



№ 26. ОКТЯБРЬ 1924.

ТЕЛЕГРАФИЯ И ТЕЛЕФОНИЯ БЕЗ ПРОВОДОВ.



Типография Нижегородской Радиолaborатории имени В. И. Ленина.

Склады изданий „ТнТбп“.

1. НИЖНИЙ-НОВГОРОД. Радиолaborатория имени В. И. Ленина.
Радионабережная, 8. Телеф. 21-66, 16-66.
2. МОСКВА. Рождественский бульвар 15, кв. 7. Московское Бюро Радиолaborатории. Телеф. 41-81.
3. ЛЕНИНГРАД. Во всех крупных книжных магазинах.



НА СКЛАДАХ ИМЕЮТСЯ:

ТнТбп №№ 12, 14, 16, 17, 19—26.

Цена каждого номера с № 19 по № 26 **80** коп.

Предыдущие №№ 12, 14, 16 и 17 по **1** рублю.

ЖУРНАЛ ВЫСЫЛАЕТСЯ

по получении должной суммы в валюте или в виде ПОЧТОВЫХ
МАРОК.

Рассылка наложенным платежом не производится.



„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.

№ 26. ОКТЯБРЬ 1924.

СО Д Е Р Ж А Н И Е.

Железная антенна бегущей волны. П. В. Шмаков	348
Увеличение предела измерения вакуума с помощью манометра Мак- Леода. Проф. А. Г. Белявский	356
Трубчатые изоляторы для высокого напряжения и высокой частоты. (Оконч.) Инж. А. И. Дрожжин	358
К расчету емкости антенн. Инж. Л. Б. Слепян	377
Новая конструкция трубки Брауна. Б. Остроумов	385
Метод исследования магнитных спектров телеграфных проволок. Н. А. Никитин	390
Современные радиотелеграфные приемники. Инж. К. Н. Виноградов	395
Дальнейшее исследование процессов в генерирующем контакте. О. В. Лосев	403
Радиофонирование выпрямленным током. А. Кугушев	410
Четвертый Съезд Русских Физиков в Ленинграде. Г. О.	421
Из иностранной литературы: Десятилетие „обратного воздейст- вия“.—История катодного реле.—Кристаллин за-границей.— Применение фотоэлемента с триодом в астрономии	430
Библиография. „Радиолобитель“ №№ 1 и 2.—„Библиотека Радио- любителя“ №№ 1—4	436
Химическое обезгаживание электродов и некоторые явления в катод- ных лампах, содержащих щелочные металлы. М. А. Бонч-Бруевич	437
Исправления	438
Письма в редакцию: В редакцию ТИТбп. Ю. Меньшиков.—Еще о генерирующем детекторе. Г. Остроумов	439

Д.с.р. 10(13)

Нижегород. Гос. ун-т.
КРЕДОВАЯ
Получена В.С.С.Р.
ИМЕНИ ЛЕНИНА
Отдел
местного кр.
Инж. М. П. 21

Железная антенна бегущей волны.

П. В. Шмаков.

Обычно радиосети сооружаются из немагнитного провода, например бронзового, обладающего большой проводимостью. Но есть один вид антенны, позволяющий использовать для целей приема железные провода; это антенна бегущей волны, или, как ее называют иногда, антенна Бевереджа (Beverage).

Россия покрыта из края в край густой сетью телеграфных и телефонных проводов, каждый из которых является антенной Бевереджа для того или иного направления. Поэтому представляется весьма заманчивым, чтобы не сооружать особых приемных антенн, воспользоваться для приема радиостанций Западной Европы и Америки уже существующими телеграфными и телефонными линиями. Это представляет интерес не только со стороны экономики, но и с точки зрения силы приема и многократности. Антенна бегущей волны, как известно, обладает многими преимуществами перед обычными сетями, а именно: определенно выраженным ориентированным действием, меньшими помехами от влияния атмосферных разрядов, особой выгодностью при сношениях через большие пространства суши, когда от плохого грунта фронт волны имеет заметный наклон, и т. д.

В принципе приемная антенна бегущей волны состоит из длинной горизонтальной линии АВ, порядка нескольких длин волн и расположенной в нескольких метрах над землей, параллельно направлению приходящей волны (черт. 1 стр. 349). Оба конца заземлены через сопротивления, равные характеристике данной линии, чтобы избежать отражения энергии от концов линии. Антенна Бевереджа впервые была построена в Америке и в настоящее время нашла себе применение по приему Западной Европы на станции в Риверхейде (Long-Island): „Маленький домик в дубовом лесу Риверхейда и две бронзовые нити, простирающиеся на 9 миль (14,4 км)—это есть ухо Radio Corporation of America. Оно слушает Европу, разделяет, усиливает и автоматически передает принимаемые сигналы на Радиоцентральный Нью-Йорк“.

Целью настоящей заметки является не разбор сущности действия антенны бегущей волны, теория которой подробно разобрана в иностранной литературе¹⁾ (хотя может быть и оспариваема в некоторых

1) H. H. Beverage, Cb. W. Rice and Ed. W. Kellog. Journ. of the Amer. Inst. of Electr. Engin. March, April, May, June, July, 1923.

M. P. David. L'onde Electrique, Novembre, 1923.

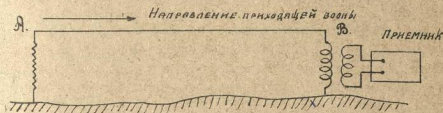
M. F. Bedeau. L'onde El. Fevrier, Mars, 1923.

H. Busch. Jahrb. d. drabtl. Tel. u. Tel. 21. H. 5 u 6. 1923.

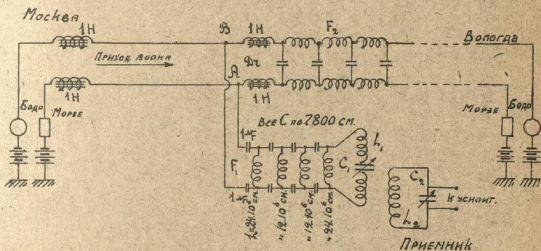
Belbenod. Radioelectricité, 4, p. 303, 1923.

Рефераты: ТИТбп № 23, 1924 (по немецк. источн.) и № 20, 1923 (по американ.). Жизнь и Техника Связи № 4, 1924 (по франц. источн.).

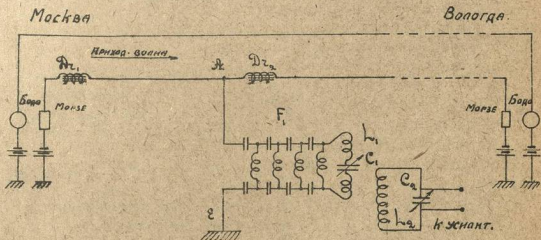
К статье П. В. Шмакова.



Черт. 1. Принципиальная схема антенны бегущей волны.

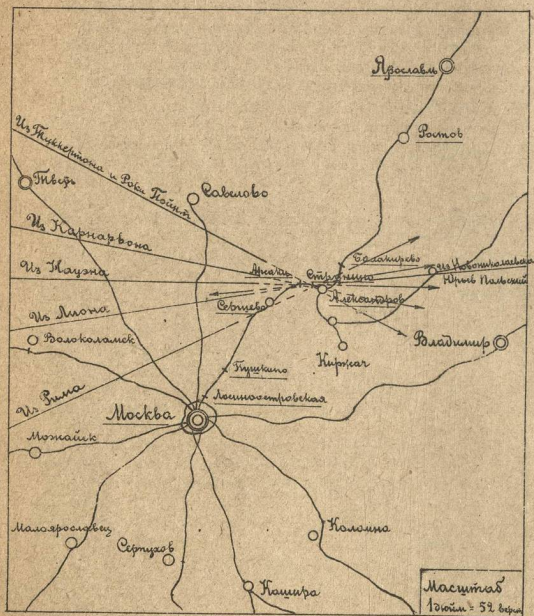


Черт. 3. Прием заграничных радиостанций на два железных провода.



Черт. 4. Прием заграничных радиостанций на один железный провод и землю.

К станаме Н. В. Ушакова.



Черт. 2.

Карта Северной ж. д. с указанием направления
приходящих волн от заграничных радиостанций
для приема в Твери.

частях), а только рассмотрение фактической возможности использования в качестве таковой антенны существующих телефонных и телеграфных железных проводов.

Я должен здесь оговориться, что, так как явление приема радиостанций на железные провода было обнаружено в процессе других работ (по многократной телефонии), то изучению его не могло быть уделено достаточно времени. Кроме того, так как провода, представляющие антенну бегущей волны, лежали в большом пучке других проводов, взаимодействовавших один на другой, то вывести какие либо количественные соотношения не представлялось возможным.

Работа велась на линии Северных железных дорог (черт. 2) по двум железным телеграфным проводам. Прием производился на усилитель типа 3тер. Прежде всего было обнаружено, что начиная со ст. Сергиево, 64 версты от Москвы, усилитель 3тер начал генерировать. На станции Арсаки, 91 в. от Москвы, уже достаточно громко слышна Западная Европа, причем прием происходил без всякого гетеродина, просто на генерирующий усилитель 3тер. Схема приема изображена на черт. 3. Антенну бегущей волны представляли два железных провода, на одном из которых между Москвой и Вологдой (450 верст) работал телеграфный аппарат Бодо, на другом Морзе. Шлейф AL_1C_1B служил для связи с приемником. Самоиндукция L_1 (обе части) бралась $16-24 \cdot 10^6$ см. Конденсатор переменной емкости C_1 позволял настраиваться на определенную радиостанцию. Очевидно, он уравнивал сопротивление концевое устройства с характеристикой линии для каждой приходящей волны λ , что требуется для наибольшей силы приема. Кроме того в шлейф включался фильтр F , состоящий из трех конденсаторных звеньев, который пропускал все частоты выше 11000 пер/сек и поглощал все низшие. Этот фильтр защищал наш приемник от мешающих действий телеграфных аппаратов. Впрочем прием Западной Европы вполне был отчетлив и при наличии указанных мешающих действий, т.е. в отсутствии фильтра, но только работа Бодо очень надоедает. Приемное устройство состояло из контура L_2C_2 и усилителя. Самоиндукция L_2 была порядка $60 \cdot 10^6$ см, так как увеличение ее до этого значения улучшало слышимость. Конденсатор C_2 переменный, для настройки на приходящую волну. Усилитель был или 3тер, или усилитель высокой частоты, 4-х ламповый, с сопротивлениями.

Из этого опыта видно, что антенной бегущей волны может быть не один провод, заземленный на обоих концах, как это применяется в Америке, но и два незаземленных провода¹⁾. Проводами вправо от приемного шлейфа можно пренебречь, так как включение дросселей с железом в каждый провод (см. черт. 3) по 1 H или фильтра F_1 , пропускающего только низкую частоту (ниже 4000 пер/сек); осуществляло

1) Провода подвешены на различной высоте от земли, так что, видно, один провод служил противовесом для другого.

разрыв линии для радиочастоты. Точно такую же роль играли и дросселя D_r слева, в начале линии.

С дальнейшим продвижением вдоль телеграфной цепи сила радиоприема Западной Европы возрастала, что особенно заметно на ст. Струнино (98 верст) и несколько слабее на ст. Александров (106 верст). В этих двух пунктах и был более подробно обследован факт приема мощных радиостанций. Прежде всего нужно заметить, что сила приема значительно возрастала при пользовании одним железным проводом и землей (черт. 4) в сравнении с двумя проводами.

Приемный шлейф AL_1C_1E можно было бы оставить без фильтра F_1 , но при заземлении увеличиваются мешающие действия вообще и особенно Бодо. Поэтому фильтр высокой частоты F_1 здесь уже играет более существенную роль, чем при двухпроводном приеме. Переменный конденсатор C_1 здесь также служил для настройки на определенную радиостанцию. Что касается силы приема Европейских радиостанций, то она была настолько велика, даже днем и особенно при 4-х ламповом усилителе, что неприятно было держать телефон на голове, и можно было совсем отключить заземление E . По свидетельству моего сотрудника, специалиста по приему,¹⁾ такой силы приема нет ни на Шаболовской станции, ни в Московском Радиоузле.

За короткий срок слежки были приняты позывные следующих Американских и Европейских радиостанций:

Наряд №	Позывной.	Название радиостанции.	Длина волны λ.
1	WGG	Туккертон. С.-Ам. Соед. Шт.	—
2	OUI	Эйльвезе. Германия	9600
3	POZ	Науэн. Германия	11000
4	LCM	Ставангер. Норвегия	—
5	YL	Бордо (Croix d'Hins). Франция	23000
6	AXK	Грудзя. Франция	10300
7	SAJ	Карлеборг. Швеция	4200
8	MUU	Карнарвон. Англия	15000
9	RAL	Новониколаевск. Сибирь	4150
10	GBL	Оксфорд. Англия	10000
11	UFT	С.-Ассиз. Франция	—
12	UFU	С.-Ассиз. Франция	—
13	YCC	Рим. (IDO) Италия	11000
14	YN	Лион. Франция	15000
15	UFQ	С.-Ассиз. Франция	—
16	WQK	Роки Пойнт. С.-Ам. Соед. Шт.	—
17	LP	Кёнигсвустерхаузен. Германия	5700

¹⁾ И. М. Борушко, имеющего большой опыт по работе на радиостанциях морских и НКПиТ, сотрудничество с которым я вспоминаю с удовольствием.

Кроме перечисленных, слышны были, конечно, все мощные Московские станции и еще большое число заграничных, позывные коротых не удалось проследить. Из приведенных в таблице станций обращают на себя внимание: Туккертон, Роки Пойнт, Карнарвон и Новониколаевск¹⁾, из которых первые две Московский радиоузел совсем не слышит, а с двумя другими имеет связь неуверенную, тогда как на телеграфных проводах все они слышны весьма громко.

Как уже было указано, прием производился просто на усилитель. При этом 3-й генерировал только при положении рычага на высокую частоту, хотя можно было слышать некоторые станции Западной Европы и с детектором, но при прикосновении к одному из зажимов усилителя. При наличии генерации можно было настройкой выделить любую из принимаемых станций. А введением между катушкой связи L_1 и катушкой приемника L_2 промежуточного контура, а еще лучше резонансного фильтра, достигалась полная селекция приема. Таким образом, включая приемное устройство в каждый телеграфный провод по схеме, указанной на черт. 4, можно принять в данном пункте столько передач, сколько здесь имеется проводов. А кроме того, вследствие аperiodичности каждый провод в свою очередь допускает также многократный прием.

Радиоприем на телеграфный провод был произведен в целом ряде пунктов на участке Москва—Ярославль Северных ж. д. При этом оказалось, что станции Западной Европы слышны не везде. Так их нет в Москве, на Лосиноостровской (10 верст), в Пушкине (27 верст), в Сергиеве (64 версты). Слышны в Арсаках (11 верст), весьма громко в Струнине (98 верст), несколько слабее в Александрове (106 верст) и, ослабевая еще, в Балакиреве (115 верст) и Ростове (212 верст)²⁾.

Если проследить направление приходящих волн по отношению к нашей антенне, то заметим, что самым выгодным в смысле приема Западной Европы и Америки является участок Арсаки—Александров (черт. 2), так как антенна бегущей волны обладает ориентированным действием, если она расположена в направлении приходящих сигналов.

Антенны Бевереджа, которые были испытаны за границей, обычно состояли из прямолинейного луча. Для таких антенн, обладающих на концах сопротивлениями равными характеристике проводов (скомпенсированные антенны), сила приема в полярных координатах изобразится диаграммой черт. 5, а для антенн не скомпенсированных,—диаграммой черт. 6. Так как нашу железную антенну нужно отнести к первому типу, то ослабление приема в Балакиреве и Ростове можно объяснить некоторым углом наклона между антенной и направлением приходящих волн. Что же касается отсутствия приема на участке Москва—Сергиево,

¹⁾ Новониколаевск принимался без дросселя Dr_2 (черт. 4), так как направление волны от него противоположно нарисованной стрелке.

²⁾ Оценка силы приема—субъективная (на слух). Испытать прием дальше по линии Северных ж. д. не успели.

(ориентированном относительно приходящих сигналов также, как и участок Александров — Ростов) то это обстоятельство может быть объяснено предположением, что для получения достаточной мощности от электромагнитной волны железная антенна должна быть гораздо длиннее бронзовой, так как этот участок в 64 версты равняется, примерно, 4λ — 6λ и на таком бронзовом проводе прием несомненно имел бы место. Но, может быть, это различие в приеме на указанных участках нужно приписать тому, что возникшая на благоприятно расположенном участке волна распространяется и дальше по проводу только в направлении своего движения.

Та сила приема, которая была обнаружена описываемыми опытами, делает очень заманчивым использование существующих железных проводов для целей приема мощных заграничных радиостанций. Нет сомнения, что результат опытов был-бы еще более благоприятным, если бы прием происходил на бронзовой телефонной цепи. Необходимо еще отметить, что за все время опытов (сентябрь 1923 по январь 1924) атмосферные разряды не оказывали никакого мешающего действия.

Вообще говоря, при использовании существующих проводов отпадает необходимость в сооружении специальных антенн для приема; такое сооружение могло бы быть оставлено лишь для особо ответственных корреспондентов. Выбрав наиболее выгодное направление и применяя селективный прием при использовании резонансных фильтров, которые обладают круто очерченной избирательностью, можно осуществить одновременный многократный прием (черт. 7). На чертеже обозначено:

T — действующие по проводам аппараты,

Dr — дроссели (регулируемые) для защиты радиоприема от мешающего действия аппаратов низкой частоты T ,

F_0 — фильтры, предохраняющие от индукции токов низкой частоты,

F_1, F_2 и F_3 — резонансные фильтры, пропускающие только определенные волны λ_1, λ_2 и λ_3 ,

P — приемники.

Передача депеш от пункта приема на существующую Централь может производиться одним из обычных способов.

Обращаясь к вопросу о приеме на железные провода Московской радиотелефонной станции, нужно сказать, что она слышна чрезвычайно громко и ясно во всех указанных выше пунктах, начиная от Москвы. Не смотря на колоссальное затухание в железном проводе для частоты этой станции ($\lambda = 3000$ м, $R = 201$ ом/км и $\beta/\text{км} = 0,07$) слышимость ее с удалением по проводу ослабевает незначительно. Тут не малую роль играет, конечно, не только густая сеть проводов, идущая с обеих сторон железнодорожного полотна, но и сами рельсы. Так что образуется как-бы направляющее русло, благоприятствующее распространению электромагнитных волн в данном направлении. Поэтому прием

КСТАТЬЕ П. В. ШМАКОВА.

ЧЕРТ. 5.

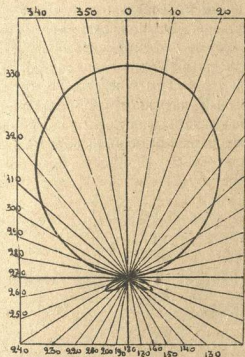
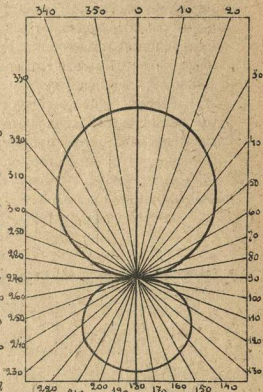


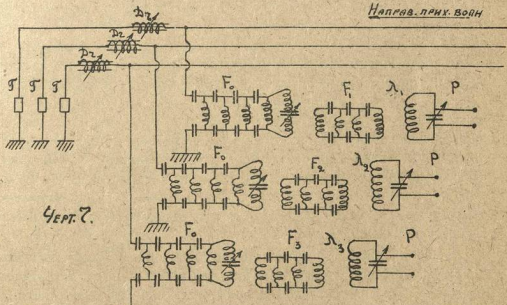
ДИАГРАММА СИЛЫ ПРИЕМА
КОМПЕНСИРОВ. АНТЕННЫ БЕВЕРЕДЖА

ЧЕРТ. 6.

ДИАГРАММА СИЛЫ ПРИЕМА
НЕ КОМПЕНСИРОВ. АНТЕННЫ БЕВЕРЕДЖА.



Направ. прих. волн



ЧЕРТ. 7.

ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА МНОГОКРАТНОГО ПРИЕМА

Московской радиофонной станции, с самыми обычными средствами, обеспечен на весьма далекие расстояния в направлениях железнодорожных линий, расходящихся от Москвы веерообразно. Эти пути сыграют свою роль в будущем при обсуживании абонентов широко-вещательных станций, а также могли-бы быть использованы для организации транзитных радиотрансляций, возможно, более экономичных, нежели мощные радиостанции, потребные для покрытия колоссальных протяжений на суше нашего Союза Республик.

Подчеркивая возможность радиоприема на телеграфные провода, нужно отметить, что этот единственный опыт, конечно, недостаточен, чтобы делать какие либо категорические выводы. Но и теперь уже можно утверждать, что антенна Бевереджа может быть железной.

Москва.

Радиолaborатория
Института Народного Хозяйства
10 июня, 1924.

Увеличение предела измерения вакуума с помощью манометра Мак-Леода.

Профессор А. Г. Белявский.

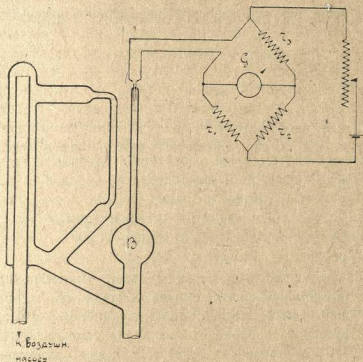
В № 20 ТиТбп автором настоящей статьи был описан электрический способ измерения очень малых давлений, применявшийся автором еще с 1910 г. при работах с ртутным выпрямителем, и там же указывались преимущества этого способа. Соединение этого способа с общеизвестным способом измерения вакуума с помощью манометра Мак-Леода дает значительные преимущества и значительно повышает предел измерения вакуума. Такое соединение электрического способа измерения вакуума с манометром Mac-Leod'a было предложено А. Н. Pfund'ом в Physical Review (vol 18, p. 78). Как известно, применение манометра Мак-Леода для измерения очень большого вакуума возможно лишь для давлений, при которых длина сжатого столба газа и разность ртутных уровней достигает величины порядка 1 мм. На черт. 1 схематически изображен прибор, построенный средствами лаборатории¹⁾ и представляющий указанное выше соединение манометра Мак-Леода с электрическим способом измерения вакуума.

