Под антенной были на асфальте двора вычерчены мелом четыре окружности радиусами $r = \frac{1}{4} \lambda$, $\frac{1}{2} \lambda$, $\frac{3}{4} \lambda$ и λ и разделены на части по 30° . Приемник помещался в направлении нулевого деления на расстоянии от центра окружности равном $\Delta = 9 \text{ мт} = 3,814 \lambda$. Он состоял из двух вертикальных проволок по 50 см каждая. Между проволоками был включен термоэлемент с гальванометром. Схема приемника дана на черт. 2. Система Лехера имела направление приблизительно по линии 30° — 210° .

Во время опытов резонатор перемещался с подставкой по окружности, и через каждые 30° делался отчет показаний гальванометра. Помощник, переставлявший резонатор, каждый раз перед отчетом отходил от вибратора на значительное расстояние и всегда в одно и то же место. Любопытно отметить, что по мере удаления помощника от антенны гальванометр показывал ряд постепенно убывающих максимумов и минимумов.

Наблюдатель во все время обхода одной окружности оставался в одной и той же позе около гальванометра.



Черт. 2.

§ 3. Результаты измерений.—Каждая из окружностей была обойдена 2 раза и для каждого положения резонатора, кроме положения на делении 180° , получено таким образом 4 отчета на гальванометре, так как положения 0° и 360° , 30° и 330° и т. д. можно считать равноправными. Для положений 180° получено по 2 отчета. Чтобы видеть, насколько совпадают отдельные отчеты, привожу полностью измерения при $r = \frac{3}{4} \lambda$ (таблица 1).

ТАБЛИЦА 1.

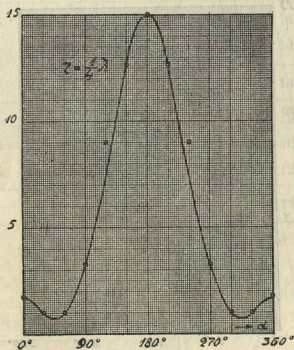
α	Первый отчет.	Второй отчет.
0°	4	4
30	2	2
60	9	8
90	10	9
120	5	5
150	8	7
180	10	10
210	7	6
240	4	3,5
270	10	8
300	10	8
330	2,5	2
360	4,5	4

Средние арифметические из полученных отчетов для разных r даны в таблице 2.

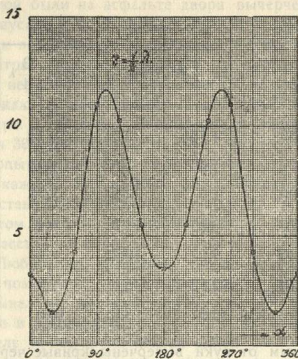
ТАБЛИЦА 2.

α		$r = \frac{1}{4} \lambda$	$r = \frac{1}{2} \lambda$	$r = \frac{3}{4} \lambda$	$r = \lambda$
0°	360°	1,75	3,25	4,12	4,88
30	330	1,0	1,5	2,12	2,38
60	300	1,0	4,25	8,75	9,5
90	270	3,25	11,0	9,25	4,38
120	240	9,0	10,25	4,38	8,0
150	210	12,62	5,5	7,0	7,75
180	—	15,0	3,5	10,0	5,75

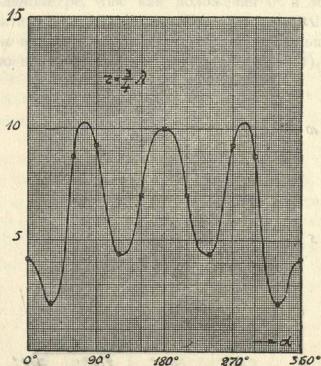
По этим данным от руки вычерчены кривые черт. 3, 4, 5 и 6 и определены величины α , соответствующие максимумам и минимумам. При этом максимумы и минимумы, приходящиеся на 0° и 180°, откинуты, так как в этих точках ур-ия (3) могут и не иметь места. По найденным значениям угла α было определено s , а потом по формулам (3) и (4) ψ и ψ_0 . Результаты вычислений даны в таблице 3.