В капиллярную трубку манометра Мак-Леода впаяна вольфрамовая проволока, которая с сопротивлениями r_1 , r_2 и r_3 образует ветви мостика Витстона и нагревается током приблизительно в 100 милли-ампер. Так как охлаждение проволоки, а вследствие этого и сопротивление, зави-

¹⁾ Прибор был построен быв. стеклодувом Донского Политехнического Института П. Ф. Федоровым.

сят от давления окружающего газа, то отклонение гальванометра (G) дает меру давления газа.

Градуирование должно быть произведено особо для каждого газа. Оно производится таким образом, что при давлениях, которые легко



Черт. 12.

могут быть измерены обычными способами, отсчитывается отклонение гальванометра при условии, что капилляр и сосуд B не заполнены ртутью.

В физическом кабинете Донского Сельско-Хозяйственного Института был произведен ряд испытаний такого устройства. Оказалось, что описанным способом возможно измерять упругости до $2 \cdot 10^{-7}$ мм ртутного столба, тогда как для обыкновенного манометра Мак-Леода пределом для измерения вакуума является приблизительно $6 \cdot 10^{-5}$ мм ртутного столба, т.е. с помощью описанного способа предел измерения очень малых упругостей повышается в 300 раз.

10 Августа.

Электротехническая Лаборатория
Донского Политехнического Института
в г. Новочеркасске.

Трубчатые изоляторы для высокого напряжения и высокой частоты.

Инж. А. И. Дрожжин, аспирант Харьк. Технол. Инст.

Окончание со стр. 315.

3. Испытание трубчатых изоляторов лабораторией Г. Е. Со. в Скинэк-тэди.—На черт. 10 (стр. 361) приведена схема, примененная в Скинэк-тэди для испытания антенных изоляторов трубчатого типа. 300 kW альтернатор высокой частоты Александерсона помощью промежуточного колебательного контура питал внешнюю цепь LC , настроенную в резонанс машине. Полный коэффициент самоиндукции L был 84,5 миллигенри, что давало безваттное сопротивление 11.500Ω для частного случая 21.700 пер/сек.

Воздушный конденсатор C , переменной емкости, был устроен следующим образом. Нижняя сплошная обкладка $35,7 \text{ м}^2$ была укреплена неподвижно сверху катушки самоиндукции. Верхняя заземленная обкладка представляла проволочную сетку на раме и с помощью троса была подвешена (очевидно на блоке) к железной заземленной ферме здания. Меняя расстояние между обкладками и подгоняя частоту машины, достигали резонанса между контуром LC и машиной, момент которого отмечался максимальным показанием амперметра в контуре LC . Пренебрегая емкостью изолятора можно принять емкостное сопротивление контура равным его индуктивному сопротивлению, что для частного случая 11.500Ω при 21.700 пер/сек дает для воздушного конденсатора $6,37 \cdot 10^{-4} \mu F$. Испытуемый изолятор подвешивался одним концом к заземленной ферме здания, а другим присоединялся к трубке около 10 см диаметром подводившей высокое напряжение из точки между L и C . Во избежание истечения конец трубки был снабжен шаром около 25 см диаметром, а края высоковольтной обкладки воздушного конденсатора были загнуты, как показано на чертеже. Вольтаж, которому подвергался испытуемый изолятор, измерялся произведением $I \omega L$, где L постоянный коэффициент самоиндукции $8,45 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$, I сила тока в контуре LC и $\omega = 2\pi c$, где c частота альтернатора, значение которой менялось в пределах 18.000—28.000 пер/сек. Вспомогательный контур, содержащий безиндукционное омическое сопротивление R , служил для определения потерь в испытуемом изоляторе.

Способ измерения состоял в следующем. При включенном изоляторе и разомкнутом вспомогательном контуре контур LC и машина настраивались в резонанс; затем изолятор убирался, в результате чего

максимальная сила тока в контуре LC возрастала. Замыкая дополнительный контур и регулируя калиброванное омическое сопротивление R ; достигали прежнего показания амперметра в контуре LC . Произведение I^2R для вспомогательного контура давало приблизительную величину потерь в изоляторе в ваттах¹⁾. Потери в фарфоровых трубчатых изоляторах при сухих условиях были слишком низки для определения их описанным способом, и измерение потерь указанным путем производились только с влажным изолятором. Для последних потери колебались от 300 до 500 ватт при длине изолятора 50"—60" и напряжении около 100 kV. Для создания влажных условий устраивался искусственный дождь интенсивностью 0,5 см в минуту (т.е. в одну минуту выпадал слой воды 0,5 см толщиной). Вода бралась из городского водопровода Скинэктэди сопротивлением 3.400 Ω на см³. Сопротивление естественной дождевой воды колеблется в пределах от 10.000 Ω на см³—при нечистой, дымной атмосфере до 70.000 Ω —при чистой атмосфере. Следовательно, действительные потери при влажных условиях меньше получавшихся при испытании.

Метод получения данных для построения характеристик нагрева изоляторов состоял в следующем. Изолятор подвергался действию определенного напряжения 30 мин, время достаточное для того, чтобы тепловой режим установился окончательно; затем вольтаж убирался, и к изолятору по его длине быстро прикреплялась полоска войлока с рядом термометров, вставленных в сквозные дыры полоски.

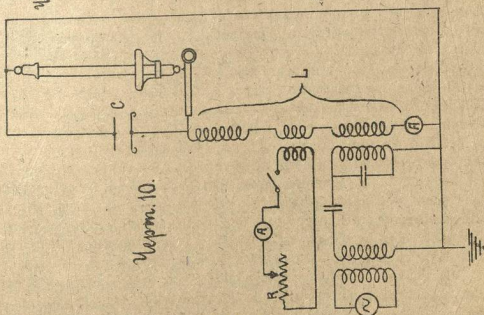
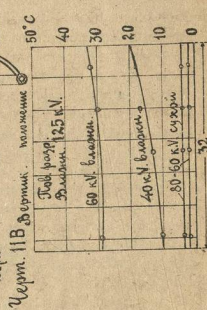
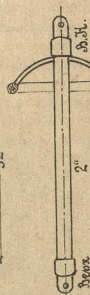
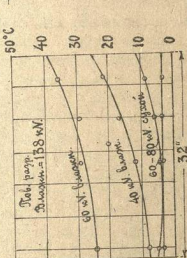
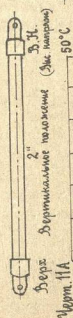
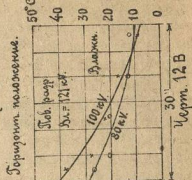
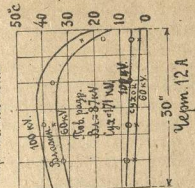
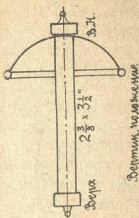
Привожу часть диаграмм, полученных при испытаниях в Скинэктэди. На черт. 11 *A* приведены характеристики нагрева²⁾ при сухих и влажных условиях фарфорового трубчатого изолятора 32" длиной, внутренняя полость которого залита смолистым составом (назначение последнего будет объяснено ниже). Как видно из диаграмм, при влажных условиях нагрев, вследствие добавочных потерь в поверхностном слое, резко повышается, но характер температурных кривых сохраняется. Черт. 11 *B* дает характеристики нагрева того же изолятора с электростатической защитой на высоковольтной стороне. Напряжение поверхностного разряда несколько понижается (со 138 kV до 125 kV при влажных условиях), но кривые распределения температуры вдоль изолятора значительно сглаживаются, и максимум нагрева понижается. На черт. 12 *A* и 12 *B* представлены диаграммы для фарфорового трубчатого изолятора 30" (без набивки) в вертикальном и горизонтальном положениях с электростатической защитой. Черт. 13 *A* и 13 *B* (стр. 356) дают картину нагрева при тех же условиях такого же изолятора но с ребристой поверхностью. Как видно из приведенных диаграмм, горизонтальное положение, при котором уменьшилась поверхность смачи-

¹⁾ Более подробно указанный способ измерения потерь рассмотрен автором дополнительно в конце настоящей статьи.

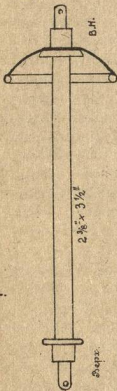
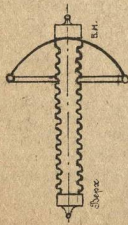
²⁾ Ординаты показывают превышение над температурой воздуха в градусах Цельсия.

вания, резко понизило нагрев обоих изоляторов; некоторое значение в понижении нагрева сыграло также и то обстоятельство, что отход изолятора из вертикального положения повысил поток утечки через воздух непосредственно вверх к железным заземленным частям здания и тем самым понизил общую плотность потока в изоляторе. Вместе с тем горизонтальное положение, при котором заземленный конец изолятора лишился защитного действия ферм здания, резко выявило действие электростатической защиты на высоковольтной стороне изолятора: как видно из диаграмм (черт. 12 В и 13 В) плотность потока на этой стороне значительно упала по сравнению с противоположным концом изолятора. Что касается преимущества ребер над гладкой поверхностью, то на основании приведенных диаграмм можно сказать следующее: так как преимущественное значение при высокой частоте имеют низкие потери на нагрев, а не высокое напряжение поверхностного разряда, то в общем одинаковые потери на нагрев, несмотря на более высокое напряжение поверхностного разряда у ребристого изолятора, заставляют признать оба вида практически равноценными при влажных условиях. При сухих же условиях преимущество необходимо отдать изолятору с ребристой поверхностью, так как в этом случае (см. черт. 12 А и 13 А) на его стороне оба достоинства: и меньшие потери, и более высокое напряжение поверхностного разряда. На черт. 14 приведены характеристики нагрева изолятора 60" длиной в различных положениях: вертикальном с защитой вниз, с защитой на 30° выше горизонта и с защитой на 30° ниже горизонта. Как видно из диаграммы I, близкий подход заземленного конца длинного изолятора (60"—около 1,5 мт) к железной ферме здания резко понизил плотность потока на этой его стороне. Отход же изолятора из вертикального положения, как и в предыдущем случае, с одной стороны, понизил общую величину потерь, а с другой—выявил более значительно действие электростатической защиты на высоковольтной стороне. Характерные изгибы кривых для случая II и III также вполне объясняются соответствующим положением изолятора относительно опоры. На черт. 15 приведена диаграмма, характеризующая эффект, так называемых, „отдушин“ („breathers“) в наконечниках трубчатых изоляторов. Металлические наконечники, как было указано, прикрепляются к телу изолятора помощью особого цемента, всегда содержащего влагу. Цемент просушивают, помещая весь изолятор в печь; если трубчатый изолятор плотно заделан с обеих сторон, водяные пары, проникающие во время просушки во внутреннюю полость изолятора, остаются там и вызывают впоследствии дополнительные потери (см. верхнюю кривую черт. 15). В случае же устройства в наконечниках особых „отдушин“ воздух во внутренней полости изолятора после выхода его из печи остается сухим и потери значительно падают (см. нижнюю кривую черт. 15). Установлено, что понижение нагрева изолятора, вызываемое „отдушинами“, не является результатом циркуляции воздуха через трубку: после того, как внутренность

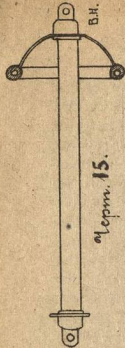
К статье А. Дрозюкина.



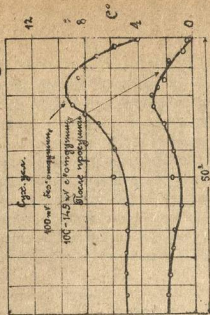
К. о. н. а. с. А. Д. р. о. с. н. а. с. н. а.



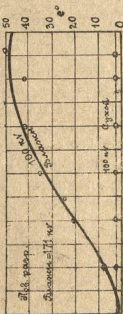
2 1/2" x 3 1/2"



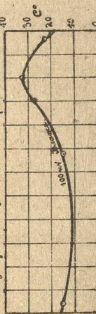
Черт. 15.



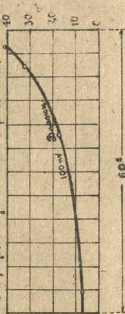
Внутреннее давление.



Внутреннее давление.

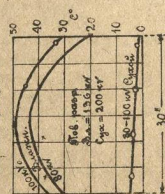


Внутреннее давление.



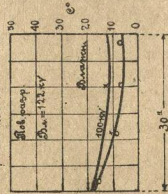
Черт. 14.

Внутреннее давление.



Черт. 13 А.

Внутреннее давление.



Черт. 13 Б.

трубчатого изолятора высушивалась, нагрев изолятора почти не менялся, независимо от того, были ли закрыты или открыты „отдушины“. Приведенные выше образцы изоляторов, за исключением изолятора черт. 11, снабжены именно такими „отдушинами“ в наконечниках. Изолятор же черт. 11, как было указано, снабжен особой смолистой набивкой, назначение ее, очевидно, также предохранить внутреннюю полость изолятора от водяных паров, но действие менее верное. Именно: некоторые из изоляторов со смолистой набивкой по своим качествам, действительно хороши, но некоторые уже при низких сравнительно напряжениях дают значительные потери, вызываемые несовершенством смолистой массы, как диэлектрика.

Из приведенных выше диаграмм вытекает, что потери при сухих условиях в общем незначительны, и распределение плотности электрического потока выявляется путем „сухих“ температурных кривых, вычерченных в том же масштабе, что и „влажные“, только у коротких изоляторов при относительно больших напряжениях, т.-е. при больших плотностях потока, а следовательно и при более высоком нагреве изолятора (см. черт. 11 А, 12 А, 13 А длина 30"—32" и наоборот, черт. 14—1 длина 60"—для напряжений 80—100 kV, при сухих условиях). При влажных условиях положение резко меняется. В силу больших абсолютных значений ординат „влажные“ температурные кривые значительно ярче передают изгибы кривых распределения плотности потока по сравнению с „сухими“ кривыми. Таким образом, при исследовании отдельных длинных, или же ряда последовательно соединенных коротких изоляторов „влажные“ температурные кривые могут быть рекомендованы, как чувствительный реактив, вскрывающий до известной степени картину распределения электрического поля вдоль изоляторов.

4. Зависимость полной величины потерь в длинном изоляторе от защитных приспособлений. — Для полноты освещения вопроса остановимся еще на влиянии защитных приспособлений на полную величину потерь в трубчатом изоляторе при сухих и влажных условиях. Рассмотрим сначала зависимость потерь от электростатической защиты. Как указывалось выше, основное действие электростатической защиты сводится, с одной стороны, к сглаживанию кривой распределения плотности поля вдоль изолятора, а с другой — к понижению средней величины электрического потока через изолятор. При сухих условиях, когда величина потерь в изоляторе обуславливается потерями диэлектрическими, зависящими от величины потока через изолятор, введение электростатической защиты не только сглаживает кривые нагрева изолятора, но и заметно понижает общую величину потерь в нем (см. черт. 11 А и 11 В, кривые для 60 и 80 kV при сухих условиях). При влажных условиях потери складываются из потерь внутренних, диэлектрических, и потерь в наружном омическом сопротивлении влажного слоя. Величина потерь диэлектрических, в общем случае, незначительна

по сравнению со второй составляющей потерь; поэтому общая величина потерь во влажном изоляторе определяется, главным образом, этой второй составляющей т.-е. потерями в поверхностном слое. Величина этих последних $\sum \frac{(\Delta E)^2}{\Delta R}$ при неизменном сопротивлении R влажного слоя и данном напряжении зависит не от абсолютной величины электрического потока через изолятор, а от распределения плотности его вдоль изолятора. При неизменном сопротивлении влажного слоя электростатическая защита, сглаживая напряжение вдоль изолятора, тем самым понижает значения $\frac{(\Delta E)^2}{\Delta R}$ на одной стороне и повышает на другой, в результате этого $\sum \frac{(\Delta E)^2}{\Delta R}$, а следовательно и общая величина потерь при влажных условиях, не получает того безусловного значительного падения с введением электростатической защиты, как это происходит с величиной потерь при сухих условиях.

Для выяснения вопроса в общем виде выделим из полной величины потерь при влажных условиях величину потерь в поверхностном омическом сопротивлении R и рассмотрим их отдельно. Положим сопротивление R распределенным равномерно вдоль изолятора, а падение напряжения вдоль указанного сопротивления, выраженное в V/Ω , распределенным по кривой EF (см. черт. 16).

Обозначим переменную ординату кривой EF , представляющую силу тока через соответствующее сечение сопротивления, через $i = dE/dr$, где dE — падение напряжения, приходящееся на бесконечно малый элемент сопротивления, расположенный по обе стороны сечения. В таком случае площадь $AEFB$ (черт. 16), равная $\int_0^R i dR$, представляет численно арифметическую сумму падений напряжения на всем протяжении сопротивления R . Из записи:

$$i_m = \frac{\int_0^R i dR}{R}$$

вытекает, что i_m , средняя ордината кривой EF , представляет силу тока через сопротивление R при равномерном распределении напряжения $\int_0^R i dR$ вдоль сопротивления R . Величина же потерь в сопротивлении R для этого последнего случая, W' представится формулой:

$$W' = i_m^2 R.$$

Однако, в действительности эффективное значение напряжения E приложенного к концам сопротивления R , представляет геометрическую

сумму эффективных значений падения напряжения вдоль сопротивления и в общем случае для длинного изолятора с потерями меньше арифметической суммы падений напряжения¹⁾. Следовательно;

$$E = \frac{\int_0^R i dR}{k} = \frac{i_m R}{k}, \text{ где } k > 1.$$

Таким образом, при данном неизменном напряжении E , W_0 —величина потерь в сопротивлении R при равномерном распределении напряжения—представится следующим образом:

$$W_0 = \frac{E^2}{R} = \frac{i_m^2}{k^2} R,$$

где i_m —средняя ордината кривой распределения напряжения EF .

Кривая распределения напряжения, соответствующая последней величине потерь, представится в виде прямой CD , проведенной параллельно оси абсцисс на расстоянии i_m/k от нее.

Перейдем к определению величины потерь, соответствующих данной кривой распределения напряжения EF . Мощность, поглощаемая бесконечно малым участком сопротивления R , равна $i^2 dR$. Интегрируя последнее выражение на протяжении R , получаем для полной величины потерь, соответствующих кривой распределения напряжения EF , значение $\int_0^R i^2 dR$. Иначе говоря, величина потерь в сопротивлении R , соответствующая кривой падения напряжения EF , представляется численно площадью (см. черт. 16), ограниченной осью абсцисс, крайними ординатами и кривой GH , квадратичной по отношению к данной кривой EF . Обозначая величину потерь соответствующих кривой падения напряжения EF , через W и среднюю ординату кривой GH через

$$(i^2)_m = \frac{\int_0^R i^2 dR}{R},$$

имеем для W :

$$W = (i^2)_m R.$$

Беря отношение потерь при данном распределении напряжения к потерям при равномерном распределении напряжения для одного и того же E , получаем:

¹⁾ См. подробнее: Дополнение 2.

$$\frac{W}{W_0} = \frac{(i^2)_m R}{\frac{i_m^2}{k^2} R} = k^2 \frac{(i^2)_m}{i_m^2} = k^2 f^2,$$

где $f = \frac{\sqrt{(i^2)_m}}{i_m}$ — коэффициент формы (формфактор) данной кривой распределения напряжения EF .

Выражая W через W_0 —величину потерь при равномерном распределении напряжения, минимальную для данных E и R ($f = 1, k = 1$),—имеем:

$$W = W_0 k^2 f^2. \quad (4)$$

Учитывая в общем случае незначительность потерь от диэлектрического гистерезиса по сравнению с потерями во влажном слое и распространяя последнюю формулу на полную величину потерь при влажных условиях, получаем:

$$W_{в.л.} \approx W_{0в.л.} k^2 f^2, \quad (5)$$

где $W_{в.л.}$ — полная величина потерь во влажном изоляторе для данной кривой распределения напряжения, а $W_{0в.л.}$ — величина потерь при равномерном распределении напряжения для тех же условий.

Значения коэффициентов: f — в общем случае, а k — для случая изолятора с потерями, тесно связаны с формулой кривой распределения напряжения. Каждый из коэффициентов равен 1 при равномерном распределении напряжения и тем больше 1, чем больше кривая распределения напряжения по форме удаляется от прямой, параллельной оси абсцисс. Значение коэффициента f для различных форм кривых не отходит далеко от 1. Для случая весьма круто падающей инверсной дуги круга или эллипса $f = 1,44$; для кривых же падения напряжения вдоль изоляторов величина f значительно ближе к 1. Так для кривых 40 кВ при влажных условиях (черт. 11А и 11В) предположительный подсчет автора дал изменение коэффициента формы кривой градиента напряжения с $f_1 = 1,05$ (без защиты) до $f_2 = 1,02$ (с защитой). Значения коэффициента k , судя по кривым нагрева изоляторов, также не должны уходить далеко от 1¹⁾. Вместе с тем, как видно из диаграмм, электростатическая защита нормального кольцевого типа, сглаживая кривые распределения напряжения, далеко не делает их, в общем, прямыми параллельными оси абсцисс. Поэтому можно сказать, что введение электростатической защиты не вызывает значительного абсолютного уменьшения произведения $k^2 f^2$, а следовательно и не вызывает

1) См. также Дополнение 2.

особенного изменения полной величины потерь во влажном изоляторе. Достаточно ясно это обстоятельство демонстрируется кривыми для 40 и 60 kV черт. 11А и 11В при влажных условиях. В то время, как при сухих условиях, как это видно из диаграмм 11А и 11В, электростатическая защита значительно понизила потери — общая величина потерь при влажных условиях с введением защиты практически не изменялась.

Зависимость (4) в некоторой мере приложима и для случая изолятора при сухих условиях. Действительно, при данной неизменной средней величине электрического потока через изолятор потери в сухом изоляторе можно представить происходящими в некотором равномерно распределенном вдоль изолятора омическом сопротивлении. Однако, при сухих условиях введение электростатической защиты, понижая заметно среднюю величину электрического потока в изоляторе, вызывает, помимо изменения $k^2 f^2$, значительное повышение сопротивления R — и потому равенство (4) не является характерным для сухого изолятора.

Полученная выше приближенная зависимость (5) выведена для изолятора с равномерно распределенным сопротивлением влажного слоя при условии незначительности внутренних диэлектрических потерь по сравнению с потерями во влажном слое, т.е. для относительно низких при данных напряжениях значениях R . Во всех же случаях, когда сопротивление поверхностного равномерно распределенного слоя возрастает, например при повышении удельного омического сопротивления осадков, при горизонтальном или близком к нему положении изолятора, зависимость (5) сохраняет силу только для потерь во влажном слое. Полная же величина потерь в этом случае понижается значительно быстрее, чем это вызывается изменением значения $k^2 f^2$ так как большее значение приобретают потери диэлектрические, величина которых, как указывалось выше, с введением электростатической защиты понижается не только от уменьшения коэффициентов k и f , но и от понижения средней величины электрического потока через изолятор. □

Перейдем к рассмотрению действия второго рода защиты — противодождевой. Принципиальное назначение ее состоит в уменьшении поверхностного сопротивления изолятора — следовательно, она является самой действительной мерой для понижения максимальных потерь в изоляторе. Вместе с тем, противодождевая защита улучшает условия службы изолятора и в чисто электрическом отношении: понижая нагрев и являясь дополнительной электростатической защитой, — она повышает запас диэлектрической прочности материала изолятора. По конструкции своей противодождевая защита в простейшем виде при косом направлении дождя и вертикальном положении изолятора вызывает только местное понижение поверхностного сопротивления. Вопрос о наилучшем использовании защиты сводится, очевидно, к помещению ее там, где градиент напряжения наибольший, так как именно в этом случае достигается самое значительное понижение и максимальной температуры

нагрева, и полной величины потерь в изоляторе. Указанное расположение противобождовой защиты выявляет также в наибольшей степени и ее электростатические качества. Из изложенного о значении расположения электростатической защиты вытекает, что из приведенных выше (см. черт. 6 и 8 стр. 308 ТиТбп № 25) комбинаций противобождовой защиты с электростатической более рациональной является изображенная на черт. 8. Радикальное действие последней в смысле уменьшения потерь в изоляторе отчетливо демонстрируется диаграммами черт. 17. Из диаграммы I (см. кривую для сухих условий) и II (кривая для влажных условий, при приблизительно равномерном распределении поверхностного сопротивления) вытекает, что градиент напряжения на высоковольтной стороне изолятора повышается. Однако, даже при относительно неравномерном распределении напряжения вдоль изолятора приведенная на черт. 17 (см. также черт. 8) комбинированная защита для нормального случая подвески изолятора в вертикальном положении явилась более, чем достаточной в смысле понижения как максимальной температуры нагрева, так и общей величины потерь в изоляторе: как видно из диаграммы I, кривая нагрева на высоковольтной стороне пошла, против обыкновения, даже ниже, чем со стороны опоры.

Д О П О Л Н Е Н И Е 1.

Разбор способа измерения потерь в антенных изоляторах, примененного лабораторией Gener. Electr. Co. в Скинектеди. Изолятор с потерями в цепи переменного тока можно рассматривать, как конденсатор, шунтированный некоторым омическим сопротивлением. Далее замыкание вспомогательного измерительного контура (см. выше черт. 10) эквивалентно введению в основной контур дополнительного омического сопротивления r' и уменьшению коэффициента самоиндукции основного контура на L' . Величины r' и L' могут быть представлены следующим образом:¹⁾

$$r' = \frac{\omega^2 M^2}{\omega^2 L_1^2 + r_2^2} r_2; \quad L' = \frac{\omega^2 M^2}{\omega^2 L_2^2 + r_2^2} L_2.$$

Здесь: ω электрическая угловая скорость, M коэффициент взаимной индукции основного и измерительного контура, L_2 коэффициент самоиндукции измерительного контура, r_2 омическое сопротивление измерительного контура. Приписывая сопротивлению направление в смысле влияния на сдвиг фазы напряжения относительно силы тока, — строим векторные диаграммы сопротивлений для различных состояний основного контура и его частей.

1. На черт. 18 и 19 А представлены соответственно: один воздуш-

¹⁾ См. August Hundt: „Hochfrequenzmesstechnik“ S. 267. 1922.

ный конденсатор C_1 с вектором его сопротивления и тот же конденсатор, шунтированный изолятором ($C_0 - R$). Последний контур может быть заменен эквивалентной по действующему сопротивлению цепью из последовательно соединенных: емкости C_x и омического сопротивления r_x , изображенных на черт. 19 В.

Характерные величины двух последних (контура А и цепи В) связаны следующими уравнениями:¹⁾

$$C_x = C_1 + C_0 + \frac{C_1 + C_0}{\omega^2 (C_1 + C_0)^2 + R^2}, \quad (1)$$

$$r_x = \frac{R}{1 + \omega^2 (C_1 + C_0)^2 R^2}, \quad (2)$$

$$Z = \sqrt{\frac{1}{\omega^2 C_x^2} + r_x^2} \quad (3)$$

$$= \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{R^2} + \omega^2 (C_1 + C_0)^2}}$$

Из приведенных уравнений вытекает, что при включении изолятора емкость основного контура под влиянием емкости самого изолятора и емкостного эффекта шунтирующего изолятор омического сопротивления повышается, а действующее емкостное сопротивление $1/\omega C_x$ падает.

Примечание: Приведенные выше уравнения выделены из общего случая замены контура I эквивалентным по полному сопротивлению контуром II (черт. 20):

$$r_c' = r_c \frac{r^2}{r^2 + r_c^2}; \quad r' = r \frac{r_c^2}{r^2 + r_c^2}.$$

2. Полная диаграмма сопротивлений в основном контуре с изолятором в момент резонанса при разомкнутом измерительном контуре представлена на черт. 21, где: r и ωL омические и индуктивное сопротивления основного контура; I_1 эф. сила тока основного контура в момент резонанса; $I_1^2 r_x$ потери в изоляторе.

3. Диаграмма сопротивлений того же контура без изолятора при разомкнутом измерительном контуре изображена на черт. 22. Эф. силу тока основного контура назовем в этом случае через I_2 .

По данным испытаний $I_2 > I_1$, т.-е. при неизменной электродвижущей силе основного контура $Z_2 < Z_1$.

¹⁾ См. Свирский и Хащинский: „Радиотелеграфные измерения“, стр. 25.

4. Диаграмма (черт. 23) сопротивлений основного контура без изолятора при замкнутом измерительном контуре в тот момент, когда сила тока в основном контуре доведена до величины I_1 ; обозначим через I_3 — эф. силу тока основного контура; I_0 — эф. силу тока измерительного контура; в этом случае $I_3 = I_1$.

Произведение $I_3^2 r'$ представляет мощность, затрачиваемую на измерительный контур; следовательно:

$$I_3^2 r' = I_0^2 r_2,$$

где r_2 — омическое сопротивление измерительного контура. При $I_3 = I_1$ и $r' < r_x$ имеем:

$$I_3^2 r' < I_1^2 r_x, \text{ или } I_0^2 r_2 < I_1^2 r_x.$$

Иначе говоря, показания измерительного контура меньше действительной величины потерь в изоляторе. Однако, при незначительности емкостного эффекта изолятора и при преобладании омического сопротивления над индуктивным в измерительном контуре, т.е. при относительно малых

$$\left(\frac{1}{\omega C_1} - \frac{1}{\omega C_x} \right) \text{ и } \omega L',$$

можно принять

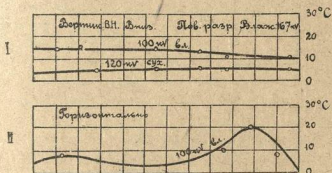
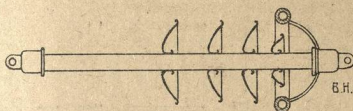
$$I_0^2 r_2 \sim I_1^2 r_x.$$

ДОПОЛНЕНИЕ 2.

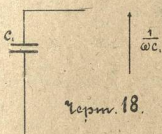
Векторные диаграммы падения напряжения вдоль изоляторов и некоторые общие соображения о влиянии электрического поля проводника, обтекаемого током, на величину потерь и распределение напряжения в нем. 1. *Случай совершенного изолятора* (без потерь). Этот случай принципиально сводится к единичной трубке электрического поля переменной плотности. В технической интерпретации такая трубка может быть представлена в виде ряда равноотстоящих, последовательно соединенных конденсаторов различной емкости (см. черт. 24).

При прохождении установившегося эффективного тока I напряжение, приходящееся на отдельный конденсатор будет тем больше, чем меньше емкость, причем сдвиг напряжения относительно тока, вызываемый каждым участком трубки, один и тот же — $\varphi = 90^\circ$ в сторону

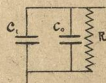
К. инж. А. Дроздовина.



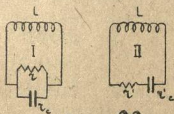
черт. 17.



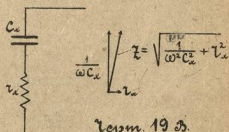
черт. 18.



черт. 19 А.

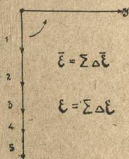
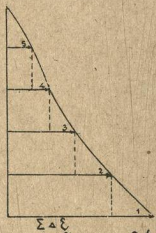
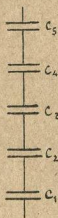
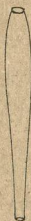
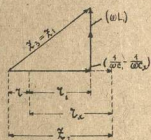
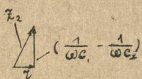
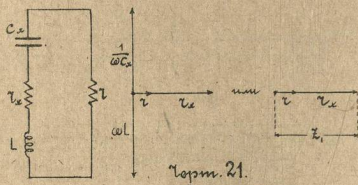


черт. 20.



черт. 19 Б.

Кеманис А. Дроздович.



противоположную вращению векторов¹⁾. Результатом последнего является то, что геометрическая сумма падений напряжения на протяжении трубки равна арифметической сумме тех же падений, а следовательно коэффициент $k = \frac{\sum \Delta E}{E} = 1$.

Коэффициент же формы кривой распределения напряжения — $f > 1$.

Для случая равномерного поля, когда векторы отдельных падений напряжения одинаковы и по величине, и по направлению, имеем: $k = 1$; $f = 1$.

Необходимо заметить, что коэффициент f относится к кривой распределения напряжения (вернее, тока в сопротивлении R), построенной по примененному выше в статье принципу представления падения напряжения не отрезком прямой, а площадью.

2. *Случай несовершенного изолятора* (с потерями). Этот случай схематически может быть представлен в виде омического сопротивления, шунтированного рядом конденсаторов переменной емкости; берем частный случай равномерно распределенного сопротивления (см. черт. 25).

Относительно последней схемы можно сказать следующее:

1) Величина действующего сопротивления отдельного участка представляется формулой

$$z_n = \sqrt{\frac{1}{1/r^2 + \omega^2 C_n^2}};$$

при неизменных r и ω действующее сопротивление будет тем меньше, чем больше приключенная емкость. Следовательно, при данном установившемся эффективном токе падение напряжения по величине распределится в общем так же, как для случая совершенного изолятора.

2) Каждый отдельный участок эквивалентен сопротивлению, обладающему свойством сдвигать фазу напряжения относительно фазы проходящего тока на угол $\varphi_n = \arctan r \omega C_n$ в сторону, противоположную вращению векторов. При постоянных r и ω угол сдвига тем больше, чем больше приключенная емкость.

Векторная диаграмма, построенная на основании приведенных соображений дает (см. черт. 25): $\sum \Delta \bar{E} < \sum \Delta E$ или $E < \sum \Delta E$. Следовательно, $k = \frac{\sum \Delta E}{E} > 1$. Коэффициент f , как и в предыдущем случае, > 1 . При равномерном распределении поля, т.-е. при $C_1 = C_2 = C_3 \dots$, отдельные векторы падений напряжения становятся равными и по величине, и по направлению, следовательно, для этого случая имеем:

¹⁾ Выше, в разделе 1 статьи (стр. 303), вопрос о распределении нагрева и напряжения вдоль изолятора разбирался при переменном токе смещения в теле изолятора и постоянной емкости последовательно соединенных элементарных слоев изолятора, т.-е. без части электрического поля, находящейся в воздухе.

$$\Sigma \Delta E = \Sigma \Delta E; \Delta E_1 = \Delta E_2 = \dots$$

$$k = 1; f = 1.$$

Порядок значения коэффициента k для случая изолятора с потерями при неравномерном распределении напряжения может быть приблизительно выяснен помощью следующего рассуждения. Как вытекает из рассмотрения векторной диаграммы черт. 25, значение коэффициента k зависит от угла поворота каждого отдельного вектора падения напряжения относительно предыдущего. Угол сдвига какого-либо отдельного вектора падения напряжения относительно силы тока I представляется, согласно изложенного ранее, в виде:

$$\varphi_n = \arctan r \omega C_n,$$

откуда

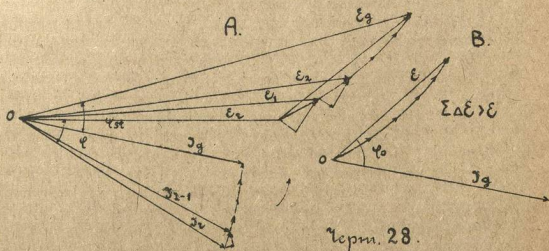
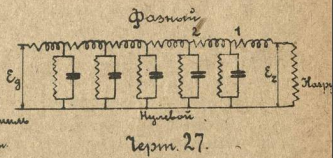
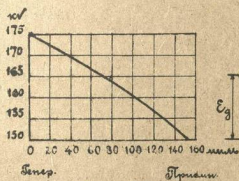
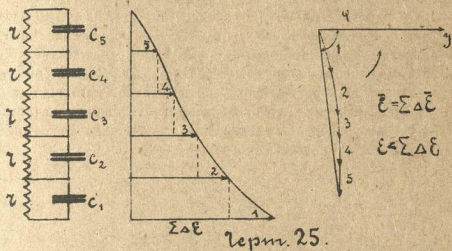
$$\tan \varphi_n = r \omega C_n.$$

Значение угла сдвига φ для изолятора с потерями в целом всегда весьма близко к 90° , а $\tan \varphi \rightarrow \infty$. Зависимость же φ от $\tan \varphi$ вообще такова, что при значениях φ , близких к 90° , даже весьма значительным изменениям $\tan \varphi$, вызываемым в данном случае изменениями емкости C_n , отвечают относительно ничтожные изменения φ . В результате взаимный сдвиг отдельных составляющих векторов падения напряжения (см. диаграмму черт. 25) не велик и потому значение $k = \frac{\Sigma \Delta E}{E}$ для случая изолятора с потерями не должно отходить далеко от 1.

Нарушение равномерного распределения напряжения вдоль сопротивления, вызываемое параллельным включением различной емкости конденсаторов, влечет за собой сложный эффект (под влиянием f и k , см. выше раздел III статьи) повышения потерь в сопротивлении по сравнению с потерями при равномерном, по закону Ома, распределению напряжения. Действительно, при $\Sigma \Delta E > E$ имеем: $\Sigma \Delta E^2 / \Delta R > E^2 / R$. В менее явном виде та же запись может быть представлена следующим образом: $E^2 Z \cos \varphi > E^2 R$, где R —действующее сопротивление цепи без конденсаторов, Z —действующее сопротивление цепи с конденсаторами и φ —угол сдвига между током и напряжением для последнего случая (см. векторную диаграмму черт. 25).

Конденсаторы C_1 , C_2 и т. д., приведенные на схемах черт. 24 и 25 могут быть представлены физически в виде емкостей между соседними равноотстоящими по оси электрического потока „эффективными“ потенциальными уровнями и являются не заданными по величине, а устанавливаются в зависимости от распределения поля. При данной разности потенциалов в природе процесс вообще стремится пройти так, чтобы выделение энергии было бы максимальным. Следовательно,

И также А. Дроздовина.



изложенное выше о распределении напряжения и величине потерь в омическом сопротивлении должно в идеальном виде иметь место для всякого провода. Однако, самые точные исследования показали справедливость закона Ома в обыкновенных условиях. Оставаясь в рамках элементов приведенной выше схемы черт. 25 и не вдаваясь в более глубокий анализ всех физических сторон явления, можно сказать, что при малых, в обыкновенных условиях, падениях напряжения в проводнике поток силовых трубок через воздух вдоль проводника, а следовательно и емкости, приключенные параллельно проводнику по указанной выше схеме, практически исчезают—следовательно при $C_n = 0$ имеем:

$$\varphi_n = \arctang r \omega C_n = 0 \text{ и } z_n = \sqrt{\frac{1}{1/r^2 + \omega^2 C_n^2}} = r.$$

Однако, и для последнего случая электрическое поле, как таковое (вообще перпендикулярное проводнику у его поверхности), конечно, не исчезает, а только меняет в целом свое направление с преимущественно продольного на преимущественно поперечное длине проводника, замыкаясь на другие прилежащие провода под напряжением и на „землю“ в общем смысле. При средних напряжениях самого провода по отношению к прилежащим проводам и „земле“ и при небольших относительных длинах провода, действие этого поперечного потока на режим тока, протекающего по проводу, незначительно; но при значительных длинах и высоких напряжениях оно становится весьма заметным.

Практически это последнее имеет место на длинных линиях высоковольтных передач. Для примера привожу (см. черт. 26) диаграмму падения напряжения одной из американских высоковольтных передач со следующими данными: напряжение у приемника—150 kV, на станции—175 kV, нагрузка—50.000 kW, $\cos \varphi$ приемника—0,85, длина линии—150 миль¹⁾. Схематически такая линия может быть представлена (см. черт. 27) фазным и нулевым проводами с омическими и индуктивными сопротивлениями в фазном проводе и емкостными и омическими—между фазным и нулевым. Векторная диаграмма, построенная автором применительно к приведенной на черт. 27 схеме и сообразно характеру кривой черт. 26 (выпуклостью вверх) имеет принципиально такой вид, как показано на черт. 28 A. Отдельно векторная диаграмма падений напряжения в проводе представлена на черт. 28 B. Из последней диаграммы вытекает, что вследствие добавочной емкости „безватной“ нагрузки, распределенной вдоль линии, (а также под влиянием ваттной утечки) арифметическая сумма падений напряжения в фазном проводе так же, как и для случая изолятора с потерями, больше величины вектора напряжения OB (см. черт. 28), приложенного к концам провода

1) См. Standard Handbook for Electrical Engineers. 5-th ed. p. 921.

линии передачи. Равным образом вытекает и то, что при данном неизменном напряжении E , приложенном к концам провода, величина потерь в нем больше, чем следовало бы ожидать по формуле $E^2/Z \cos \varphi$, где Z —действующее сопротивление провода при наличии индуктивного и омического сопротивления в нем без учета влияния емкостной и ваттной утечек, а φ —угол сдвига, соответствующий этому случаю. Иначе говоря (см. черт. 28B) $E \cdot I_g \cos \varphi_0 = E^2/Z \cos \varphi + W_1 + W_2$, где W_1 —добавочная мощность, соответствующая потерям от ваттной утечки и W_2 —мощность, соответствующая потерям от „безваттной“ емкостной утечки.

Что же касается эквивалентности схем для двух общих случаев—проводника с преимущественно продольным и преимущественно поперечным полем, то, как показывает ближайшее рассмотрение вопроса, обе схемы принципиально тождественны. В частности же, приведенной выше схеме изолятора с потерями соответствует схема линии передачи со следующими данными: $\cos \varphi$ приемника—1, сопротивление фазного провода—чисто омическое, боковая утечка—только безваттная емкостная (хотя присутствие ваттной утечки нарушает только, так сказать, формальную сторону схемы).

Китай. Май, 1924.

К расчету емкости антенн.

Инж. Л. Б. Слепая.

1. Задача настоящей статьи — дать оценку некоторых методов расчета статической емкости антенн, главным образом анализировать предложенный проф. Хоу метод¹⁾, пользующийся столь большой популярностью и у нас, и за границей.

2. *Вычисление емкости в общем случае.* — Прежде всего следует отметить, что ни один из предложенных методов расчета статической емкости антенн не разрешил (и не мог решить) задачи определения статической емкости системы в общем случае. Таким образом каждый из этих методов должен иметь определенный источник погрешностей, ограничивающих его применимость теми случаями, в которых ошибки остаются в допустимых пределах.

Рассмотрим, к чему сводится самая задача вычисления емкости системы. Пусть заряд рассматриваемой системы (антенны) будет Q , потенциал ее при этом V . Тогда искомая емкость равна

$$C = \frac{Q}{V}. \quad (1)$$

¹⁾ Prof. G. W. O. Howe. *The Electrician*. LXXIII, pp. 829, 864, 906, 1914; LXXV, p. 870, 1915; LXXVII, p. 761, 1916.

См. изложение метода Хоу: Вл. Гуров. *Титбп* №№ 3 и 4, 1918.

Заряд Q может быть задан произвольно, но он должен быть так распределен по антенне, чтобы потенциал ее во всех точках был постоянной величиной. При заданном распределении зарядов потенциал системы выражается суммой ряда членов вида

$$V = \sum \frac{q_k}{r_{ik}} \text{ или } \int \frac{dq}{r}$$

и теоретически может быть вычислен с любой степенью точности. Однако мы не имеем прямых способов нахождения такого равновесного распределения зарядов. Можно произвольно задать некоторое распределение и попробовать, не получится ли при нем постоянство потенциала. Для подавляющего числа практических случаев такими пробами можно лишь с большим трудом подойти к каким-нибудь удовлетворительным приближенным картинам. Лишь для симметричных систем легко сразу задать правильное распределение зарядов, например: для сферы, коаксиальных цилиндров, плоского конденсатора и т. п. Указанным и обуславливается невозможность определения статической емкости системы в общем случае.

3. *Метод Хоу*.—Проф. Хоу предлагает следующим образом обойти указанное основное затруднение при вычислении емкости антенн. Задаем равномерное распределение заряда по антенне. Вычисляем при этом условия потенциалы отдельных точек, которые будут неодинаковы. Определяем средний потенциал для них и находим емкость, как отношение всего заряда антенны к найденному среднему потенциалу.

Для оценки этого метода представим себе антенну разбитой на отдельные элементы

$$ds_1, ds_2, ds_3, \dots, ds_n$$

При действительном распределении заряда Q по антенне заряды этих элементов не равны, и мы имеем:

для ds_1 заряд равен dq ,

$$n \quad ds_2 \quad n \quad n \quad dq_2$$

• • • • •

для ds_n заряд равен dq_n .

Потенциал каждого из этих элементов определяется следующим образом:

$$V_i = \sum \frac{dq_k}{r_{ik}} = \text{const.} \quad (2)$$

Величина V должна быть одинаковой для всех элементов. Емкость антенны

$$C = \frac{1}{V} Q = \frac{1}{V} \sum dq_i = \sum \frac{dq_i}{V} = \sum dc_i. \quad (3)$$

Емкость антенны мы можем рассматривать, как сумму емкостей отдельных элементов ее, причем емкость каждого элемента

$$dc_i = \frac{dq_i}{V}$$

или

$$dc_i = \frac{dq_i}{\sum \frac{dq_i}{r_{ik}}} = \frac{1}{\sum \frac{dq_k}{dq_i} \frac{1}{r_{ik}}} \quad (4)$$

Емкость

$$C = \sum dc_i = \sum \frac{1}{\sum \frac{dq_k}{dq_i} \frac{1}{r_{ik}}}, \quad (5)$$

где n —число элементов, в пределе бесконечно большое. Формула (5) представляет строгое выражение для емкости системы; она показывает, что для вычисления емкости требуется знание распределения зарядов, т.-е. величин dq_k / dq_i .