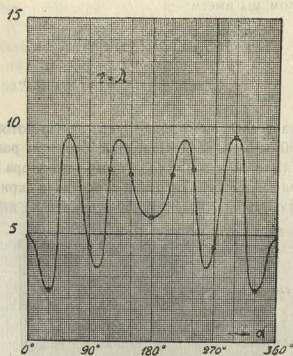
Черт. 3.



Черт. 4.



Черт. 5.



Черт. 6.

ТАБЛИЦА 3.

r	Максимум и минимум.	α	ψ	ψ_0
$\frac{1}{4} \lambda$	мин.	42°	245°	155°
$\frac{1}{2} \lambda$	мин.	32	329	149
$\frac{1}{2} \lambda$	макс.	102	312	132
			средн.	140
$\frac{3}{4} \lambda$	мин.	34	394	124
$\frac{3}{4} \lambda$	мин.	124	373	103
$\frac{3}{4} \lambda$	макс.	76	399	129
			средн.	119
λ	мин.	30	477	117
λ	мин.	100	434	74
λ	макс.	62	488	128
λ	макс.	133	453	93
			средн.	103

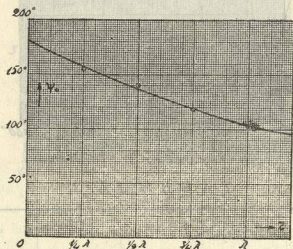
Таким образом мы имеем:

$$\text{для } r = \frac{1}{4}\lambda, \frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{4}\lambda, \lambda$$

$$\psi_0 = 155^\circ, 140^\circ, 119^\circ, 103^\circ.$$

Эти числа нанесены на графике черт. 7, из которой видно, что ψ_0 убывает от 180° при непосредственной близости резонатора с вибратором и приближается к 90° с удалением резонатора.

Несмотря на грубость измерений последняя кривая получилась довольно плавною. Если резонатор помещается за вибратором в на-



Черт. 7.

правлении, соответствующем $\alpha = 180^\circ$ (зеркало), то колебания дойдут до приемника с разностью фаз

$$\varphi = \psi_0 + 2\beta = \psi_0 + 4\pi r.$$

Если мы хотим, чтобы колебания от вибратора и резонатора пришли к приемнику с одинаковой фазой, то мы должны найти такое r , чтобы

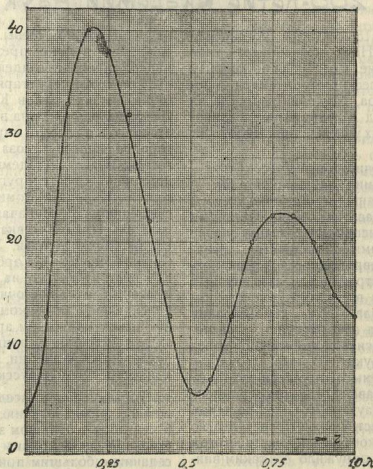
$$\varphi = \psi_0 + 4\pi r = 2\pi.$$

Для этого можно вычертить графику, дающую φ в функции r , и по ней определить r , соответствующее $\varphi = 360^\circ$. В нашем случае этому значению φ соответствует $r = 0,285\lambda$, т.е. немного больше $\frac{1}{4}\lambda$.

Однако это не будет наивыгоднейшим положением зеркала, так как дальнейшее приближение его к антенне, увеличивая их взаимную связь, увеличит амплитуду колебаний в зеркале, косинус же φ вблизи 360° меняется медленно.

Чтобы найти наиболее выгодное расстояние зеркала от антенны, мною с той же установкой была измерена амплитуда в приемнике при постепенном удалении резонатора от вибратора в направлении, соответствующем $\alpha = 180^\circ$. Радиус наибольшей окружности, равный λ , был разделен на 16 частей, и резонатор устанавливался в каждом делении.

Результаты измерения даны на графике черт. 8. Из этого чертежа видно, что наиболее выгодное расстояние зеркала от антенны равно приблизительно $0,2 \lambda$.



Черт. 8.