Согласно метода Хоу принимаем заряды всех элементов равными (dq), но потенциалы их будут различны, а именно:

$$\begin{aligned} \text{для } ds_1 \text{ потенциал } V_1 &= dq \sum \frac{1}{r_{1k}} \\ \text{для } ds_2 \text{ потенциал } V_2 &= dq \sum \frac{1}{r_{2k}} \\ &\dots \dots \dots \\ \text{для } ds_i \text{ потенциал } V_i &= dq \sum \frac{1}{r_{ik}} \end{aligned} \quad (6)$$

Средний потенциал будет

$$V_{cp} = \frac{1}{n} dq \sum \sum_{ik}^n \frac{1}{r_{ik}}. \quad (7)$$

Полный заряд

$$Q = ndq,$$

а, следовательно, емкость по методу Хоу

$$C_n = \frac{n^2}{\sum \sum_{ik}^n \frac{1}{r_{ik}}}; \quad (8)$$

n есть число элементов, которое в пределе равно бесконечно большому.

Сравнение истинного выражения емкости (5) и приближенного значения, полученного по методу Хоу, показывает двоякое их различие: первое определяется неравномерным распределением заряда, т.е. дробями dq_k/dq_i ; второе — различной формой суммирования слагаемых вида $1/r_{ik}$. Мы можем отдельно оценить значение каждого из этих отступлений формулы (8) от истинной (5).

В качестве первого приближения к формуле (5) мы могли бы взять другую (9), опустив дроби dq_k/dq_i , т.е. положить

$$C_1 = \sum \sum_{ik}^n \frac{1}{r_{ik}}. \quad (9)$$

Смысл этого приближенного значения емкости следующий. Мы допускаем равномерное распределение зарядов для рассматриваемой системы (в нашем случае антенны). При таком допущении потенциал некоторого элемента ds_i будет:

$$V_i = dq \sum \frac{1}{r_{ik}}, \quad (6)$$

как и при выводе формулы (8). Но далее, вместо определения среднего потенциала, находим емкость рассматриваемого элемента

$$dc'_i = \frac{dq}{V_i} = \frac{1}{\sum \frac{1}{r_{ik}}}. \quad (10)$$

За емкость всей системы принимаем

$$C_1 = \sum_i dc'_i = \sum_i \frac{1}{\sum_{ik} \frac{1}{r_{ik}}} \quad (9)$$

Ошибка, которую мы делаем, пользуясь формулой (9), определяется лишь погрешностями в вычислении емкости отдельных элементов, т.е. ошибками в формулах (10). Определение полной емкости C_1 на основании значений dc_i не вносит новой погрешности.

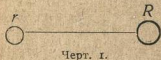
Напротив, при суммировании, погрешности в определении емкости отдельных элементов отчасти компенсируются. Кроме того, эти погрешности сами по себе относительно невелики. В формуле (10) наибольшее значение имеют те члены сумм, для которых r_{ik} имеет наименьшие значения, т.е. наибольшее влияние на потенциал данного элемента системы имеет его собственный заряд и заряды ближайших к нему элементов. Но в рассматриваемых нами системах (антеннах) распределение зарядов непрерывное, и, следовательно, плотность зарядов лишь медленно изменяется при переходе от данного элемента к остальным. Следовательно, отношение dq_k / dq_i тем ближе к единице, чем меньше r_{ik} , т.е. чем большее влияние на значение dc_i имеет элемент ds_k . Отсюда следует, что, вводя лишь допущение о равномерном распределении зарядов, в определении емкости каждого элемента антенны мы делаем относительно небольшую ошибку.

Как указано, при суммировании емкостей отдельных элементов эти ошибки отчасти компенсируются. В самом деле, при неравномерном в действительности распределении заряда, плотность его вокруг некоторого данного элемента будет или возрастать, или убывать, или оставаться неизменной. Допуская равномерное распределение заряда, мы в первом случае будем вообще получать для рассматриваемого элемента потенциал меньше истинного, во втором — больше и в третьем близкий к истинному. Соответственно, емкости элементов будут получаться большими, меньшими или равными истинным. Очевидно, в среднем ошибки будут отчасти компенсировать друг друга. При этом нет оснований утверждать, что результирующая погрешность должна быть значительной и иметь всегда один знак.

Таким образом первое из отмеченных различий формулы (5) — истинной и формулы (8), к которой приводит метод Хоу, само по себе не столь существенно; опущение величин dq_k / dq_i , т.е. допущение равномерного распределения заряда, едва ли требует компенсации другим каким-либо допущением. Поэтому второе различие формул (5) и (8), т.е. различный порядок суммирования, обусловленный определением среднего потенциала в методе Хоу, и является главным источником ошибок этого метода.

Исходя из формулы (6), мы далее по Хоу определяем не емкости каждого элемента, а средний для всех элементов потенциал. При этом наибольшее значение получают элементы с наибольшим потенциалом, т.е. те, емкость которых наименьшая. Чем больше разница между потенциалами отдельных элементов, тем большее значение приобретают элементы с большими потенциалами, т.е. с малыми емкостями.

Для более ясного представления основного недочета метода Хоу берем следующий утрированно-грубый пример. Применим метод Хоу к системе из двух соединенных между собою шариков радиусов r и R (черт. 1). Допустим для простоты, что влиянием



их друг на друга можно пренебречь. Для определения емкости этой „системы“ полагаем, что между шариками распределен заряд таким образом, что заряд каждого будет равен Q .

Потенциал первого будет

$$v_1 = \frac{Q}{r},$$

второго

$$v_2 = \frac{Q}{R}.$$

Поступая по методу, который приводит к формуле (9), мы нашли бы емкость всей системы следующим образом.

Емкость первого элемента будет

$$c_1 = Q : v_1 = r,$$

второго

$$c_2 = Q : v_2 = R.$$

Полная емкость будет

$$C_1 = c_1 + c_2 = R + r.$$

По методу Хоу мы должны найти средний потенциал; он будет

$$v_{cp} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{Q}{2} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right).$$

Полный заряд равен $2Q$ и следовательно емкость „по Хоу“ будет

$$C_n = 2Q : v_{cp} = \frac{4}{\frac{1}{r} + \frac{1}{R}}.$$

Если $r = R$, то в обоих случаях

$$C_1 = C_n = 2r.$$

Если же $R \gg r$, напр., $R = 10r$, то

$$C_1 = 11r; C_n = 3,65r.$$

Мы видим, что в методе Хоу суммирование некоторых величин заменено обратной величиной суммы их обратных значений: сумма емкостей обратной величиной суммы потенциалов. Как показывает пример, метод Хоу должен приводить к емкости меньше истинной. Это справедливо во всех случаях, причем емкость по методу Хоу будет тем меньше истинной, чем менее равномерно распределяется заряд по антенне, чем больше колебания в плотности заряда.

Во многих случаях, однако, действительная неравномерность в распределении емкости по главным частям антенны сравнительно невелика; это сказывается при вычислении по методу Хоу в небольших сравнительно колебаниях потенциала для отдельных участков антенны. В этих случаях метод Хоу должен давать достаточно удовлетворительные результаты тем более, что он весьма тщательно учитывает взаимные влияния отдельных частей антенны и земли. Эта тщательность учета всех влияний и отсутствие в действительных антеннах особенно резких колебаний удельной емкости и делают метод Хоу пригодным для большей части практических случаев, причем все же полезно иметь в виду указанный основной теоретический недочет его.

4. *Метод проф. М. В. Шулейкина.*—Исходя из форм. (9), можно прийти к методу для определения статической емкости, хотя и не строгому, но повидимому более точному, чем метод Хоу. Как указано было, сущность этого метода заключается в допущении равномерного распределения заряда, вычислении при этом предположении потенциала, а затем емкости каждого элемента (форм. 10), и наконец суммировании этих элементарных емкостей.

К сожалению, метод этот приводит к функциям, не поддающимся интегрированию в конечном виде. Для его практического применения следовало бы вычислить и построить расчетные кривые, подобно тем, какие дает проф. Хоу.

Но указанный метод можно применять и в более простой форме, пользуясь приближенными формулами для вычисления емкости отдельных частей антенны и затем суммируя эти слагаемые. Этот способ вычисления приближается к методу, предложенному профессором Шулейкиным¹⁾.

¹⁾ М. В. Шулейкин. О радиостанциях. ТГТбп № 1, стр. 24. 1918.

Проф. Шулейкин вычисляет отдельно емкость горизонтальных и вертикальных частей антенны, складывая затем обе величины. При расчете влияние земли на емкость каждой части учитывается, взаимное же влияние вертикальных и горизонтальных частей не принимается во внимание. Метод вычисления емкости следующий.

М. В. Шулейкин также исходит из допущения равномерного распределения заряда. Определя потенциал некоторой точки, он находит емкость, как частное по общей формуле

$$C_s = \frac{Q}{v_a} \quad (11)$$

Но при допущении равномерного распределения заряда потенциалы отдельных точек не равны. Поэтому значение емкости по методу Шулейкина весьма сильно зависит от точки, потенциал которой (v_a) берется для нахождения C_s .

При определении емкости одного горизонтального или одного вертикального провода М. В. Шулейкин берет среднюю точку. В первом случае это точка с повышенным потенциалом, так что получается емкость меньшая действительной. Во втором случае имеем обратный результат. Для сложных антенн М. В. Шулейкин исходит из потенциала средней точки крайнего провода. В большинстве случаев этот потенциал ниже среднего для всей антенны, так что емкость системы должна получаться больше действительной. Эта разница должна еще возрасти в силу того, что не учитывается взаимное влияние горизонтальной и вертикальной части антенны, так как это влияние уменьшает в действительности емкость каждой части. Таким образом следует ожидать, что метод проф. Шулейкина будет приводить к значениям емкости большим истинного.

Действительно, в одном из приведенных примеров¹⁾ имеем след. результаты. Антенна из 10 горизонтальных проводов должна иметь емкость по расчету Хоу 927 см, по расчету Шулейкина 983 см, а в действительности имела 945 см.

В остальных примерах, приводимых проф. Шулейкиным, расчетная емкость оказалась меньше измеренной. Это может служить лишь показателем того, что рассчитываемые нами „идеализированные“ формы антенн во многих случаях весьма далеки от действительности. Особенно значительно искажающее влияние мачт, такелажа и окружающих предметов, которое обычно не учитывается при расчетах.

5. *Заключение.* Мы видим, что едва ли имеются более или менее строгие формулы или методы для расчета емкости сетей. Ввиду этого можно оправдать, особенно с точки зрения практических удобств, пользование сравнительно простыми полуэмпирическими формулами,

¹⁾ М. В. Шулейкин. I. с. стр. 32.

как формулы Аустина¹⁾, Эттенрейха²⁾ и др. Следует лишь иметь ввиду, что эти формулы имеют еще более ограниченную область применимости, чем рассмотренные выше методы. Во всех случаях полезно, хотя бы приблизительно, оценить возможное влияние на результат недочетов самого примененного метода расчет, и воспользоваться для контроля результата данными промеренных подходящих по типу сетей.

Ленинград. Июнь, 1924 г.

Новая конструкция трубки Брауна.

Б. Остроумов.

Всякий, кому приходилось иметь дело с обычными типами трубок Брауна, знает те технические затруднения, с которыми приходится бороться, и которые препятствуют этому прибору для изучения эл. колебаний, весьма совершенному по идее, получить широкое распространение. Не удивительно, что накопилась значительная литература, относящаяся к работам с трубкой Брауна; но каждый исследователь в зависимости от своей специальной задачи и применительно к своей технической обстановке все свое внимание обращал лишь на отдельные дефекты прибора и указывал способы устранения только их, не пытаясь поставить вопрос шире.

В Нижегородской Радиолaborатории автором этой статьи была сделана попытка конструировать такую модель трубки Брауна, которая могла бы служить по возможности гибким прибором для решения различных вопросов из области радиотехники и была бы свободна от главнейших недостатков обычных образцов.

Технически пригодная трубка должна удовлетворять следующим условиям:

- 1) Она должна быть переносной и легко ориентироваться в любом направлении, чтобы мощные переменные поля современных передатчиков не искажали бы работы (очевидно, что работать на насосе, как это делали до сих пор большинство исследователей, больше уже нельзя).
- 2) Пятнышко флуоресценции должно быть возможно меньших размеров и возможно ярче.
- 3) Оно должно стоять абсолютно неподвижно на экране и не чувствовать ползучих зарядов, появляющихся на поверхности стекла трубки.
- 4) Скорости электронов в потоке катодных лучей не должны быть

1) Austin. Proc. Inst. Rad. Eng. 8, 1920, p. 164.

2) Ettenreich. I. d. dr. T. u. T. 20, 1922, p. 180.

велики, чтобы чувствительность прибора не оказалась слишком малой, но достаточны однако для возбуждения флуоресценции экрана.

5) Скорости эти должны быть по возможности одинаковы у всех электронов и изменяться по желанию в широких пределах.

6) Пустотность должна быть очень высокой для того, чтобы при электростатических измерениях между отклоняющими пластинками не существовало бы ионной проводимости, значительно искажающей картину на экране.

7) Экран должен быть достаточно чувствительным, должен давать синее фотографическое свечение (без остаточной фосфоресценции) и позволять легкое отсчитывание точек осциллограммы.

Трудно удовлетворить всем этим условиям одновременно. Только после целого ряда предварительных пробных конструкций, которые удалось осуществить и проверить исключительно благодаря благоприятным техническим условиям работы в Нижегородской Радиолaborатории, весной текущего года оказалось наконец возможным изготовить прибор пригодный для технических целей.

Баллон новой трубки составлен из двух соединенных вместе цилиндрических баллонов от катодных реле на 150 и 500 ватт типов, выработанных Нижегородской Радиолaborаторией, диаметрами в 8 и в 12 см, дающих общую длину трубки приблизительно в 65—70 см. Разрез его изображен на черт. 1 (стр. 388). В широкий цилиндр впаивая полупрозрачный флуоресцирующий экран *а а* на слюдяной пластинке, окруженной металлическими ободками с выводом в точке *б*. Он позволяет фотографировать аппаратом, расположенным по оси трубки со стороны противоположной катоду.

Со стороны, обращенной к катоду, слюда платинирована и покрыта по платине слоем флуоресцирующего вещества, изготовленного в Государственном Физико-Техническом Институте под руководством профессора Ю. В. Вульфа. Вещество это флуоресцирует достаточно ярким синим светом, но к сожалению оказывается чувствительным к сильному нагреванию, выделяя, повидимому, при этом пары воды и переставая светиться, что не позволяет прогревать баллон при откачивании воздуха до высокой температуры и затрудняет достижение необходимой пустотности. Только новый способ получения и сохранения высокого вакуума, разработанный М. А. Бонч-Бруевичем, дал возможность преодолеть это затруднение.

С другой стороны экрана на слюде нанесена китайскою тушью координатная сетка, позволяющая учитывать те искажения в изображениях, которые обуславливаются неправильным преломлением света при прохождении его через заднюю закругленную стенку баллона.

В узкий конец баллона впаивается так называемая „ножка“ от 500-ваттного катодного реле Н. Р. Л., снабженная однако вместо трех, шестью впаиваемыми *с, d, e, f, g, h*, каждый в особом стеклянном отростке. На ней смонтирована вся излучающая электроны система и две пластинки для электростатического отклонения. На черт. 1 все впаивания изображены

в одной плоскости, на самом-же деле два многоамперных впаи для питания накаливаемого катода, c и d , находятся в середине, а остальные четыре e, f, g, h в стеклянных ножках окружают их звездочкой и поддерживают со всех сторон стеклянный баллончик, надевающийся на среднюю часть ножки и несущий на себе в свою очередь четыре стеклянных стерженька k , к которым и прикрепляются отклоняющие пластинки l из алюминия, соединенные со впаями e и f на ножках.

В горлышко этого баллончика со стороны экрана вставлен анод в виде алюминиевого цилиндра длиной 25 мм и диаметром 9—8 мм, соединенный со впаем g . Внутри баллончика на расстоянии 8—10 мм от анода располагается второй вспомогательный анод из пластинки молибдена в виде диска с отверстием в 1 мм в среднем, соединенный со впаем h . Этот диск со стороны катода защищен пластинкой слюды, плотно к нему прилегающей и оставляющей обнаженным лишь небольшой участок молибдена около самого отверстия.

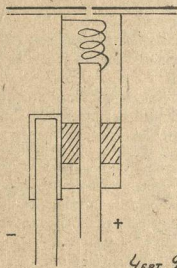
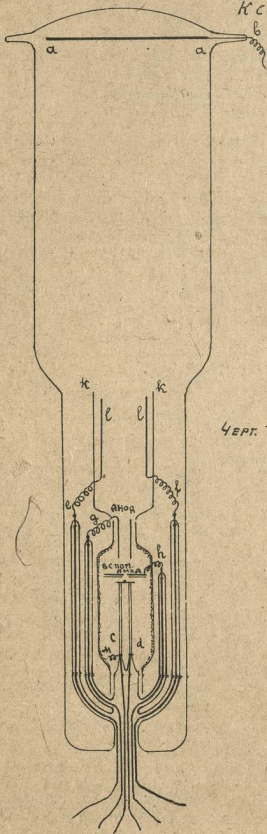
Весь баллончик изнутри платинирован, и слой платины легким алюминиевым проводничком m соединен со впаем катода c , так что вся внутренняя поверхность его, заключающая в себе катод, вспомогательный анод и часть главного анода, образует как бы фарадеевский цилиндр, находящийся под постоянным отрицательным потенциалом. Это совершенно исключает электростатическое влияние извне на поток электронов, пока он с большой скоростью не вылетит из наружного конца анода, и обеспечивает полную неподвижность пятна на экране. Ранее пытались с успехом придавать форму фарадеевского цилиндра аноду, но при этом много электронов задерживается анодом, и лишь небольшая доля их долетает до экрана.

За вспомогательным анодом на расстоянии от него менее 1 мм находится укрепленный на впаих c и d катод типа Кулиджа или Венельта с некоторыми видоизменениями, причем повидимому следует отдать предпочтение последнему.

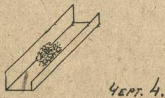
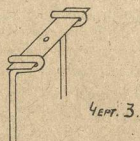
Катод Кулиджа состоит из цилиндрической, установленной по оси трубки, вольфрамовой спирали, диаметр которой больше диаметра отверстия во вспомогательном аноде, так что яркие прямые световые лучи от нее не могут сквозь отверстие попадать на экран. Спираль окружена молибденовым цилиндром, почти вплотную подходящим к слюде вспомогательного анода (см. черт. 2); свет ее почти не мешает работать. Катод такого устройства довольно удобен и позволяет хорошо регулировать мощность катодного потока, но к сожалению размеры пятна на экране оказываются больше, чем в случае катода Венельта, а свет от спирали, пробивающийся сквозь различные щели, несколько портит фотографии.

Лучшие результаты дает катод Венельта (черт. 3), состоящий из полоски тантала шириною в 1 мм и толщиной 0,1 мм, которая оказалась значительно прочнее платиновой и не требует для накала сильного тока (от 2,5 до 5 А). В середине этой полоски, как раз против отверстия

КЪ СТАТЬЕ Б. ОСТРОУМОВА.



ЧЕРТ. 1.



вспомогательного анода, маленьким пунсоном ($d = 0,4-5$ мм) делается цилиндрическое углубление около 0,05 мм и заполняется смесью солей бария и кальция. Они держутся в нем довольно прочно и дают мощный электронный поток из одной точки. Хорошие результаты дает и платиновый катод, сделанный из прямоугольной платиновой пластинки толщиной 0,03 мм с отверстием посредине, сложенной в виде бумажки для аптекарских порошков и заключающей внутри указанные выше соли, выбрасывающие электроны сквозь отверстие в платине (черт. 4). Однако платиновые катоды гораздо нежнее танталовых. Они при нагревании иногда искривляются и не дают поэтому электронам надлежащего направления.

Таким образом эта модель трубки Брауна напоминает несколько катодный осциллограф Джонса, изготовляемый Western Electric Co., но имеет, по видимому, перед ним некоторые преимущества.

Поток электронов вызывается из накаливаемого тела небольшою, легко регулируемою, разностью потенциалов от 5 до 100 вольт между катодом и вспомогательным анодом. Он устремляется в отверстие последнего, где к нему присоединяются еще вторичные электроны от краев отверстия. Таким образом в отверстии вспомогательного анода образуется довольно плотное облачко электронов с небольшими средними скоростями, на которое уже начинает действовать притяжение главного анода. Оно сообщает всем электронам приблизительно одинаковые ускорения по оси трубки. Очевидно, чем больше будет плотность объемного заряда в отверстии и чем меньше средние скорости составляющих его электронов, тем однороднее будет катодный поток в трубке, и резче получаемые изображения. Меняя накал катода и потенциал вспомогательного анода, мы в довольно широких пределах можем управлять состоянием объемного заряда. При этом роль вспомогательного анода аналогична роли сетки катодного реле.

К сожалению, скорости электронов в отверстии оказываются все же довольно большими и направленными в разные стороны. Поэтому пучек катодных лучей в трубке оказывается расходящимся и требует сжимающего магнитного поля по оси, чтобы свести его в одну ярко светящуюся точку на экране. Для этого целесообразно пользоваться двумя катушками, которые в лабораторной практике автора получили названия: „электромагнитной линзы“, надеваемой около самого анода и делающей расходящиеся катодные лучи приблизительно параллельными, и „заострителя“, помещаемого вблизи экрана и собирающего их в яркую точку, размерами иногда менее 1 мм.

Пользоваться для собирания пучка лучей остаточными следами газа, как в осциллографе Джонса, оказывается не всегда удобным, вследствие проводимости трубки и некоторых затруднений в управлении потоком. Трубки с максимальной пустотностью давали лучшие результаты, что и заставило прибегнуть к способу обезгаживания М. А. Бонч-Бруевича.

Тщательно приготовленная трубка работает часами, давая совершенно спокойные изображения, как при магнитном, так и при электростатическом отклонении, потому что получающийся при этом заряд экрана стекает по слою платины на слюде. Чувствительность ее при напряжении на аноде в 1200 вольт и расстоянии между отклоняющими пластинками в 30 мм характеризуется смещением пятна на экране приблизительно на 15 мм при соединении пластинок с полюсами батареи в 80 вольт, в зависимости, конечно, от силы тока в „линзе“ и „заострителе“ и их расположения. Она вполне достаточна для решения большинства вопросов по изучению радиопередатчиков.

Не представляет затруднений ввести в трубку еще пару отклоняющих пластинок, но, усложняя конструкцию, это вносит новые источники искажений фигур на экране и для большинства работ оказывается совершенно излишним. Для отклонения луча перпендикулярно электростатическому отклонению можно воспользоваться переменным магнитным полем самого изучаемого передатчика или применить электромагнитное отклонение от вспомогательного контура.

В заключение автор считает своим долгом выразить свою глубокую благодарность заведывающему вакуумным отделом Нижегородской Радиолaborатории, инженеру Г. В. Путятину за содействие при изготовлении трубок описанной конструкции и при выполнении подготовительных работ, и профессору Ю. В. Вульфу за любезно предоставленное им вещество для флуоресцирующих экранов.

Нижегородская Радиолaborатория
им. В. И. Ленина.
25. VIII. 1924.

Метод исследования магнитных спектров телеграфных проволок.

Н. А. Никитин.

Еще в 1853 году Вильям Томсон, столетие дня рождения которого исполнилось недавно, дал свою общеизвестную формулу

$$T = 2\pi\sqrt{LC}, \quad (1)$$

выражающую период колебательного контура при достаточно малом его сопротивлении переменному току. Метод томсоновского контура является весьма плодотворным при научно-технических исследованиях и, воспользовавшись им, „последователи Томсона получили и получают множество новых результатов, новых ответов на новые вопросы все далее развивающейся телеграфии, телефонии и вообще электротехники

и радиотехники¹⁾. В настоящее время к этому перечню присоединяется новая область магнитной спектроскопии.

В самом деле доселе томсоновский контур по преимуществу использовала радиотехника, тщательно избегая при том включения железных проводников в колебательную цепь, как ухудшающих остроту настройки и увеличивающих потери энергии.

Однако, тот же томсоновский контур, изготовленный надлежащим образом из магнитного материала, дает возможность исследовать ход магнитной проницаемости в зависимости от частоты тока, т.-е. получать магнитные спектры испытуемого вещества. Принципиальные основания этого следующие.

Сопrotивление железной проволоки r' току высокой частоты (отнесенное к 1 см длины) есть функция магнитной проницаемости материала²⁾:

$$r' = \frac{1}{cR} \sqrt{\frac{\mu_k}{\sigma T}} \quad (2)$$

Здесь R — радиус, μ_k — кажущаяся проницаемость и σ — электропроводность проволоки, T — период, а $c = 3.10^{10}$ см/сек.

С другой стороны самоиндукция L , входящая в (1) состоит, вообще говоря, из двух частей — внешней самоиндукции проволок L_0 и внутренней L_i , так что

$$L = L_0 + L_i \quad (3)$$

Последний член этой формулы обыкновенно при практических расчетах не принимается во внимание, по причине его малости; он как и r' , тоже зависит от материала проводника, и теория дает для 1 см длины проволоки следующее выражение:

$$L_i = \frac{c}{2\pi R} \sqrt{\frac{T\mu_n}{\sigma}} \quad (4)$$

в котором все буквы имеют то же значение, что ранее, а μ_n есть кажущаяся проницаемость другого рода.

Формулы (2) и (4) показывают, что μ_k и μ_n (связанные определенным образом с истинной проницаемостью μ и магнитной проводимостью ρ) зависят от частоты. Таким образом, измеряя для различных

¹⁾ Проф. В. К. Лебединский. „Вильям Томсон, Лорд Кельвин“. Ленинград 1924, изд. Академии Наук.

²⁾ Проф. В. К. Аркадьев. „Магнитная спектроскопия“. Москва, 1924. Труды Г. Э. Э. И. *W. Arkadiev. Phys. ZS. 14, p. 928, 1913.*

T соответствующие r' и L_i , можно получить спектры кажущихся проницаемостей $\mu_k = f(T)$ и $\mu_n = \varphi(T)$.

Для этой цели к переменному градуированному конденсатору C (черт. 1 стр. 393) присоединяются проволочные контуры в виде буквы П—одни из железа, другие из меди, тождественные по своим размерам и форме. Возбуждая катодным генератором переменную эдс E в таких контурах, получим, при настройке на резонанс, ток силы I в железном контуре; а если железный прямоугольник будет заменен медным с сопротивлением r'_1 , то сила тока при резонансе в медном контуре I_1 будет связана с E и r'_1 соотношением

$$I_1 = \frac{E}{r'_1}. \quad (5)$$

Отсюда ясно, что силы токов при резонансе в том и другом контуре, если связь с генератором, а значит и эдс, останется неизменной, будут обратно пропорциональны сопротивлениям, и, следовательно,

$$r' = r'_1 \frac{I_1}{I}. \quad (6)$$

Итак дело сводится к определению отношения I_1/I , которое может быть заменено отношением сил токов, I_1/I , показываемых термoelementом с гальванометром, или детектором с гальванометром. Необходимо оговориться, что применение детектора законно лишь тогда, когда—как в нашем случае—это отношение сил токов близко к единице.

Те же параллельные проволоки в виде буквы П, которые пригодны для нахождения r' , а по нему и μ_k , могут дать и спектр μ_n . Действительно теория³⁾ дает формулу

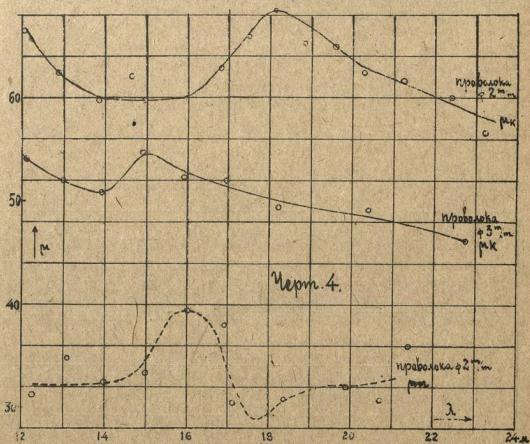
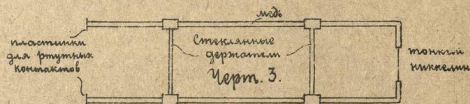
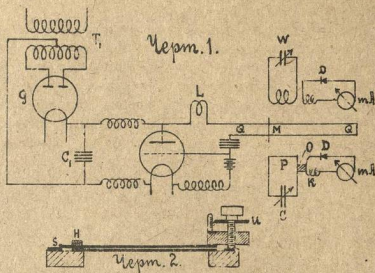
$$V_{\mu_n} = \frac{\pi R}{c} \sqrt{\frac{c}{L}} (L - L_1) + \sqrt{\frac{c}{\alpha_1}}, \quad (7)$$

связывающую μ_n с разностью самоиндукций железного и медного контура, отнесенной к 1 см длины; в этой формуле L_1 и α_1 обозначают самоиндукцию и электропроводность меди.

Измерения были произведены с установкой, схематически изображенной на черт. 1. QQ представляют переменную самоиндукцию лампового генератора сверхвысокой частоты мощностью в 250 ватт.

Точный волномер W (в пределах 9—65 метров) был калиброван по лехеровской системе в лаборатории В. В. Татарина в Нижегородской Радиолaborатории.

³⁾ Аркадьев. „Магнитная спектроскопия“, стр. 41.



Устройство переменного конденсатора C показано на черт. 2. Он состоит из латунных пластинок, раздвигающихся на петлях S винтом U с подразделенной головкой и счетчиком оборотов. Ртутные чашечки H служат для присоединения медных или железных контуров. При изготовлении последних было принято во внимание, что сопротивление и самоиндукция у железного контура, вообще говоря, больше, чем у медного. Поэтому при замене железного контура медным, или наоборот, режим резонатора немедленно изменится. Во избежание этого в медный контур впаивалось добавочное сопротивление r_n из тонкой никкелиновой проволоки (черт. 3), длина и диаметр которой подбирались так, чтобы и сопротивление, и самоиндукция медного контура делались бы приблизительно такими же, как у железного.

Сургучный останов O удерживал железные и медные контуры, заменявшие один другого, всегда на одинаковом расстоянии от катушки K апериодической цепи, в которую были включены детектор и гальванометр.

Отношение i/i находилось при попеременной замене медного прямоугольника железным и обратно: величина r'_1 , входящая в (6), бралась из специально составленных таблиц, подобных таблицам Ценнека¹⁾, а прочие величины, необходимые для вычисления μ_k по (2), определялись обычными приемами. Так строился спектр μ_k .

При нахождении разности $L - L_1$, определяющей μ_n , L_1 вычислялось по существующей для данной формы контура формуле, а L находилось по (1), т. к. всегда были известны период T , даваемый волномером, и емкость конденсатора C по графику его градуировки. Таким путем находились μ_n для разных T .

Результаты измерений в полях силой около 0,04 гаусса приведены в таблице I и II.

ТАБЛИЦА I.

Неотожженная проволока, $2R = 2,0$ мм, обыкновенная продажная. Удельное сопротивление $13,25 \cdot 10^{-6}$.

λ_{cm}	1210	1293	1384	1465	1499	1590	1680	1749	1817	1883	2027	2123	2236	2319
μ_k	66,6	62,3	59,7	62,0	59,6	59,7	62,9	66,1	68,3	65,2	62,3	61,7	60	56,5
λ	1225	1310	1400	1500	1600	1690	1710	1765	1840	1990	2070	2140		
μ_n	31,5	35	32,5	33,5	39,5	38	30,5	29	31	32	31	36		

1) Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegr., p. 994.

ТАБЛИЦА 2.

Неотожненная проволока, обыкновенная, продажная, диаметром $2R = 3,3$ мм. Удельное сопротивление $13,54 \cdot 10^{-6}$.

λ_{cm}	1212	1297	1387	1491	1590	1693	1822	2037	2237	2275
μ_k	54	52	50,7	54,8	52,3	52	49,4	49,2	47,4	46

μ_k и μ_n , находящиеся в этих таблицах, определены первая с погрешностью примерно 8% и вторая—около 15% .

Настоящий способ отличается от других¹⁾ тем, что позволяет работать с небольшим количеством материала и применением преимущественно к толстым проволокам телеграфного типа. Равным образом он применим к стержням и лентам.

В заключение выражаю свою признательность проф. В. К. Аркадьеву за предложение разработать настоящий метод и за ценные указания, полученные автором во время ведения работы, а также Физическому Институту 1-го Моск. Университета за предоставление возможности выполнить ее.

Современные радиотелефонные приемники.

Инж. К. Н. Виноградов. Е. С. Е.

Широковещательные станции, возникающие повсюду, вызвали внезапный интерес к радиотелефонии в самых широких слоях населения; скоро, кажется, в Европе не будет деревни, не будет поселка, не обладающих одной или несколькими приемными установками.

Неисчислимое количество конструкторов строит и продает радиоприемники. В виду усиленного спроса качество этих приемников зачастую приносится в жертву скорости производства и количеству проданных аппаратов. Очень и очень многие из этих приборов построены наскоро и обладают крупными техническими и конструктивными недостатками.

Мы предлагаем в настоящей статье выяснить, каких недостатков должен избегать строитель, и какими качествами должен обладать

1) W. Arkadiew. Ann. d. Phys. 45, p. 113. 1914; 58, p. 105. 1919.

W. Kartschagin. Ann. d. Phys. 67, p. 325. 1922.

B. Wwedensky und K. Theodortschik. Ann. d. Phys. 68, p. 463. 1922.

хороший приемник. Затем мы ознакомимся с лучшими из современных приемников, рассматривая их с точки зрения изложенных принципов.

А. Общая конструкция.

Приемник должен быть прежде всего прочен, т.-е. все части его должны быть неподвижны одна относительно другой. Внутренние соединения и провода должны быть расположены и укреплены таким образом, чтобы была исключена всякая возможность коротких замыканий и плохих контактов. Мы обращаем особенное внимание на плохие контакты. Все контакты и соединения всюду, где только возможно, должны быть *спаяны*. Где пайка по каким либо причинам невозможна, контактные винты должны быть снабжены контргайками и завинчены до отказа. Все контакты при помощи частей, вращающихся друг относительно друга, должны быть зашунтованы мягкими проводами или тонкими часовыми пружинами. Нельзя упускать из виду, что всякое даже ничтожно малое нарушение цельности цепи вызывает изменение силы тока, усиливается приемником и создает шум в телефоне.

Приемник не должен бояться толчков и передвижений и должен быть столь же прочен, как обычный настольный телефон.

Приемник кроме того должен быть постоянен. Иными словами, он должен быть построен так, чтобы ни одна из составных частей его не изменялась под влиянием изменения атмосферных условий. В частности ни жара, ни холод, ни сырость не должны оказывать влияния на постоянные сопротивления приемника. Самоиндукции и емкости должны быть также предохранены от сырости. Особенное внимание должно быть уделено изоляции проводов, подводящих к анодам высокое напряжение. Напряжение это доставляется обычно батареей сухих элементов весьма незначительной емкости. Ток, пусть даже ничтожный, текущий в цепи беспрерывно вследствие недостаточной изоляции, способен в весьма короткое время истощить дорого стоящую батарею высокого напряжения (В. Н.).

Приемник должен быть прост в обращении. Всякий, даже мало знакомый с тайнами радиотелефонии, должен иметь возможность производить регулировку самостоятельно, после нескольких простых указаний. Заранее должны быть отброшены трех и четырех контурные схемы, излишние реостаты, кнопки и рукоятки. Все борны, внешние контакты и циферблаты должны обладать ясными и понятными указаниями: „Антенна“, „Земля“, „Первичная настройка“, „Усиление“, „Накал нити“, „Громкоговоритель“. Все „научные“ названия должны быть отброшены. Что говорит мало опытному любителю термин „Обратная связь“, или „Воздействие“, или „Реостат В. 4“?

Всякий приемник должен обладать таблицей, дающей положение отдельных указателей его для приема той или иной станции. Применение этой таблицы должно быть несложно и понятно.

Б. Электрическая схема.

Электрическая схема исполняет назначение приема. Не надо забывать, что приборы, предназначенные для широкой публики, в большинстве случаев попадают в руки людей малоопытных. Следовательно каждая лишняя регулировка не увеличивает, а уменьшает шансы хорошей работы приемника. Допустим лишь самый необходимый минимум выключателей, регуляторов, реостатов, переменных емкостей и т. п. Здесь, как и всегда, конструктор не должен забывать французской поговорки: „лучшее враг хорошего“.

Из вышесказанного ясно, что электрическая схема должна быть столь простой, сколь это совместимо с хорошим действием аппарата. В большинстве случаев аппарат в четыре лампы более, чем достаточен для приема всех широкоэвещательных станций.

Первая лампа служит связью между первичным и вторичным контурами, вторая служит детектором, две последние являются усилителями малой частоты. Как мы увидим из дальнейшего изложения большинство хороших современных приемников обладают схемами весьма близкими к изложенной.

Более подробно вопрос о различных схемах мы рассмотрим в дальнейшем при ознакомлении с различными приемниками, пока же ограничимся вышеприведенными общими соображениями.

В. Экономическая сторона.

Простота схемы связана с дешевизной приемника. Хотя дешевизна зависит еще в большей степени от характера производства, спроса и многих иных чисто экономических причин. Но если строитель не всегда имеет возможность повлиять на чисто экономические причины, одного он должен добиваться всеми силами, это экономической работы приемника. Это соображение относится главным образом к току В. Н., питающему аноды. Слишком высокое напряжение на анодах, передвигая характеристику ламп влево, поднимает рабочую точку вдоль по характеристике. Грубо говоря: потребление тока В. Н. пропорционально потенциалу батареи анода. Продолжительность же жизни этой батареи обратно пропорциональна силе тока. Отсюда ясно, что стоимость эксплуатации прибора прямо пропорциональна квадрату потенциала на аноде. При дальнейшем исследовании приемников мы не будем задевать этих соображений.

Перейдем теперь от выше изложенных соображений общего характера к описанию приборов существующих в данное время на международном рынке. Из них упомянем следующие приемники:

1) Четырехламповый приемник Бельгийского Радиоэлектрического Общества: „Ондолина“.

2) Четырехламповый приемник Французского Радиоэлектрического Общества: „Радиостандард“.

3) Двухламповый приемник Английского Общества Маркони: „Марконифон V 2“.

4) Трехламповый приемник Английского Общества Маркони: „Марконифон V 3“.

5) Двухламповый усилитель Бельгийского Радиоэлектрического Общества: „Стентор“.

6) Двухламповый усилитель Английского Общества Маркони: „Марконифон NB 2“.

„Ондолина“ Бельгийского Радиоэлектрического Общества.

Электрическая схема приемника дана на черт. 1 (стр. 399). Как мы видим, приемник принадлежит к четырехламповому типу. Первая лампа служит для связи первичного и вторичного контуров. Вторая лампа служит в качестве детектора. Третья и четвертая работают, как усилители малой частоты. Разберем схему последовательно раньше, чем перейти к рассмотрению конструктивных особенностей прибора.

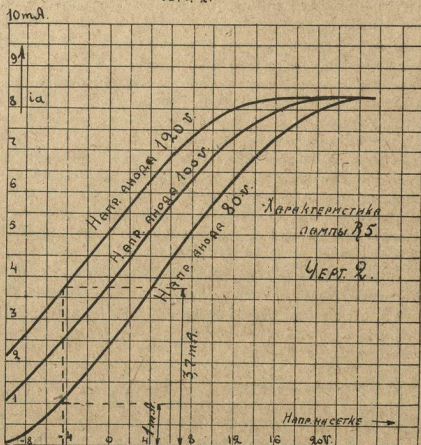
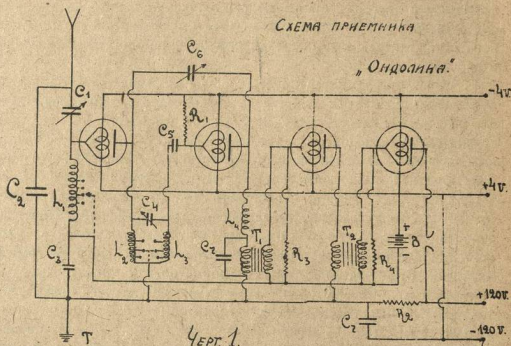
Первый контур.—Переменная емкость C_1 в две тысячных микрофарады и самоиндукция L_1 вместе с емкостями C_3 и C_2 создают первичный колебательный контур. Емкость C_3 равна 0,1 микрофарады. Переменная разность потенциалов, создаваемая пришедшими колебаниями на борнах самоиндукции L_1 , передается сетке первой лампы. Противоположный конец самоиндукции соединен с отрицательной ножкой волоска при помощи батарейки сухих элементов B в 4,5 вольта. Самоиндукция L_1 рассчитана для приема наиболее длинных волн (3500 мт) и состоит из четырех последовательно соединенных самоиндукций. Для приема станций с более короткими длинами волн более или менее большая часть самоиндукции L_1 замыкается на-коротко особым барабанным переключателем, изображенным для простоты лишь схематически на черт. 1.

Второй контур.—Колебания, усиленные первой лампой, передаются вторичному колебательному контуру. Последний состоит из самоиндукций L_2 и L_3 и переменной емкости C_4 . Положительный полюс батареи высокого напряжения присоединен к нейтральной точке между двумя самоиндукциями. Самоиндукции L_2 и L_3 рассчитаны на то, чтобы колебательный контур L_2, L_3, C_4 был пригоден для наиболее длинных волн (3500 мт). Для более коротких волн самоиндукции L_2 и L_3 симметрично замыкаются в большей или меньшей части накоротко, при посредстве вышеупомянутого барабанного переключателя. На черт. 1 переключатель изображен лишь схематически. Переменная разность потенциалов, создаваемая на борнах самоиндукции L_2 , передается с одной

К статье К. Н. Виноградова.

СХЕМА ПРИЕМНИКА

„Ондолинъ.“



стороны сетке второй лампы через емкость C_5 в 0,5 тысячных микрофарады, а с другой стороны положительному полюсу нити через посредство емкости C_7 в две микрофарады. Сетка второй лампы соединена с положительным полюсом нити при помощи сопротивления R_4 в пять мегомов.

Вторая лампа детектирует колебания. Анод этой лампы через посредство переменной емкости C_6 соединена с анодом первой лампы для создания обратной связи. Воздействие это облегчено присутствием сравнительно большой самоиндукции L_1 между анодом и положительным полюсом батареи высокого напряжения, последовательно с первичной обмоткой трансформатора T_1 . Вторичная обмотка его соединена с сеткой третьей лампы. Первичная обмотка зашунтована емкостью C_3 в $2 \cdot 10^{-3}$ микрофарады, вторичная обмотка может быть зашунтована сопротивлением R_3 в 40.000 омов для получения неискаженного и мягкого приема. Между третьей и четвертой лампой включен трансформатор T_2 . Вторичная обмотка трансформатора T_2 зашунтована сопротивлением R_1 в 250.000 омов. Для получения сильного приема сопротивление R_3 отключается. Для того, чтобы ток сетки не искажал приема, все сетки за исключением детекторной лампы приведены к отрицательному потенциалу — 4,5 вольта; вследствие этого лампы работают в области характеристики с нулевым током на сетки.

Телефон или громкоговоритель включается между анодом, четвертой лампы и батареей высокого напряжения.

Приемник этот предназначен для лампы обычного типа. Он одинаково хорошо работает с лампами Французского Радиотехнического О-ва „R5“, с лампами „Е“ О-ва Филипс и вообще со всякими лампами, требующими 4 V для накала нити и дающими нормальную характеристику при 60 — 100 вольтах напряжения на аноде. Мы приводим ниже характеристику лампы „R5“. Рассматривая эту характеристику (черт. 2), мы видим, что при рабочем напряжении в 120 вольт на борнах высокого напряжения и при отрицательном потенциале сеток в 4,5 вольта, в цепи анода каждой лампы будет течь ток близкий к 3,7 миллиамперам. Для четырех ламп это составит общий ток в 14,8 миллиампер, доставляемый батареей высокого напряжения. Незначительная емкость сухих элементов составляющих батарею В. Н., быстро истощающихся и стоящих весьма дорого, заставило конструкторов искать способ уменьшения этого тока.