Из черт. 7 видно, что этому положению соответствует $\phi_0 = 162^\circ$, а следовательно

$$\varphi = 162^\circ + 4\pi r = 162^\circ + 2.360^\circ \cdot 0,2 = 306^\circ.$$

Опыты с несколькими антеннами, подвешенными в пучностях напряжения системы Лехера, и с зеркалом, состоящим из того же числа вертикальных проводов, тоже подтвердили, что плоскость зеркала

должна находиться от плоскости антенны на расстоянии немного меньшем $\frac{1}{4} \lambda$.

В заключение считаю долгом выразить мою благодарность студенту практиканту В. А. Катцену, который много помог мне в измерениях и своими руками собрал всю схему.

Нижегород.

Радиолaborатория имени В. И. Ленина.

Сентябрь 1925.

200-летие Академии Наук.

С 5 по 15 сентября Российская Академия Наук праздновала свое двухсотлетие. Созданная по капризу великого реформатора, царя — революционера, академия выросла за этот период в грандиозное соединение научных учреждений с мировыми заслугами.

Достаточно, общая пресса в статьях как самих академиков, так и близко стоящих к академии ученых, отметила заслуги ее в различных научных дисциплинах. Наша задача описать самые празднества, празднества, превратившиеся в грандиозную демонстрацию единства научных работников всего мира, ученого интернационала. Эта демонстрация впервые за всю историю человечества выбросила новый лозунг: „союз труда и науки“. В этом лозунге — основной смысл прошедшего праздника и главная гарантия огромного развития науки в СССР. И не даром Рабоче-Крестьянское Правительство приняло такое близкое участие в этом торжестве, окружило его таким вниманием и торжественно переименовало Российскую Академию Наук во Всесоюзную. Это значит, что все народы Великого Союза Советских Социалистических Республик признают огромные заслуги Академии и ждут от Всесоюзной Академии работ на пользу всех народов, составляющих Союз.

Юбилейные празднества начались 5 сентября торжественным приемом в заново отремонтированных залах главного здания Академии, что

на набережной Невы. Президиум Академии в лице президента Карпинского, вице-президента Стеклова, неперменного секретаря С. Ольденбурга и академиков Крачковского, Лазарева и Ферсмана встречал приехавших со всего мира и из всех городов нашего Союза делегатов и гостей. В залах Академии гости знакомились друг с другом. В числе гостей — Народный Комиссар по Просвещению А. В. Луначарский, Председатель Цика Закавказской Федерации Миха Цхакая, Управделами Совнаркома Н. П. Горбунов; разговор идет не только на Европейских языках, но и на восточных наречиях: персидском, турецком, японском, китайском, индусском, арабском. Президент Академии Карпинский прочел декларацию Академии, обращенную к иностранным и русским гостям.

Торжественное заседание, посвященное празднованию, состоялось 6 сентября в большом зале Государственной филармонии. На этом заседании с большим приветственным словом выступил Председатель Цика СССР, Всесоюзный Староста Михаил Иванович Калинин. От имени Правительства РСФСР Академию приветствовал Наркомпрос А. В. Луначарский. В блестящем докладе неперменный секретарь Академии С. Ольденбург осветил историю Академии и ее главные работы. Вице-президент Академии Стеков объявил о полученных Академиею свыше 1500 адресов и приветствий от научных учреждений СССР, Европы, Азии и

Америки. Заседание закрылось исполнением государственным оркестром филармонии заключительной части 9-ой симфонии Бетховена.

Вечером того же дня состоялся банкет в залах русского музея (Михайловский дворец).

Следующие дни были посвящены осмотру научных и музейных учреждений Академии Наук и Главнауки. Были осмотрены Пулковская и Павловская обсерватории, физико-математический и радиевый институты, учреждения КЕПС'а, Ленинградские, Павловские, Детскоесельские, Петергофские и др. дворцы, поразившие делегатов своей блестящей сохранностью.

10 сентября Ленинградский Совет Рабочих Депутатов устроил совместное заседание с делегатами Академии. Сисключительным по значению и силе докладом выступил Председатель Ленинградского Совета Г. Е. Зиновьев. Им были поставлены перед Академией три задачи, три пункта преуспения Союза Труда и Науки. На этом же заседании целый ряд иностранных ученых отметили успехи Академии после октября, при Советской Власти. 96-летний индусский ученый Модри призвал даже божье благословение на СССР, Советскую Власть и Академию. Вечером Ленинградский Совет чествовал делегатов Академии банкетом, после которого с специальными поездами все делегаты выехали в Москву.