Применение общей батареи в 80 вольт, с целью уменьшения тока. В. Н. было невозможно, ибо последняя лампа должна обладать напряжением не меньшим 120 вольт, чтобы иметь возможность работать на середине прямой части характеристики. Этого требует значительная амплитуда колебаний, доходящих до последней лампы. Применение двух батарей В. Н. было естественно непрактичным. Вопрос был решен конструкторами следующим образом. Между положительным полюсом батареи В. Н. в 120 вольт и анодами *трех первых* ламп было

включено сопротивление R_2 в 5.000 омов. Суммарный ток на аноды трех *первых* ламп, пробегаая по этому сопротивлению, создает падение потенциала $R I$, вычитающееся из напряжения батареи $B. H.$ В результате аноды первых трех ламп работают с напряжением равным всего 50—60 вольт, характеристика сдвигается вправо и ток на аноды соответственно уменьшается. Последняя же лампа попрежнему работает с полным напряжением.

Применение сопротивления R_2 является одной из особенностей настоящей схемы. Другой особенностью ее является полная невозможность возникновения незатухающих колебаний в контуре антенны. В самом деле, контур анода детекторной лампы связан не с первичным, а со вторичным контуром. Воздействие может быть сколь угодно сильным, колебания возникнут лишь во втором контуре, антенна же не будет излучать колебаний. В настоящее время когда число приемников в каждом населенном пункте растет не по дням, а по часам, последнее качество весьма и весьма ценно. В самом деле, плохо настроенный и излучающий колебания приемник способен отнять всякую возможность мало мальски сносного приема у всех соседних с ним приемных аппаратов. Вместо концерта, посылаемого ширококвещательной станцией, несчастные соседи такого излучающего приемника будут слышать лишь визг, свист, мяуканье, результат интерферирования между проходящими волнами и излучениями плохо сконструированного соседнего приемника. Сколько раз автору настоящих строк приходилось прекращать прием английских ширококвещательных станций, ибо не было возможности избавиться от назойливых свистов и визга. К счастью бельгийское и английское правительства принимают необходимые меры борьбы с подобными излучающими приемниками, запрещая их применение.

Возвратимся к нашему приемнику. Третьей особенностью его является то, что все контуры его электростатически изолированы как друг от друга, так и от окружающей среды. Сплошная металлическая оболочка покрывает все самоиндукции и трансформаторы. Механическое осуществление подобной фарадизации будет описано ниже, здесь же мы скажем, что подобная система необычайно облегчает настройку, уничтожая влияние собственной емкости тела наблюдателя и дает наибольшую остроту настройки.

Конструкция. — Перейдем теперь к рассмотрению внешней конструкции приемника.

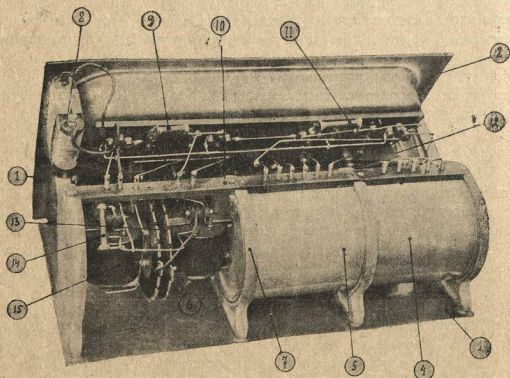
Все части приемника собраны на металлической ферме (1) (см. фот. на стр. 402). На передней стенке (2) этой фермы помещены регулировочные маховички — кнопки переменных емкостей C_1 , C_4 и C_6 , и маховик барабанного переключателя.

Все самоиндукции и трансформаторы заключены в алюминиевый цилиндр — кожух, разделенный на три части. В первой части (4) помещены самоиндукции L_1 первичного колебательного контура. Во второй части (5) заключены самоиндукции L_2 и L_3 вторичного колеба-

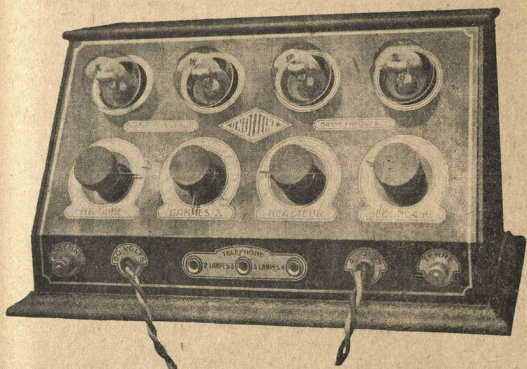
тельного контура. В третьей части (6), показанной на фотографии без покрывающего ее алюминиевого кожуха, заключена самоиндукция L_1 , трансформаторы T_1 и T_2 и сопротивление R_1 . Каждая часть цилиндра отделена от другой металлической перегородкой (7). Таким образом оба колебательные контура абсолютно фарадизованы равным образом, как и группа малой частоты (6).

Отличительной особенностью данного приемника является его металлическая конструкция. В самом деле во всем приемнике нет ни малейшего кусочка дерева. Все внутренние соединения аппарата спаяны между собой, все части аппарата металлически прикреплены к ферме (1) и составляют с ней одно целое.

Весь аппарат помещен в деревянный внешний ящик, видимый на фотографии след. стр. На передней стенке аппарата мы видим начиная слева: 1) рукоятку конденсатора первичного контура, 2) маховик переключателя, 3) регулятор обратной связи воздействия и наконец 4) маховик конденсатора вторичного контура. Каждый маховичек-кнопка снабжен указателем и циферблатом. Вверху помещены четыре приемных лампы. В нижней части передней стенки помещены: 1) в левом углу борн



Вид приемника „Ондолина“ с обратной стороны. 8—элемент в 4,5 вольта, приводящий сетки к отрицательному потенциалу; 9—сопротивление R_3 , шунтирующее вторичную обмотку первого трансформатора; 10—бакелитовые пластинки, несущие борны отдельных групп; 11—детектирующее сопротивление R_1 ; 12—переменная емкость первичного контура; 13—самоиндукция L_1 ; 14—сопротивление R_1 , шунтирующее вторичную обмотку второго трансформатора; 15—трансформаторы малой частоты.



Общий вид приемника „Ондolina“.

антенны, 2) в правом углу борн заземления T . В середине телефонные штепселя. На фотографии дан тип несколько отличный от описываемого в настоящей статье. Именно, вместо двух штепселей—одного для громкого приема и другого для тихого приема (со включенным сопротивлением R_2), на фотографии показаны три штепселя для приема на 2, 3 или 4 лампы. В типе, соответствующем описываемому, среднего штепселя не существует, и правый служит для громкого приема на четыре лампы, а левый для тихого приема на четыре-же лампы. Прилагаемые чертежи и фотографии достаточно подробны и позволяют ознакомиться с деталями конструкции. Текст, сопровождающий фотографию на предыдущей странице, позволит читателю разобраться в деталях, не указанных в настоящем описании.

Приемник подобного рода позволяет принять все станции между 175 и 3500 метрами длин волн. Пределы эти в настоящее время вполне достаточны для приема всех главных европейских широкоэмитательных станций.

Заканчивая описание приемника „Ондolina“, мы еще раз обращаем внимание читателя на исключительно металлическую конструкцию аппарата, являющуюся в настоящее время новинкой в радиотехнике.

Права перевода и воспроизведения принадлежат автору.

Дальнейшее исследование процессов в генерирующем контакте¹⁾.

О. В. Лосев.

Еще о влиянии температуры.—Действие температурного градиента.—Коэффициенты изменения сопротивления кристаллов с температурой.—Свечение карборундового контакта; площадь прикосновения.—Свечение цинкитного контакта.—Осциллограммы колебаний с цинкитным детектором.—Генерирующая характеристика оловянного камня.

В настоящей статье собрано еще несколько опытов, направленных к выяснению механизма действия генерирующего контакта. Эти опыты проделаны в связи со статьей Г. А. Остроумова²⁾, выдвинувшей свою точку зрения на объяснение механизма действия генерирующего контакта.

Как можно видеть из № 18 и 21 ТиТбп, моя точка зрения основывается на предположении о микроскопической вольтовой дуге, возникающей после точки i_0 характеристики (см. черт. 1 стр. 405; верхняя кривая) параллельно обладающему большим омическим сопротивлением контакту детектора³⁾. Однако электроды этой дуги не накалены, а имеют лишь нагретость порядка десятков градусов Цельсия. До точки i_0 (черт. 1) имеют место лишь *незначительные* электронные разряды, которые и отклоняют более или менее начальную часть характеристики от прямой линии. В № 18 ТиТбп дана теория, основанная на этом представлении⁴⁾.

1. **Еще о влиянии температуры.** Что контакт генерирующего детектора, во время его действия действительно нагрет крайне слабо, показывают серии характеристик, снятых с одной и той же генерирующей точки при различных нагреваниях ее извне; в моей статье ТиТбп № 18 приведены такие серии характеристик, но начерченные крайне не точно. Поэтому здесь приводятся в большом масштабе эти кривые, снятые с контакта „цинкит—стальная проволока“ в обе стороны (черт. 1); для удобства сравнения, разноименные ветви начерчены в одном и том же квадранте (положительные ветви т.-е. (+) на цинките обозначены кружками (O), отрицательные — крестиками (X)).

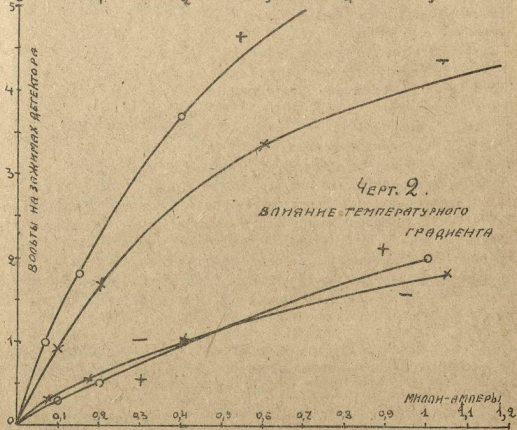
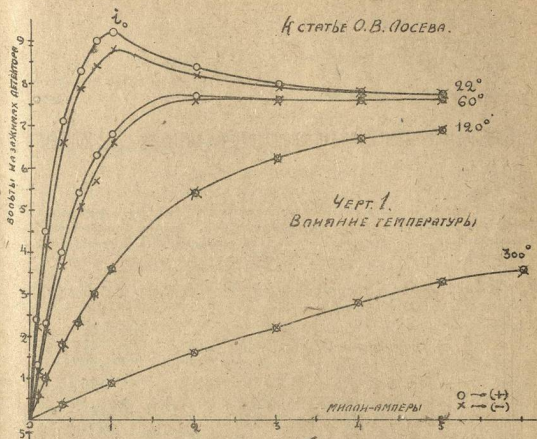
¹⁾ См. ТиТбп № 18, стр. 45 и № 21, стр. 349.

²⁾ Г. А. Остроумов, „К вопросу о генерирующем кристалле“. ТиТбп № 24, стр. 204.

³⁾ Численные значения этого сопротивления вычислены и приведены в ТиТбп № 18, стр. 52.

⁴⁾ Т. к. ТиТбп № 18 распродан, то желающие могут получить отдельный оттиск моей статьи от редакции ТиТбп.

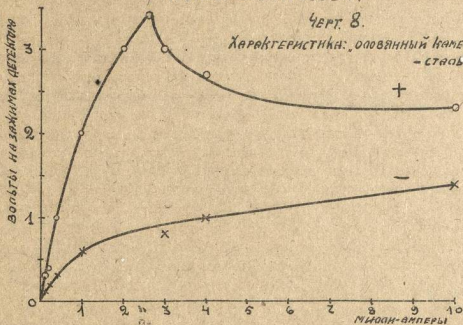
К статье О. В. Посева.



К СТАТЬЕ О. В. ПОСЕВА.

ЧЕРТ. 8.

ХАРАКТЕРИСТИКА: ОЛОВЯННЫЙ КАМЕНЬ —
— СТАЛЬ



ЧЕРТ. 3 bis.

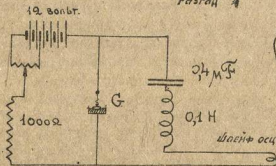
УВЕЛИЧЕНО В 218 РАЗ.

МЕТАЛЛИЧЕСКОЕ
КОНТАКТНОЕ
ОСТРИЕ

СВЕЧЕНИЕ
КРИСТАЛЛА

КРИСТАЛЛ
КОРБОРУНДА.

РАЗРЯД



ЧЕРТ. 7.

СХЕМА ДОПАСАНИЯ
ОСЦИЛЛОГРАММ

Из черт. 1 видно, что уже при нагревании генерирующего контакта внешним нагревателем на 60° форма характеристики сильно меняется — уменьшается отрицательное сопротивление (при охлаждении явления протекают в обратном порядке).

2. Действие созданного извне температурного градиента¹⁾. На черт. 2 приведены кривые, показывающие влияние температурного градиента, искусственно созданного извне нагревателем, помещенным вдоль контактной стальной проволоочки, *вдали* от цинкитного кристалла.

Здесь тепло к контакту почти исключительно подается через теплопроводность контактной проволоочки, благодаря чему создается температурный градиент от проволоочки к кристаллу. Кривые I — без нагревания извне; кривые II — с нагреванием, создавшим градиент; показаны лишь части характеристик до i_0 , где предлагаемая вниманию несимметричность больше всего. Видно, что, если создать искусственно температурный градиент, асимметрия положительной ветви по отношению к отрицательной изменяется в обратную сторону (у начала кривой).

Если *равномерно* нагревать контакт (как в предыдущем §-е) только что описанного изменения асимметрии не происходит.

Объяснение асимметрии и ее изменения от температурного градиента. С моей точки зрения несимметричность м. быть объяснена тем, что металлическое острие контактной проволоочки, если его извне не нагревают, нагревается само теплом Джоуля при работе детектора, но слабее, чем плохо теплопроводящий кристалл; и если острие служит катодом, то электронная эмиссия из него будет меньшая, чем была бы, если бы катодом служил кристалл (нагретый более²⁾).

Если теперь создать искусственно, внешним нагреванием, температурный градиент *от острия к кристаллу*, то ясно, что асимметрия разноименных ветвей должна измениться в обратную сторону, ибо теперь уже острие является более нагретым, и электронная эмиссия будет большая, когда оно служит катодом. При более сильных токах через детектор (на черт. 2 больше $0,4 \text{ mA}$) знак асимметрии уже не меняется, ибо тепло Джоуля настолько значительно, что созданный им эффект преобладает.

Почему для практической работы с генерирующим детектором необходимо иметь острие катодом. Этим же, т. е. неодинаковой нагретостью острия и кристалла, объясняется также, почему для хорошей практической работы с генерирующим детектором острие контактной проволоочки должно быть именно катодом: ведь, благодаря меньшей электронной эмиссии, в этом случае, повышается пробивной вольтаж дуги возникающей после i_0 и, следовательно, повышается величина получающегося отрицательного сопротивления детектора (см. также кроме характеристик черт. 1, характеристику черт. 8 (стр. 406), снятую с

1) Вскользь указано еще в ТГТбп № 18.

2) Предполагается, конечно, что электронная эмиссия при данной температуре одинакового порядка у острия и кристалла.

контакта „оловянный камень—сталь“, где эта асимметрия выступает еще резче). Неодинаковым нагревом катода и анода контактного детектора, вероятно, отчасти объяснимо и обыкновенное детектирование).

С точки зрения Остроумова эта большая или меньшая асимметрия разноименных ветвей характеристики генерирующей точки объясняется явлением Бенедикса (см. ниже „Письмо в Ред.“).

Кстати скажем, что простым термоэффектом совершенно невозможно объяснить эту асимметрию (как и вообще всякое действие генерирующего детектора, что указывалось уже раньше), ибо согласно наблюдениям термоэффекта, приведенным в ТиТбп № 18 на стр. 60, асимметрия от термоэффекта должна была бы быть как раз в обратную сторону, не говоря уже о том, что даже при сильных нагреваниях термоэффект крайне слаб.

3. Коэффициенты изменения сопротивления кристаллов с температурой были получены для 1) железного блеска, 2) карборунда и 3) лучшего генерирующего цинкита: они отрицательны и равны 1) 0,0065; 2) 0,0027 и 3) 0,007.

При измерениях сопротивления для получения этих коэффициентов, употреблялись по возможности отшлифованные прямоугольные параллелепипеды кристаллов, зажатых сильной пружиной между свинцовыми колодками. Нагревание производилось в водяной бане от 22° до 97° С. Чтобы убедиться, что при зажатых кристаллах нет и тени детектирования, направление тока через кристаллы менялось во время каждого наблюдения. Ток через кристаллы брался по возможности малым, чтобы не было заметного нагревания теплом Джоуля; он не превосходил 0,06 миллиамп. на 1 кв мм. Измерения производились мостиком Уитстона.

4. Свечение карборундового контакта. Старания были также направлены к тому, чтобы как-нибудь обнаружить гипотетический электронный разряд под микроскопом. Действительно, еще 2 года тому назад (ТиТбп № 18, стр. 61) было замечено невооруженным глазом довольно сильное *зеленоватое* свечение контакта „(+)
карборунд (—)
стальная проволочка“, при постоянном токе через него. При исследовании оказалось, что *зеленоватое* свечение пропадает, если переменить знаки полюсов, несмотря на то, что при этом (т.е. при „(—)
карборунд (+)
стальн. пров.“) постоянный ток как раз увеличивается.

Было предположено поэтому, что детектирование с карборундовым контактом является зависимым именно от этого свечения тем более, что свечение уже можно отчетливо наблюдать в микроскоп, начиная с тока в 0,1 милли-амп (и выше, конечно).

Надо сказать еще, что электроды этого свечения, как это хорошо видно под микроскопом, несколько не накалены, но они обычно накаляются докрасна, если переменить знаки полюсов (благодаря возросшему постоянному току); *зеленоватое* свечение при этом постепенно пропадает, и виден лишь накаленный контакт.

Недавно были сделаны микро-фото-снимки с этого свечения (рис. 3, 4 и 5; увеличено в 109 раз); они как будто бы указывают на микроскопический электронный разряд, получающийся параллельно контакту. Вероятнее всего, что кристалл светится от электронной бомбардировки, аналогично свечению различных минералов в кружковых трубках (мы, ведь, видели, что свечение происходит только тогда, когда катодом служит металлический электрод).

Чтобы яснее разобрать фотографию 3, к ней приложена одновременная зарисовка явления от руки (увеличение в 218 раз, черт. 3 bis). На рисунке 4, сделанном с очень маленькой выдержкой, видны слои света около электродов контакта; рисунок 5, сделанный с большей выдержкой, с той же точки кристалла дает все свечение. Из снимка 4



Рис. 3.



Рис. 4.



Рис. 5.

удобно, например, вычислить поперечную площадь свечения (т.е. площадь соприкосновения по взгляду Остроумова) если принять видимый поперечный размер за диаметр; площадь эта равна 700 кв. микронов.

Спектр карборундового свечения подвергается исследованию.

5. Свечение генерирующего цинкитного контакта. Свечение карборундового контакта наблюдать очень легко вследствие прозрачности, но карборундовый контакт почти не генерирует, несмотря на возникающий в нем электронный разряд (это следует объяснить малой проводимостью кристалла по сравнению с цинкитом, а также условиями поверхности кристалла и его нагревания, способствующими возникновению разряда, не дающего отрицательного сопротивления).

Поэтому были сделаны попытки наблюдать под микроскопом подобное же свечение с цинкитным контактом во время генерации. Но т. к. кристалл здесь непрозрачный, то свечение мешают видеть всякие неровности его поверхности; однако, при токах через детектор больших 5-ти миллиамп. можно было ясно заметить свечение, и исключительно при его возникновении появлялась генерация колебаний. Но при малых токах (порядка 0,5 миллиамп.), если контакт и генерирует, в большинстве случаев абсолютно никакого свечения обнаружить не удавалось. Площадь поперечного сечения свечения в цинкит по наблюдениям в микроскоп того же порядка, что и у карборунда.

6. Осциллограммы колебаний с цинкитным детектором.— На рис. 6 приведены осциллограммы колебаний низкой частоты цинкитного

детектора (*a* — это при большом отрицательном сопротивлении даваемом детектором, *b* — при малом; как видно, колебания аналогичны колебаниям II рода вольтовой дуги).

Вообще можно указать, что период тем больше разнится от формулы Томсона (в сторону увеличения), чем больше отрицательное

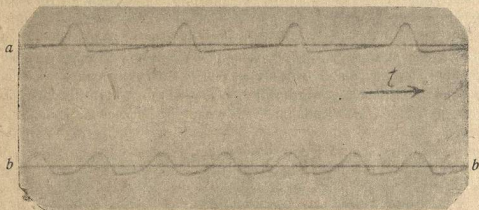


Рис. 6.

сопротивление детектора, чем меньше омическое, и чем больше емкость и меньше самоиндукция.

Осциллограммы эти были любезно сняты сотрудником нашей Радиолaborатории А. М. Кугушевым осциллографом Сименса, шлейф которого был включен непосредственно в колебательный контур генерирующего детектора по схеме черт. 7.

7. Не относящееся к механизму действия генерирующего контакта. — Из опытов, не относящихся к выяснению механизма действия генерирующего контакта, можно указать еще, что за это время было испытано более 50-ти различных природных минералов в отношении генерации колебаний; из них кроме цинкита и тех, которые перечислены в ТиТбп № 14, более или менее сносно генерирует только оловянный камень SnO_2 ; хуже: пирротин, борнит, железный блеск, карборунд, медное индиго (характеристика контакта: „оловянный камень — сталь“ приведена на черт. 8).

О том, что было сделано для уменьшения действия сильных атмосферных разрядов на ододетекторный приемник — гетеродин, сказано в брошюре „Кристалдин“, изданной Нижегородской Радиолaborаторией имени В. И. Ленина („Библиотека Радиолюбителя“, вып. 3).

В заключение в противоположность мнению Geo Smith'a, высказанному в его письме в редакцию „Wireless World and Radio Review“ от 16 июля 1924, по поводу изложения г. Поккок схем кристалдина, можно сказать, что генерация цинкитного детектора вовсе не обусловлена видимой, хотя и незначительной, вольтовой дугой; вероятнее, что тут (если говорить об электронных разрядах) совершенно своеобразный электронный разряд, не имеющий, как показывает опыт (что указано выше), накаливаемых электродов. Можно добавить также, что уже вполне

устойчивую генерацию колебаний (любой частоты) с цинкитным детектором можно получить при постоянном токе через него всего в 0,4 миллиампера и напряжении на его зажимах в 3 вольта, как это указывалось еще в ТиТбп № 14, 1922 г.; но такие генерирующие точки, конечно, находятся с некоторым трудом и потому для практики рабочий режим был взят в 3—4 миллиампера при 8—6 вольтах на зажимах детектора. С оловяннным камнем, как это видно из его характеристики (черт. 8), колебания получаются при 3—8 миллиамперах и 2,25 вольтах.

В дополнение к письму в редакцию W. W. and R. R. от 25 июля 1924 Leslie Miller'a скажем, что конечно практическая применимость генерирующих детекторов всецело зависит от качества кристалла. В Нижегородской Радиолaborатории имени В. И. Ленина более или менее удалось путем переплавки в вольтовой дуге получить кристаллы цинкита, дающие достаточно устойчивые и правильные колебания. Например, колебания сохраняются с неизменным периодом и амплитудой в течении времени более 3 суток, несмотря на то, что детектор испытывает механические сотрясения; да и то колебания прекращались в конце концов не сами собой, а потому, что детектор был выключен. Хорошее действие генерирующего детектора зависит также от формы и размеров примененной контактной стальной проволоочки.

Нижегородская Радиолaborатория имени В. И. Ленина.

2 сентября 1924 г.

Радиофонирование выпрямленным током.

А. Кугушев.

Как известно, для питания ламповых (катодных) передатчиков требуется постоянный ток высокого напряжения. Однако, получение такого тока от динамомашин постоянного тока весьма невыгодно ввиду дороговизны последних. Пользование же для этой цели выпрямленным током от генераторов повышенной частоты также не решает поставленной задачи ввиду большого усложнения, вызываемого установкой специального генератора 500—1000 периодов. На основании этих соображений весьма выгодно пользоваться выпрямленным током в 50 пер/сек от городской сети.

С целью выяснения практической возможности применения 50 пер/сек тока для целей радиофонирования и была произведена описываемая ниже работа.

В качестве выпрямительного прибора был использован ртутный

выпрямитель, хотя результаты остались-бы, наверное, по существу теми же и в случае катодного выпрямителя.

При выпрямлении многофазного тока в цепи постоянного тока получается наложение полуволи, число которых равно числу фаз, пропускаемых через выпрямитель. Поэтому вид кривой выпрямленного тока должен получаться таким, как показано на черт. 1 (стр. 415). На практике, однако, это не совсем так: кривая оказывается очень сильно искаженной и именно в невыгодную сторону, т.е. с более глубокой пульсацией.

Эдс постоянного тока теоретически может быть определена, как среднее арифметическое значение ординат отрезка синусоиды за время $\tau = \tau_2 - \tau_1$ (см. черт. 1), т.е.

$$e_{\text{пост}} = \frac{1}{\tau_2 - \tau_1} \int_{\tau_1}^{\tau_2} E_{\text{макс}} \sin \omega t dt.$$

Из чертежа видно, что $\tau_1 + \tau_2 = \frac{T}{2}$ и $\frac{T}{\tau} = \Theta$ — число фаз выпрямл. эдс, поэтому:

$$e_{\text{пост}} = \left[\frac{\Theta}{\pi} \sin \frac{\pi}{\Theta} \right] \cdot E_{\text{макс}}. \quad (1)$$

По формуле (1) составлена помещаемая здесь таблица, в которой указаны также и результаты, полученные опытным путем при помощи осциллографа *S. и H.*

$\Theta =$		2	3	6	12
$e_{\text{пост}}$	Форм. (1)	0,64	0,83	0,95	0,988
$E_{\text{мах}}$	По опыт.	—	0,66	0,91	—

В различных случаях практики величина $e_{\text{пост}} : E_{\text{макс}}$ будет всегда колебаться по разным причинам: не синусоидальность основной кривой, неравномерная нагрузка фаз и т. д. Во всяком случае приведенные в таблице цифры 0,66 и 0,91 являются, наверное, самыми низшими, какие могут встретиться на практике.

Помещенные здесь (черт. 2) осциллограммы показывают выпрямленный 3-х и 6-ти фазный 50 пер/сек ток. В последней кривой ясно видно выявление высших гармонических. Осциллограммы на черт. 4 и 3 дают тот-же ток до выпрямления: первая — непосредственно от Нижегородской сети, вторая — после трансформатора, питающего выпрямитель.

Вполне очевидно, и опыт подтверждает это, что питание анодов радиотелефонных ламп током, показанным на чертеже 2, невозможно, так как при приеме вместе с речью будет слышен весьма сильно фон пульсации, который будет заглушать передачу. Вследствие этого пульсацию нужно уменьшить до какой-то определенной степени. Отсюда вытекает потребность установления величины, характеризующей степень пульсации тока, и определение ее значения, допустимого при радиофонировании. Так как пульсирующий ток состоит из постоянной слагающей и некоторой переменной, то для установления характеристики удобно пользоваться отношением амплитуды переменной слагающей, приводимой предварительно к равновеликой по площади синусоиде с частотой 50Θ , к постоянной слагающей. При этом замена переменной слагающей через равнозначную по площади синусоиду теоретически может быть сделана интегрированием отрезка кривой a, b, c (черт. 1).

Разделяя полученную площадь на $\frac{1}{50 \cdot \pi \cdot \Theta}$, получим амплитуду искомой синусоиды $e_{пер}$. Таким образом величина, характеризующая пульсацию, представится в виде:

$$\beta_1 = \frac{e_{пер}}{e_{пост}}; \quad (2)$$

$e_{пост}$ в этом случае получается по форм. 1:

Для практического же определения величины $e_{пер}$ из осциллограммы можно пользоваться в некоторых случаях (при синусоидальной пульсации) просто измерительной сеткой или же полярным планиметром.

Теперь спрашивается, как выражается численно эта величина β_1 для того тока, которым уже можно питать радиотелефон? Для ответа на этот вопрос было предпринято несколько опытов с маломощным радиотелефонным передатчиком, собранным по схеме, указанной на черт. 1. Аноды всех ламп питались 3-х и 6-ти фазным выпрямленным током от сети в 50 пер/сек. Волоски также у всех ламп накаливались переменным током от той-же сети. Ток в антенне был приблизительно 3 А, а мощность около 55 ватт. Как видно из схемы, третья лампа является усилителем микрофонной частоты, питаясь наравне с другими. (Пульсация тоже усиливалась!) Прием производился на рамку в другой комнате и частично на одной из любительских радиостанций. При опытах каждый раз фиксировались кривые пульсирующего тока помощью осциллографа. Шлейф включался в месте, обозначенном на схеме буквою f .

Критерием для оценки чистоты принимаемого разговора служило включение в аноды ламп вместо выпрямленного тока—постоянного от динамомашины в. н., пропускаемого через всю цепь анодов радиотелефонной установки без выключения „сглаживающих“ элементов C и L . Выпрямленный ток считался удовлетворительным в том случае, когда с ним было слышно несколько чище, чем с постоянным от динамомашины.

Из результатов описанных опытов можно сделать следующие заключения о величине β_1 , характеризующей выпрямленный и уже „сглаженный“ ток. В случае пользования 3-х фазным током $\beta_1 =$ от 0,03 до 0,035; при 6-ти фазном β_1 равна от 0,008 до 0,009; для тока с пульсацией $c = 50$, β_2 равна 0,22. Значения β_1 , понятно, должны быть тем меньше, чем точнее надо передать звуки, как например: музыку, пение и т. п. Приведенные значения β_1 для первого и третьего случая определены из осциллограмм упомянутыми выше способами; а для второго случая—вычислением по нижеуказанным формулам при данных L_2 , L_1 и C , так как масштаб осциллограмм не позволяет произвести определение непосредственно. На черт. 6 приведены соответствующие осциллограммы.

Из приведенных данных видно, что, чем частота пульсации больше тем β_2 должна быть меньше.

У выпрямленного тока, но „несглаженного“ β_1 является сложной функцией от числа фаз Θ . Если построить ее кривую, то она представится так, как изображено на черт. 7 сплошной линией; в виду расхождения форм. 1 с опытом, и опытная β_1 будет иная (см. черт. 7, пунктирная линия). Но даже из теоретической кривой β_1 видно, что необходимая величина β_2 значительно меньше величин, показанных на черт. 7. Отсюда следует, что выпрямленный ток, сколько-бы фаз не взяли (практически возможно 2, 3, 6 и 12), необходимо „сглаживать“, т.-е. уменьшать величину пульсации.

Пусть на черт. 8 сплошная синусоида изображает выпрямленный, но „несглаженный“ ток, а пунктирная—уже „сглаженный“. Согласно предыдущего

$$\beta_1 = \frac{b}{a}; \beta_2 = \frac{c}{a};$$

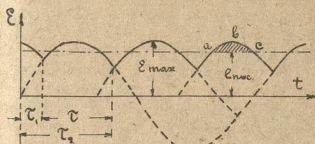
тогда можно написать:

$$\frac{\beta_2}{\beta_1} = \frac{c}{b} = \eta. \quad (3)$$

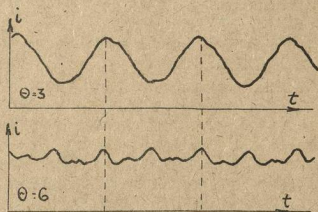
Таким образом η —величина отношения амплитуды переменной слагающей в „сглаженной“ кривой к амплитуде переменной слагающей в „несглаженной“ кривой.

Так как при 50 пер/сек переменном токе частота пульсации $c = 50 \cdot \Theta$, то, на основании изложенных ранее данных опыта, можно написать, по крайней мере для Θ в пределах 2, 3, 6 (и предположительно 12) фаз, такое соотношение:

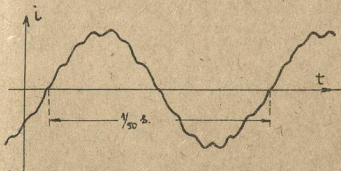
$$\beta_2 = 0,297 : \Theta^2. \quad (4)$$



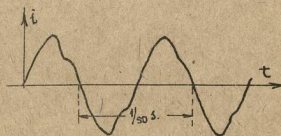
ЧЕРТ. 1.



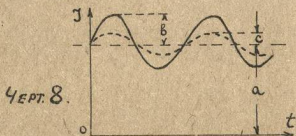
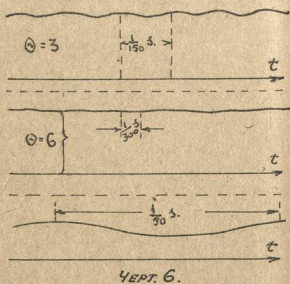
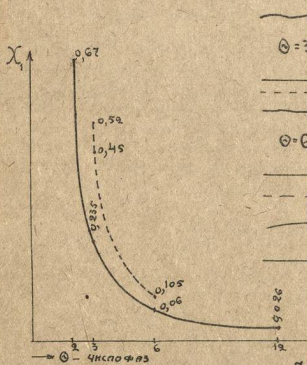
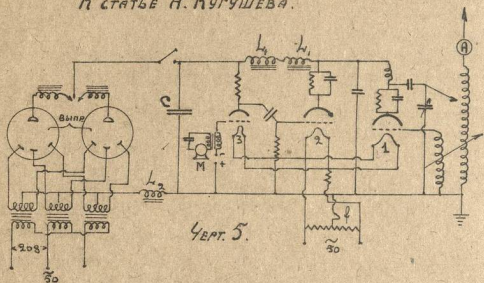
ЧЕРТ. 2.



ЧЕРТ. 3.



ЧЕРТ. 4.



Подставляя в форм. 3-ю β_2 из форм. 4 и β_1 из формулы 2-й, получим функцию η , зависящую при данной частоте тока только от числа фаз Θ . Так как теоретические рассуждения построены на допущении, что основной ток точно синусоидальный, чего в действительности не наблюдается, то с опытом получают расхождения. На черт. 9 показаны точками значения функции η , полученные на опыте, а сплошной линией теоретические ее значения. Чем больше η , тем меньше потребовалось для „сглаживания“ дросселей и конденсаторов, поэтому, как можно судить из черт. 9, 6-ти фазный ток будет наиболее выгодным. Однако в некоторых случаях пользование 3-х и даже 2-х фазным током практически окажется более выгодным, чем 6-ти фазным, из-за большей сложности многофазной установки. Если сопоставить 6-ти и 12-ти фазный ток, то, хотя при последнем потребуются (теоретически) в $\frac{0,08}{0,14}$: 2 раза меньше, грубо подсчитывая, „сглаживающих“ элементов, но зато громоздкость установки 4-х штук трехфазных выпрямителей далеко не оправдывает этого преимущества.

На черт. 12 показано постепенное уменьшение амплитуды перемен. слагающей с увеличением величины „сглаживающих“ элементов.

Если для „сглаживания“ пользоваться дроссельными катушками и конденсаторами, включаемыми по принципу фильтров низкой частоты, то для приблизительного, достаточного для практики, подсчета их величин можно руководствоваться нижеследующими соображениями.

Пусть на черт. 8 пункт. кривая представляет переменную слагающую по введению в цепь „сглаживающих“ элементов L_1 , L_2 , C_1 и C_2 (см. черт. 13); L коэффициент самоиндукции, а R внутреннее сопротивление источника электродвижущей силы. Величина r —сопротивление нагрузки, определяемое из отношения:

$$r = \frac{\text{анодное напряжение}}{\text{анодный ток}}$$

Величину силы тока (напр. амплитуду) переменной слагающей можно выразить в виде:

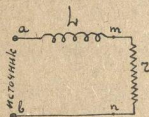
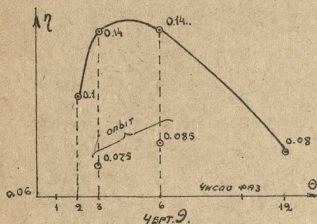
$$\bar{i}^0 = \bar{P} \cdot f(\bar{z}_1, \bar{z}_2, \bar{z}_3, \bar{z}_4, \bar{z}_5)$$

где

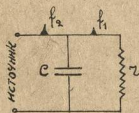
$$\bar{z}_1 = R - j\omega L; \bar{z}_2 = +j \frac{1}{\omega C_1}; \bar{z}_3 = -j\omega L_1; \bar{z}_4 = +j \frac{1}{\omega C_2} \text{ и } \bar{z}_5 = \\ = r - j\omega L_2.$$

Когда в цепи нет „сглаживающих“ элементов, амплитуда переменной слагающей:

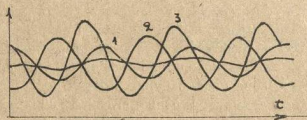
К СТАТЬЕ А. КУГУШЕВА.



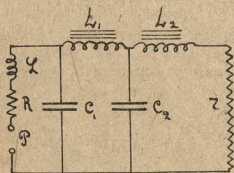
ЧЕРТ. 10.



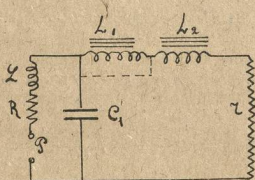
ЧЕРТ. 11.



ЧЕРТ. 12.



ЧЕРТ. 13.



ЧЕРТ. 14.

$$\bar{i}_1 = \bar{P} \cdot f(R, L_0, r);$$

но

$$\frac{i_1}{i_0} = \eta = \frac{c}{b}, \quad (3')$$

представляет ту величину, которая входит в формулу 3. Значение $\omega = 2\pi \cdot 50 \cdot \theta$.

Для схемы „сглаживания“ одними дросселями (черт. 10) значение η определится в виде:

$$\eta = \frac{V(R+r)^2 + \omega^2 L^2}{V(R+r)^2 + \omega^2 (L_0 + L)^2}. \quad (5)$$

В случае одного конденсатора:

$$\eta = \frac{V(R+r)^2 + \omega^2 L^2}{V[R+r-r\omega^2 CL]^2 + [\omega L + rR\omega C]^2} \quad (6)$$

Из этих формул подтверждается выгода „сглаживания“ конденсатором при больших r , как то бывает, в общем случае, у радиофонных установок.

Из опыта выяснилось, что частью „сглаживающих“ дросселей можно пользоваться для модуляции на анод. Отсюда, а также по подсчетам и опытам выяснилась выгода использовать, в большинстве случаев сложную, схему, как напр. (черт. 13), или, по крайней мере, без конденсатора C_1 .

При всякой схеме будут наивыгоднейшие соотношения между отдельными элементами схемы, которые в общем виде вывести затруднительно (зависимость от соотнош. L , R и r). Так например η будет больше („сглаживание“—меньше, хуже) если схему черт. 13 без конденсатора C_1 выполнить в виде схемы черт. 14. Наоборот, минимум η будет при включении конденсатора C_1 между L_1 и L_2 , как показано пунктиром. При этом, в частном случае, оказывается выгодным $L_1 = L_2$.

Если применять теорию фильтров низкой частоты, то для η можно написать:

$$\eta = \frac{P_1}{P_0} = e^{-n\alpha},$$

где n —число звеньев, а α —коэффициент затухания звена; при $n=1$ и $\eta=0,1$ (как по большей части бывает на практике) найдем:

$$\alpha = \lg \frac{1}{\eta} \cong 2,3,$$

это значит, что собственная частота звена в несколько раз меньше частоты пульсации.

При расчете элементов контура по приведенным выше соображениям получается, примерно, тоже самое.

При проектировании дросселей, конечно, следует избегать насыщения железа, делая его разомкнутым. Измерение самоиндукции такого дросселя с пульсирующим током довольно затруднительно. В произведенных опытах такие измерения производились путем определения сдвига фаз по осциллограммам. Кроме того, при расчете дросселей следует иметь ввиду разницу в форме токов, проходящих напр. через L_1 и L_2 (черт. 13). Потери в дросселе L_1 будут больше, чем в L_2 , и последний будет в более выгодных условиях.

Величина конденсаторов ограничиваемая значением напряжения постоянного тока, а соотношение между C и L' должно по возможности удовлетворять условию $\sqrt{\frac{L'}{C}} = r$.

Так как мощность анодного тока $W = \frac{E^2}{r}$, то при малой мощности радиодина за счет малого E и большего r нужное „сглаживание“ легко получить сравнительно несложной схемой с конденсаторами. В этом случае достаточно 3-х и 2-х-фазного тока; можно обойтись без сложной установки с большим числом фаз. Наоборот, при большей мощности, да еще за счет большего E и малого r , выше приведенное утверждение неприменимо; в этом случае придется пользоваться 6-ти фазным током.

Из всего изложенного видно, что вопрос о выборе числа фаз и схемы „сглаживания“ в общей форме строго разрешен быть не может, а в каждом отдельном случае нужно производить сравнительные подсчеты.

Нижегородская Радиолaborатория
имени В. И. Ленина.
Февраль 1924 г.

Четвертый съезд русских физиков.

Ленинград 15—20 сентября 1924.

„Все наши затруднения происходят от нашей привычки думать“.

П. С. Эренфест. 16^b 53^m. 19—IX—24.

С 15 по 20 сентября состоялся в Ленинграде IV съезд русских физиков. Этот съезд, по сравнению с предыдущими съездами, из коих последний имел место в Нижнем-Новгороде в 1922 г., был гораздо более многолюден и содержателен в смысле числа докладов: всего было зарегистрировано 624 члена и прочитано 173 доклада. Деятельность съезда заключалась в восьми общих собраниях, дискуссиях и соединенных заседаниях, в заседаниях трех секций: экспериментальной, теоретической и прикладной физики, трех подсекций: физической химии и термодинамики, оплотехники и геофизики и в целом ряде экскурсий и осмотров. Наиболее богатой по содержанию была секция экспериментальной физики — в ней было прочитано 52 доклада; затем следует секция прикладной физики, занимавшаяся главным образом вопросами радиофизики и смежными, которая насчитывает 30 докладов. На соединенных заседаниях состоялось 11 докладов. Члены съезда имели возможность посетить для осмотра научные институты Университата и Политехнического Института, Рентгеновский Институт, Оптический Институт, Палату Мер и Весов и друг., а также совершить экскурсию на Волховстрой.

Хмурый обычно Ленинград текущей осенью очень приветливо встретил своих любознательных гостей, — приветливо как внешне, так и внутренне. Всю неделю, кроме одного единственного дня, стояла прекрасная теплая солнечная погода и каждый день, выходя из университета с заседаний съезда, можно было любоваться на массивную архитектуру великого города великой революции, ставшего почти средневековым, детально вырисовывающуюся в ярком освещении при прозрачном, не пыльном и не дымном воздухе. К эстетическому чувству присоединялось и глубокое удовлетворение нравственное от той чрезвычайной любезности и предупредительности, которую гости встречали, обращаясь по тому или иному поводу к представителям Бюро Съезда. Заботами этого Бюро гости были окружены всем необходимым, желательным и даже только приятным (театральные билеты и т. п.). При этом все делалось

во-время, даже заблаговременно, так что почти совершенно отсутствовала бестолковая сутолока, которая неминуемо сопровождает многочисленные собрания с большим процентом провинциалов. Сутолоки не было, а оживление царило необычайное. Многие старые друзья по специальности радостно встречались и делились своими достижениями, соображениями и опасениями. Заседания были исключительно дружны. Личных счетов не чувствовалось; жажда узнать новое или понять непонятное превалировала над ними; решения выносились единогласно. Это было действительно собрание передовых людей, передовых умов в нашей области.