Следует подчеркнуть исключительную организованность при проведении Ленинградской части программы празднеств и те восторженные встречи, которые делегаты встретили со стороны трудящихся Ленинграда. И если М. И. Калинин сказал, что двести лет Академию не знал народ, то сейчас Ленинградцы доказали, что они узнали ее.

Московская часть празднеств началась с торжественного заседания в консерватории. Тов. Сидович приветствовал Академию от имени ВЦИК. Приехавший из Парижа

полпред СССР во Франции т. Красин А. Б. приветствовал Академию от Союзного Правительства. Академик Лазарев прочел доклад об успехах русской науки. Председатель ассоциации востоковедения т. Павлович указал на огромнейшие заслуги Академии в деле изучения востока.

Следующие дни прошли в осмотре Московских и подмосковных научных учреждений и музеев. Торжества закончились совместным заседанием Московского Совета с делегатами Академии, на котором Л. Б. Каменев выступил с докладом о значении науки для Советского Союза. После заседания Московский Совет чествовал гостей банкетом. На этом официальная часть празднества закончилась. Отдельные группы иностранных ученых посетили Н.-Новгород, где познакомились с ярмаркой и Радиолобораторией имени Ленина.

Подводя итоги десятидневным торжествам по случаю двухвекового юбилея Академии, нужно признать то огромное значение, которое они имели для смычки как с иностранными учеными, так и трудящимися Союза. Создавшаяся смычка является залогом нового периода работы Всесоюзной Академии Наук, такого периода, когда все трудящиеся Союза будут всемерно помогать Академии для того, чтобы каждодневные успехи ее служили делу укрепления и развития производительных сил Советского Союза.

В тесном Союзе Науки и Труда вперед к коммунизму!

Делегатами от Нижегородской Радиолоборатории им. В. И. Ленина на академические торжества были посланы: помдир Зискинд А. В. и проф. Лебединский В. К. Радиолоборатория поднесла в дар Всесоюзной Академии Наук 30-киловаттную генераторную лампу системы проф. Бонч-Бруевича М. А., изготовленную рабочими РЛ.

А. Зискинд.

ИЗ ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

Кварцевый стандартизатор частоты.—Кварц принадлежит к пьезоэлектрическим кристаллам, т. е. кварцевая пластинка (вырезанная своею длиною перпендикулярно к двум противоположным граням шестигранного кристалла), будучи сжата по своей длине, оказывается наэлектризованною в направлении перпендикулярном направлению сжатия; при растяжении—теже грани опять электризуются, но знаки их зарядов будут обратны знакам, соответствовавшим сжатию. Отсюда следует, что такая пластинка, будучи приведена в состояние продольных механических колебаний соответствующего ей периода, т. е. попеременно сжимаясь и растягиваясь со свойственною ей частотой, является генератором электрических колебаний той же частоты; эти колебания можно получить в соответственном контуре, если его присоединить к металлическим листкам, наложенным на электризующиеся грани. Явление это обратимо: введя кварцевую пластинку, как диэлектрик конденсатора колебательного контура, мы приведем ее в состояние продольного механического колебания в направлении перпендикулярном направлению силовых линий электрического колебательного поля. Эти механические колебания диэлектрика послужат особою причиною затухания электрических колебаний; энергия будет рассеиваться как на тепло внутреннего трения в кварце, так и на механическое излучение; в окружающей среде будут распространяться („звуковые“) волны с частотой колебаний кварцевой пластинки. Это последнее явление, как известно, послужило для Ланжевена основанием устройства особого способа подводной сигнализации (ТиТбп № 22, стр. 521. 1923).

При таком преобразовании электрических колебаний в механические наблюдается явление чрезвычайно

острого резонанса. Электрическая частота должна совпадать с механической частотой кварца, определяемой его геометрическими размерами и упругостными коэффициентами. Частота эта выявляется различными способами; так например, генератор незатухающих колебаний переменной частоты действует на контур с детектором и чувствительным гальванометром и в тоже время—на контур, заключающий в себе самоиндукцию и конденсатор с кварцевым диэлектриком; как только частота генератора устанавливается на равенство с частотой этого последнего, показание гальванометра тотчас же сильно уменьшается. Контур с кварцем отсасывает энергию на себя.

Чтобы дать понятие о физической обстановке явления, приведем некоторые данные о размерах (в мм) кварцевых пластинок и частоте их собственных колебаний.

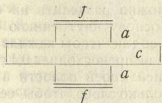
Длина. Шир. Толщ. Килоциклы.

1. 1,76	1,13	0,63	1523,8
2. 3,60	1,40	0,51	761,99
3. 12,02	2,16	1,08	235,90
4. 30,30	2,64	1,23	91,656

Из этой таблички мы видим, что при значительном диапазоне радиоволн (от 196, 8 мт для № 1 до 3273 мт для № 4) пластинки оказываются весьма небольших размеров; наибольшая имеет 3 см в длину. Это обстоятельство в связи с необычайным постоянством механических свойств кварца и заставило предпочесть его по сравнению с другими кристаллами, даже обладающими гораздо в большей степени пьезоэлектрическим свойством, для изготовления стандарта радиочастот.

Стандартное Бюро в Вашингтоне, широко применяющее кварцевые стандарты (см. ТиТбп № 30, стр. 293. 1925), изготавливает для более

низких частот стальные стержни, по середине которых с двух сторон прикрепляются две кварцевые пластинки a , а с фольговыми листочками f , f , прикрепленными в свою очередь к кварцам; эти фольговые пластинки



соединены между собою и присоединены к одному концу колебательного контура, другой конец которого присоединяется к стали c . При длине стержня около ярда получается звуковая частота колебаний.

Удобство и постоянство действия кварцевых стандартизаторов было интересно продемонстрировано Вашингтонским Бюро. Кварцевые пластинки, из которых четыре отмечено нами в вышеприведенной табличке, были перевезены в Европу, и там, в некоторых лучших радиолaborаториях, с принятием во внимание всех поправок, какие только были известны, были определены частоты этих пластинок (лето и весна 1923). Избраны были лаборатории: Военный радиопинститут в Риме (дир. Ватни), Итальянская морская академия в Ливорно (Валлаури), Центральное военное радиотелеграфное учреждение в Париже (Феррье), Национальная физическая лаборатория в Теддингтоне, в Англии. После возвращения в Вашингтон кварцы были снова промерены в Стандартном Бюро. Результаты измерений в килоциклах даются в следующей табличке.

	1	2	3	4
Рим	1532	758,2	234,9	92,14
Ливорно	—	776,4	241,2	92,19
Париж	1521	761,4	235,8	91,91
Теддингтон	1524	761,8	235,9	91,48
Вашингтон	1526	762,7	236,1	91,55

Кварцевый стандартизатор внушает к себе такое доверие, что цифры этой таблички могут служить характеристикой приборов, применяемых различными радиолaborаториями.

Интересное явление пьезоэлектричества было открыто братьями Кюри в 1880 г. Объяснением его интересовались В. Томсон, Фойгт и др. Руководящею гипотезою является мысль о заряженности молекул кристалла подобной намагниченности элементарных магнитов в железе. Те же кристаллы обнаруживают еще и явление пьезоэлектричества: они оказываются наэлектризованными, пока охлаждаются или прогреваются (предполагают, что эти заряды пропадают к концу процессов охлаждения или прогрева вследствие проводимости поверхности кристаллов). Остается еще невыясненным, представляет ли собою пьезоэлектричество реальное явление, или оно происходит от термической деформации кристаллов и следовательно сводится к пьезоэлектричеству.

Преобразование ртути в золото.—

В „Zeitschrift für technische Physik“ (1925 № 2) помещены две статьи проф. Мите и проф. Штейнгера о превращении ртути в золото. В первой статье проф. Мите описывает вкратце, как ему удалось обнаружить образование золота при электронном разряде в ртутных лампах и выпрямителях, и опровергает те возражения, которые могут быть выдвинуты против наличия этого редкого и замечательного явления. Количество золота, которое получалось в выпрямителях ничтожно по сравнению с количеством ртути в них—оно не превосходит 0,1 миллиграмма на килограмм, и весьма естественно считать, что эта ничтожная примесь или с самого начала содержалась в ртути, или попала туда из вещества сосуда или электродов выпрямителя. Пришлось разработать особые приемы анализа

достаточно точные, чтобы получить окончательное разрешение всех сомнений; это и было выполнено проф. Штейнигером, который не только выработал наиболее надежные приемы анализа и очистки исходных веществ, но и проверил их путем искусственного загрязнения проб заданными количествами золота. Эта тщательная работа, а равно и успешные повторные опыты, произведенные другими исследователями (Нагаока) повидимому позволяют считать образование золота несомненным; мало того, более точные анализы указывают еще на образование серебра, хотя его получается еще меньше. Теорией явления, с точки зрения строения атомов, занимались Содди, Антропов, Астон и Нагаока, (проверивший явление и экспериментально), но до сих пор еще мы не имеем вполне удовлетворительного его истолкования. Во всяком случае можно сказать, что причины загрязнения ртути в выпрямителях оказываются гораздо сложнее, чем это предполагалось до сих пор.

„Zeitschrift f. Technische Physik“. № 2 стр. 74 и сл. и стр. 76 и след.

Магнитное поле катушки. — Вопрос о магнитном поле различных катушек имеет для радиотехники громадный практический интерес.

Проф. Кельнского Университета Р. Ринкель предлагает упрощенный прием вычисления полей и параметров цилиндрических катушек различных типов, отличающийся своей общностью и проверенный путем непосредственных измерений на множестве готовых экземпляров.

В основу этого способа положена таблица с двумя входами, изображающая распределение наиболее важной, аксиальной составляющей магнитного поля кругового тока, полученная путем непосредственных и, по возможности, тщательных измерений. Координаты точек, в которых производились измерения, выра-

жены в десятых долях радиуса, а величина составляющей поля в данной точке — в процентах магнитной силы в центре круга. Любую круглую катушку достаточно густую, чтобы считать поле внутри ее однородным в пределах точности вычислений, можно разделить на секции, взяв за основу внутреннюю пустую полость ее так, чтобы каждая секция по длине не превосходила 0,1 радиуса внутренней своей полости и содержала столько слоев, чтобы ее можно было заменить одним эквивалентным ей витком того же радиуса. Тогда каждая точка пространства по отношению каждой такой секции будет иметь координаты, выраженные в десятых долях радиуса секции, а следовательно будет возможно непосредственно по таблице найти аксиальную составляющую силы поля для этой секции. Зная число секций, — очевидно, не слишком большое при таких условиях, — и отношение магнитных полей в их центрах, зависящее от радиусов их и от числа ампервитков в каждой, не трудно простым суммированием получить для любой катушки таблицу, аналогичную таблице для одного витка. При употреблении счетной машины или вспомогательных таблиц работа эта отнимает всего несколько минут. Но и без этих вспомогательных средств для обычных катушек, в которых секций получается сравнительно немного, эти предварительные расчеты не обременительны. Когда такая таблица готова, можно приступить и к дальнейшим вычислениям. Для определения самоиндукций, например, можно определить магнитный поток, проходящий через среднее сечение катушки, а для этого достаточно разбить его на концентрические зоны, определить поток в каждой зоне и просуммировать все зоны. При помощи планиметра сделать это особенно просто, если предварительно по точкам построить кривую распределения аксиальной составляющей магнитной силы вдоль радиуса сечения, но и без плани-

метра это не трудно сделать. Подобным же образом не трудно определить поток и через любой плоский контур, перпендикулярный к оси, а следовательно и все величины с ним связанные. Таблица дает нам наглядное представление об интенсивности и форме поля вокруг интересующей нас катушки, что существенно важно при конструировании и что нельзя извлечь из употребительных формул. В частности автор дает способ определения на основа-

нии ее наивыгоднейшей формы катушки в смысле максимальной самоиндукции при заданной длине проволоки и радиусе катушки. Он приходит к отношению l (длина) $= 0,9 r$, выведенному уже давно на основании длинных вычислений проф. Эзау. Что касается до точности работы, то автор на основании множества подвергнутых измерению катушек утверждает, что она выше того порядка точности, с какой можно по заданию изготовить катушку.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ОСИ КРУГОВОГО ПРОВОДНИКА.

n	$y = 0$	$y = 0,3$	$y = 0,5$	$y = 0,6$	$y = 0,7$	$y = 0,8$	$y = 0,9$
0	100	108	130	150	180	256	420
1	98	107	127	147	170	230	271
2	94	104	122	134	141	145	133
3	88	96	107	111	111	101	81
4	80	86	91	93	90	77	59
5	71	76	77	77	70	61	45
6	63	68	64	62	57	50	37
7	55	59	56	53	49	42	31
8	48	50	48	44	39	32	25
9	41	42	40	38	32	27	21
10	35	35	33	31	26	22	18
1	30	30	28	26	24	20	16
2	26	26	24	23	22	18	14
3	23	23	20	19	18	17	13
4	20	20	17	16	16	15	11
5	17	17	15	15	14	14	10
6	15	15	14	13	12	12	9
7	13	13	11	11	11	10	8
8	11	11	10	9	8	7	7
9	10	10	8	8	7	7	6
20	9	9	7	7	6	5	5
1	8	8	6	6	5	4	4
2	7	7	5	5	4	3	3
3	6	6	4	4	3	2	2
4	5	5	3	3	2	1	1
5	4	4	2	2	1		
6	3	3	1	1			
7	2	2					
8	1	1					

n —расстояние точки поля от плоскости контура тока по оси.

y —расстояние ее от оси.

По поводу происхождения телеграфии без проводов. — „В наш век простоты сообщений и сношений ни одно изобретение не является по настоящему неожиданным. Задолго до того, как оно осуществится, оно предугадывается газетами, отмечается учеными, разрабатывается писателями. Замыслы будущих изобретений, заветных открытий принадлежат всем тем, кто способствовал их развитию и, принадлежа многим сразу, могут лишь искусственно быть связаны с одним именем.

За то в осуществлении изобретения, в превращении идеи в реальный, не существовавший еще, вид и выявляется именно личность настоящего автора, того, для кого масса сохраняет славу и официальное имя „изобретателя“.

Подобно тому, как народы древней Греции оспаривали между собой национальность Гомера, современные народы выставляют притязания на обладание одним и единственным, „истинным“ изобретателем телеграфии без проводов.

Мы не будем разбирать здесь относительные заслуги различных пионеров беспроволочного телеграфа. Каждый имеет свою долю славы в осуществлении этой новой науки, которая так быстро и решительно изменила привычки и даже самый уклад нашей жизни.

25 апреля 1925 г. Комитет Русских Электриков праздновал 30-тилетие демонстрации А. Поповым первой модели прибора с приме-

нием трубки Бранли, могущего, как заявил изобретатель, быть использованным для передачи сигналов на расстояние через посредство электрических колебаний очень высокой частоты.

Эта демонстрация первого приемника Попова имела место на заседании Русского Физико-Химического Общества 21 марта 1895 года, то есть за два года до первых опытов Маркони.

Опыты Попова были возобновлены в 1896 году под покровительством Морского Министерства. Во время этих опытов, Попов первый отделил антенну и вибратор и применил замкнутые колебательные контура, играющие роль посредников между антенной и вибратором. В момент первых опытов Маркони Поповым уже была осуществлена беспроволочная связь на расстоянии 5 км, причем он пользовался антенной в 18 метров.

Эту краткую заметку мы заканчиваем следующими строками, опубликованными в русском журнале „Электричество“ другим проф. Поповым, проф. Лебединским, Директором Русской Правительственной Лаборатории Беспроволочного телеграфа: Попов, не только первый осуществивший радиопередачу, но задолго предуказавший основные принципы, должен по всей справедливости быть признан изобретателем беспроволочного телеграфа“.

„La Science et la Vie“. № 98. p. 160. 1925.

И С П Р А В Л Е Н И Я.

ТиТбп № 31, стр. 407, строка 10 сл. напечатано „контура“, должно быть „контакта“.

Издание Нижегородской Радиолaborатории имени В. И. Ленина.

Тираж 1000 экз. — Гублит. 54.

Печатание ТиТбп № 32 закончено 30 октября 1925 года.

Адрес редакции: Н.-Новгород, Радионабережная, 8.