Центральными мыслями, около которых сосредоточивалось содержание многих докладов и дискуссий, были вопросы о строении вещества и о природе света. На первом общем собрании, профессор О. Д. Хвольсон выступил с речью: „Одна особенность современной борьбы двух теорий света“, в которой со свойственной ему ясностью, отчетливостью и вразумительностью очертил первый в истории науки своеобразный случай борьбы двух научных теорий. Мы привыкли к тому, что, когда появляются в какой либо области физики экспериментальные факты, которые не могут быть объяснены существующей теорией, господствующей в этой области, то появляется новая теория, объясняющая кроме всех ранее известных фактов еще и новые. В настоящее время мы переживаем событие, прецедента которому не было. Громадная область фактов: явления интерференции, дифракции, рефракции и т. п. прекрасно понятны с точки зрения сравнительно старой волновой теории света; зато она не может объяснить явлений испускания и поглощения света, флуоресценции, фотоэлектрического эффекта и т. п. Сравнительно новая теория квант—наоборот—отлично объясняет последние явления, но бессильна объяснить первые. Такого момента в борьбе прежних научных теорий не наблюдалось, и судить о том — которая теория и как победит противоположную—пока нельзя. Казалось бы, что если теория квант не может объяснить громадной и важной области фактов, то заслуживает ли она внимания в качестве новой теории света? Но оказывается, что польза от применения методов квантовой теории к разнообразнейшим областям громадна. Повсюду мы наблюдаем прекрасное численное совпадение измеренных величин и вычисленных по принципу квантования. В этом смысле квантование похоже на те медицинские средства, которые обладают богатыми целебными свойствами, но действие которых на организм не понятно. „И если Бора, построившего атом, который излучает свет квантами, можно сравнить с Кеплером, установившим законы движения планет, то кто будет тем Ньютоном, который это излучение объяснит?..“

На следующем общем собрании в своем докладе о „Теории квант“ П. С. Эренфест, единственный иностранный гость на съезде и выдаю-

шийся ученый в области теорий света, отметил другую особенность этой борьбы двух теорий. В прежних случаях та или иная теория имела своих постоянных приверженцев, враждовавших между собой не на жизнь, а на смерть со всей страстностью своих темпераментов. Теперь не то. В каждом из нас одна половина сердца убеждена в истинности волновой теории, тогда как другая симпатизирует квантовой. И в отличие от прежней борьбы между представителями той или иной теории, которая была раньше, мы переживаем теперь борьбу между враждующими теориями внутри нас самих. Сам П. С. Эренфест подчеркивает, что важно для физики не только углублять разработку той или другой теории, но и стремиться к согласованию обеих теорий; нужно перебрасывать мосты над той идейной пропастью, которая обе теории разделяет. С другой стороны, можно придумывать такие эксперименты, которые бы решительно подтвердили одну из них и опровергли другую. П. С. Эренфест в своем докладе приводит пример такого моста, который ему удалось совместно с П. С. Эпштейном перекинуть между обоими теориями в области дифракционных спектров. Рассеяние от дифракционной решетки световых шариков (корпускул) лишь под определенными углами можно объяснить, если применить к решетке и совокупности шариков теорему о сохранении количества движения. Единственная трудность, которая остается—это допустить ту быстроту, с которой происходит соглашение между решеткой и корпускулой света в смысле условия сохранения количества движения при столкновении; но допущение столь большой быстроты необходимо и для понимания целого ряда других явлений с точки зрения атомной теории света.

В том же заседании академик А. Ф. Иоффе сделал доклад о своей попытке произвести кардинальный опыт, который, казалось бы, мог определенно подтвердить или опровергнуть один важный пункт в теории квант, а именно квантовое распределение световой энергии в пространстве. В электрическом поле конденсатора взвешивалась заряженная висмутовая пылинка весьма малых размеров, которая подвергалась действию очень слабого рентгеновского света. В силу фотоэлектрического действия света, частица теряет электроны, равновесие ее в поле конденсатора нарушается, она начинает двигаться; ее перемещение наблюдается в микроскоп. Установка настолько тонка и точна, весь препарат настолько мал, что прыжок частицы при потере ею всего лишь одного электрона совершенно отчетливо заметен. Опыт дал следующий результат. При освещении слабым рентгеновским светом, состоявшим всего из нескольких квант в секунду, скачки пылинки наблюдаются приблизительно только один раз в 30 мин. Это показывает, что не каждая кванта вызывает фотоэффект, а лишь та которая направится в определенном телесном угле. Вероятность именно такого направления соответствует наблюдаемой частоте прыжков пылинки. Таким образом кажется, что вопрос разрешен, и мы доказали справедливость квантовой теории и для пространства. Но теперь уже существ-

вуют попытки объяснить эти факты с иной точки зрения. Допускают, что законов: сохранения энергии, сохранения количества движения и причинности—нет в самой природе явлений; эти законы соблюдаются только в статистическом смысле, в массе элементарных явлений. И вот с этой точки зрения замечательный опыт А. Ф. Иоффе, как полагает его автор, теряет свою категоричность.

На специальной дискуссии по теории квант после прекрасного доклада П. С. Эренфеста об историческом развитии атомической теории света были подчеркнуты трудности этой теории, противоречия в ней и высказаны попытки эти трудности обойти. Однако достичь полной ясности, сказать последнее слово мы еще не можем; то внимание, которое квантовой теории уделяется несмотря на все ее противоречия, показывает однако, что она этого внимания вполне заслуживает. П. С. Эренфест закончил дискуссию словами: „Теория Бора еще жива, так как она умеет болеть“.

В связи с теорией света, тем или иным образом поглощаемого или испускаемого материей, стоит и теория строения самой материи. С выдвинутой несколько лет назад электростатической точки зрения на силы взаимного притяжения, спявающие разноименные ионы кристаллических сред, прекрасно объясняются количественно механические свойства кристаллов химических соединений. На заседаниях съезда несколько раз отмечалось хорошее совпадение теории с опытом. Но прочность кристаллов химически простых веществ (сера, алмаз) не понятна, так как они очевидно состоят из электрически тождественных элементов и потому электростатические силы отталкивания, казалось бы, должны преобладать. Точно также непонятно, почему атомы кристаллов удерживаются на определенных расстояниях, и таким образом силы взаимного притяжения, наблюдаемые на больших расстояниях, как-то переходят в силы взаимного отталкивания, имеющие место на более близких расстояниях. Высказанные допущения о том, что эти силы переходят одна в другую в связи с синхронизацией обращения электронов, движущихся около атома по определенным орбитам, или, быть может, в связи только с их симфазисацией¹⁾—требуют опять таки объяснения причины того, почему же именно вот в таких и таких условиях эта симфазисация наступает. Проведенная по вопросу о строении твердых тел дискуссия выявила многие трудности и противоречия, причем П. С. Эренфестом было отмечено, что не следует огорчаться тем, что мы в сущности понимаем очень мало в строении твердого тела, так как даже в строении водородного атома — простейшего из атомов—далеко не все понятно.

Деятельность наиболее интересной для нас секции прикладной физики заключалась в пяти заседаниях. Первое заседание (вторник

¹⁾ Если движения электронов уже синхронны.

утро 16-IX) можно охарактеризовать, как вакуумно-ламповое. Прочитанные 6 докладов последовательно осветили с одной стороны трудности производства электронных реле с высоким вакуумом, а с другой — те новейшие успехи, которые достигнуты в этой области.

Проф. В. И. Романов сообщил о работах Вакуум-Технического Отдела Г. Э. Э. И., причем был изложен 1) метод откачки без форвакуумного насоса, 2) усовершенствованный метод дистилляции ртути и 3) электрический метод измерения вакуума.

Проф. М. М. Богословский сделал два доклада о технике получения высокого вакуума и о производстве усилительных ламп на Ленинградском Электровакуумном заводе; в этих докладах он изложил трудности, которые стояли на пути технических методов совершенной откачки, необходимой для хорошей работы электронных приборов, и методы, которыми их практически обходят. Он обещал иллюстрировать сказанное на самом производстве во время предполагавшейся экскурсии членов съезда на Электровакуумный завод, но по непредвиденным обстоятельствам, эта экскурсия не состоялась.

Проф. М. А. Бонч-Бруевич в двух докладах изложил: в первом свой метод химического обезгаживания пустотных приборов посредством паров щелочных металлов и во втором — конструкцию 25 киловаттной лампы с медным анодом. Новый способ откачки заключается в превращении нестойких при высокой температуре химических соединений, покрывающих металлические элементы лампы и выделяющих газы во время работы, в стойкие и при высокой температуре щелочные соединения; этим достигается возможность делать аноды даже из неблагородных металлов вроде железа.

Б. А. Остроумов сообщил о процессах, имеющих место в усилительных лампах с торированными и оксидированными нитями, и указал, что для метрических целей в экспериментальной физике преимущество остается за торированными как в смысле более совершенного вакуума, так и в смысле общей устойчивости эмиссии.

Второе заседание секции (вечер) было посвящено теории работы триодной лампы.

Проф. Р. В. Львович в докладе: „О некоторых способах расчета катодных преобразователей“ предложил аналитический способ предвычисления работы лампового генератора, исходя из идеализации характеристики лампы в виде кривой $z = 1 + \frac{3}{2}y - \frac{1}{2}y^3$, где z пропорционально анодному току, а y сеточному вольтажу. Надлежащие вычисления позволяют построить кривые коэффициента полезного действия генератора в различных условиях работы, а также получить другие данные для практики; расхождение предвычисленных величин с полученными на практике не превосходит 5%.

Г. А. Остроумов в своем докладе обращает внимание на графический прием рассмотрения явлений в анодной цепи лампы. Для пони-

мания процесса в усилителе он строит с одной стороны динамические характеристики различных приборов, которые включаются в анодную цепь лампы, а с другой рассматривает анодную характеристику самой лампы ($i_a = f(e_a)$ при $e_g = \text{const}$) и оценивает ее качества ламп; синтезом обеих характеристик можно определить амплитуды и фазы в анодной цепи при известной амплитуде сеточного потенциала.

Проф. Д. А. Рожанский сообщает о некоторых закономерностях, наблюдаемых при генерировании колебаний триодами, если рассматривать генерацию с точки зрения теории Ван-дер-Поля. По этой теории выходит, что квадрат амплитуды напряжения в контуре есть линейная функция, а сила тока в контуре — квадратичная функция величины $\frac{RC}{L}$, характеризующей контур. Автор снимал экспериментально эти функции, и получил результат, показывающий, что теория в общем подтверждается, но связать коэффициенты функций Ван-дер-Поля с параметрами лампы пока не удалось.

Общее впечатление, которое создалось этим заседанием, не слишком утешительное. Несмотря на многие попытки, прежние и новые, теории действия лампы не существует; теоретические методы далеки от реальности и бесплодны, практические приемы расчета необоснованны и произвольны. Это впечатление составляет контраст с впечатлением от утреннего заседания, где были отмечены побежденные технические трудности в производстве ламп и достигнутое их современное совершенство, открывающее им широкие горизонты будущего.

Эти широкие горизонты развернулись еще раз на следующем заседании (среда 17-IX вечер), где проф. В. И. Романов изложил в своих двух докладах успешное практическое приложение катодных ламп. В его опытах по осуществлению связи по железным проводам на расстоянии 400 км (Москва—Орел) переменными токами звуковой частоты мощностью 8—15 ватт было особенно важно отделить тональный сигнал от мешающих посторонних шумов. Это удалось только благодаря применению фильтров; омическое сопротивление этих фильтров компенсировалось отрицательным сопротивлением ламп, включенных по регенеративной схеме¹⁾. Ясно, что генерация самих колебаний звуковой частоты любого периода особенно удобна при помощи лампы.

Далее после доклада проф. Р. В. Львовича „Новая система мер“ В. В. Татаринов сообщает о своих достижениях в области экспериментального определения электростатического поля под антеннами с заземлением; целью измерений автора было рациональное расположение распределенного заземления, как наиболее дешевого и удобного приема понижать вредные сопротивления антенн. При исследовании он пользовался особым апериодическим контуром, состоящим из конденсатора, детектора и гальванометра, который помещался в различных местах под

¹⁾ Ср. Р. В. Львович. ТЯТбп № 23, стр. 67.

антенной; отклонения гальванометра отсчитывались издали в зрительную трубу, так что наблюдатель своим присутствием не искажал поля. В другом докладе он дал практическое применение многократного резонанса в виде двух одновременных радиопередач с одной антенны и от одной машины высокой частоты.

Проф. Д. А. Рожанский излагает те способы, которыми он достиг уменьшения вредного сопротивления антенн с противовесом сначала на модели в Нижегородской Радиолaborатории, а потом на Ходынской радиостанции в Москве. Принцип его подхода к вопросу таков: поля на поверхности земли от антенны и противовеса должны быть равны и противоположны—в этом только случае под антенной не будет потерь в почве. Небольшая дискуссия, возникшая по поводу докладов об антеннах, не дала важных результатов. Здесь мы также обречены на эмпирический выбор наивыгоднейшего способа устройства антенн, так как теоретические выкладки не дают верного решения вопроса.

С. И. Зилитинкевич в последнем докладе сообщил результаты его экспериментов над удлинением периода лампового генератора в функции от накала ее; оказалось, что для исследованной частоты после некоторого значения тока накала период генератора увеличивается. Это явление объясняется увеличением внутренней емкости лампы, обусловленной увеличившимися размерами электронного облачка.

Следующее заседание (пятница 19—IX утро) секции было по своему содержанию смешанное. Г. А. Остроумов в докладе от имени О. В. Лосева изложил результаты новейших исследований последнего в области изучения свойств кристаллического детектора-гетеродина и демонстрировал микрофотографии свечения контакта и осциллограммы генерируемых колебаний¹⁾. В своем следующем докладе он изложил одну точку зрения на причину генерации колебаний неплотным контактом, которая основывается на падении сопротивления неметаллических проводников с температурой; он указывает, кроме того, что некоторые свойства характеристики генерирующего детектора могут быть объяснены качественно явлением Бенедикса²⁾.

Б. А. Остроумов изложил детали новой конструкции трубки Брауна; характерной особенностью ее является вспомогательный анод, который расположен очень близко к накаливному катоду Кулиджа или Венельта и играет роль сетки в триодных лампах; он позволяет управлять электронным потоком в трубке³⁾.

Инж. А. Ф. Шорин в докладе „О радиолюбительстве“ демонстрировал длинный ряд схем приборов и самые приборы для радиоприема, а также громкоговорители и сухие батареи, в том виде, как они изготавливаются на заводах треста Слабых Токов.

Н. И. Полтев сообщил о применении катодного генератора для контроля обработки стали. Тот или иной образец стали вкладывается

¹⁾ Ср. ТГТбп № 26, стр. 403.

²⁾ Ср. ниже „Письмо в Редак.“ стр. 440.

³⁾ Ср. ТГТбп № 26, стр. 385.

в катушку самоиндукции генератора звуковой частоты после каждой операции обработки, и наблюдаемое изменение периода генератора у массы образцов может служить признаком их однородности; мы не знаем, как именно должны меняться магнитные свойства стали при обработке, но степень однородности ряда образцов этим способом определяется достаточно точно и в высшей степени быстро.

В следующем докладе он изложил метод сравнения посредством биений периода генератора радиочастоты с определенным известным оборотом генератора звуковой частоты; последний обладает железным сердечником в катушке самоиндукции, который именно и дает обертоны, а основной его период сравнивается с периодом абсолютного камертона, почему самый метод, в силу его большой точности, называется абсолютным.

В. В. Татаринов в двух докладах изложил работы своих учеников В. П. Яковлева и С. И. Моругиной. Первый исследовал сопротивление быстропеременному току антенных канатиков, жгутиков проволоки и сплошных проводов—все одинакового сечения; оказалось, что скручивание канатика увеличивает его сопротивление особенно при высших частотах; это может быть объяснено явлением скин-эффекта, в силу которого зарядам приходится перетекать с проводничка на проводничек сквозь слой окислов на поверхности каждого¹⁾.

С. И. Моругина проверяла экспериментально теорию колебаний связанных вибраторов с емкостной связью, ранее разработанную В. В. Татариновым. Докладчик изложил метод измерений и демонстрировал диаграммы, иллюстрирующие полное совпадение наблюдений с вычислениями.

Наконец только последнее заседание секции (вечер) было посвящено не радиофизике. Здесь были доклады об исследовании теплоотдачи, о практическом применении рентгеновских лучей, о результатах работ по архитектурной акустике и проч.

Как мы видим, внимание секции прикладной физики было почти исключительно сосредоточено на радиофизике и смежных областях. Больше двух третей докладов относилось к теории и практике трехэлектродных ламп, к свойствам контуров и к процессам электрических колебаний. Из этих докладов половина была прочитана сотрудниками Нижегородской Радиолaborатории им. В. И. Ленина.

Что касается деятельности остальных секций, то, к сожалению, автору не удавалось посещать их достаточно часто.

На первом же торжественном общем собрании ректором Ленинградского Университета был выставлен лозунг: слить науку с жизнью,

¹⁾ Ср. ТжТбп № 23, стр. 44.

провести в науку принцип практицизма. Вопрос о связи науки и техники поднимался не раз и на следующих заседаниях с'езда, причем приводились старые и новые факты, доказывавшие необходимость широкой отвлеченной чистой науки для плодотворного развития техники.

Акад. А. Ф. Иоффе сослался на то, что за границей (Голландия, Америка) целый ряд предприятий чисто коммерческих, тратит громадные средства на содержание лабораторий и их штатов, где ученым предоставляется заниматься тем, что их интересует, так как в конечном итоге эти предприятия получают громадную выгоду от постоянного осуществления новейших приложений их чисто теоретических выкладок и результатов. Резолюция с'езда в этом смысле была такова, что, проводя в науку принцип практицизма, его следует понимать в более широком смысле слова, и что желательно поощрение не только технических, но и чисто научных достижений.

На первом общем собрании П. С. Эренфест со свойственным ему темпераментом и искренностью высказал опасение, что чистая наука может пострадать от чрезмерного увлечения техницизмом.—На последнем заседании проф. Н. А. Каблуков уверил, что нельзя бояться упадка в России чистого знания; это опасение рассеивается, когда видишь совершенно переполненную аудиторию секции теоретической физики, которая принуждена была даже перебраться в другое, более просторное помещение.

За время тех двух лет, которые отделяют III и IV с'езды Русских Физиков, не было сделано потрясающего открытия, которое бы совершило переворот в физическом мировоззрении; но за то накопилось большое количество детальных исследований, разрешающих целый ряд частных вопросов, возникающих в связи с завоеваниями науки за последние десятилетия. Это впечатление богатства материала, богатства содержания, является самым сильным впечатлением от IV с'езда. Несмотря на интенсивную работу с'езда, в нескольких параллельных секциях, почти ни одному докладчику не удалось сказать все, что он имел сообщить. С'езд все время спешил. И спешил не даром. Как будто кто предвидел, что то стихийное бедствие, которое разразилось вскоре над Ленинградом, наступит именно через два дня после закрытия заседаний. В связи с этой спешкой и недоговоренностью, на ряду с впечатлением богатства, IV с'езд оставляет и не слишком отрадное впечатление некоторой скомканности. Очевидно эта же спешка и обилие материала помешали сделать достаточно большой ряд докладов обзорного характера из всех, по возможности, областей физики, а отсутствие таких обзоров только помогало впечатлению некоторой суетливости мысли—единственной серой черты всего с'езда.

Г. О.

ИЗ ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

Десятилетие „обратного воздействия“. — За те десять лет, которые протекли со времени изобретения обратного воздействия (анодного тока катодного реле на его сетку) радиотехника была разработана преимущественно в трех направлениях: приема, усиления и устройства генераторных ламп. В самых схемах не произошло значительных изменений; ни одного крупного нового принципа не введено в радиотехнические схемы.

Наиболее консервативной оказалась радиотехника в области приемников. Посредством емкостной или индуктивной связи контур анода в современном приемнике связан попрежнему с сеткой соответствующей лампы, нейтрализуя таким образом сопротивление резонирующих контуров. Применяя такой метод, особенно мало приходится заботиться о величине самих этих сопротивлений при приеме затухающих раций или радифона, стремясь, однако, неуклонно к уменьшению сопротивлений резонирующего контура при приеме больших станций дальнего действия, с целью возможно совершенного освобождения от мешаний атмосферных разрядов. Обратное воздействие осталось впрочем удобным только при приеме незатухающих раций с короткими волнами. Для длинных волн по-старому применяется гетеродин. Схемы с двойным гетеродинированием (в целях перехода к частотам более удобным для усиления) не привились, так как пока не удалось в них победить атмосферных разрядов. Всякие мудреные приемы обратного воздействия, сверхгетеродины и проч. также не вошли в технику, оставаясь пока на долю любителей, так как их сложная настройка требует большого времени и потому технически не пригодна.

Что касается сущности гетеродинного приема, то многочисленны-

ми опытами и теорией доказано, что усиление, достигаемое гетеродинированием, пропорционально произведению силы тока сигнала на силу тока от гетеродина (в пределах, допускаемых свойствами ламп). Относительно же теории процесса обратного воздействия до сих пор известно слишком мало.

В области отправительной техники сделан почти во всех странах крупный шаг вперед—это производство металлических ламп большой мощности. Около 20% полной мощности ламп выделяется в виде тепла на аноде и отводится посредством специального водяного охлаждения; мощность, потребляемая на накал, ничтожна, сравнительно с мощностью в анодной цепи.

Что же касается схем передатчиков, то приходится удивляться до какой степени мало сделано в этой области. Теперь, как и раньше, мы имеем колебательный контур, тем или иным путем раскачиваемый анодным током, отправительной лампы, и так или иначе передающий свою энергию в антенну; на сетку лампы дается переменный вольтаж от того же контура или постороннего источника. Лампа работает на контур, как генератор переменного тока; максимум отдаваемой ею энергии наступает при приблизительном равенстве амплитуды колебательного напряжения в контуре и постоянного анодного напряжения (на 10—20% меньше). Таким образом приблизительно

$$E_a = 2 \pi n L I,$$

причем $I = E_a i_a / w$, или $I = f E_a i_s / w$, где w сопротивление контура, i_s ток насыщения лампы, а f приблизительно равно 0.2.

Этими весьма приблизительными равенствами исчерпывается расчет лампового передатчика, если к ним прибавить еще некоторые расчеты,

касающиеся сеточной связи. Несмотря на многочисленные попытки создать математическую теорию телефонного передатчика (среди них важны исследования Йосса и Ценнека¹⁾, до сих пор приходится довольствоваться самой примитивной эмпирией. Вопросов же, связанных с работой телефонного передатчика, много: нужно знать, устойчив ли режим колебаний, сколь быстро контур раскачивается, в какой мере следует энергия колебаний за модуляцией, не искажаются ли частоты модуляции до 10.000 пер/сек и проч. Единственный путь — предложенная Рукопом кропотливая постройка особых диаграмм (Reissdiagramme), изображающих процессы в данной схеме.

Несмотря на такие трудности, крупнейшим и культурнейшим завоеванием техники является ширококовещание. Современное ширококовещание возможно лишь на коротких волнах (не свыше 1000 мт), так как более длинные волны либо слишком искажаются при модуляции, либо сами ее чрезмерно искажают. Сверх того излучение достаточно велико только при коротких волнах, так что при приеме их можно пользоваться простейшими устройствами. Широковещательный передатчик представляет громадный прогресс техники сравнительно с прежними передатчиками, которые были неустойчивы в работе, грелись при передаче даже прерывистых знаков Морзе и проч. Современные ширококовещательные станции работают часами без отказа и в общем хорошо передают голос и музыку. Модуляция достигается самыми разнообразными способами, причем очень целесообразна схема Шеффера; в ней ток сетки отправительной лампы является анодным током для другой лампы и модулируется микрофонным током, воздействующим на сетку последней²⁾. Что касается микрофонов, то наилучшей системой является аperiодический

микрофон Сименса и Гальске; состоящий из тончайшей полоски, шириной около сантиметра, помещенной в сильном магнитном поле; движения воздуха при разговоре воздействуют на полоску, вызывая в ней токи, надлежащим образом усиливаемые дальше и модулирующие антенный ток.

Другие вопросы, которые возникали в процессе развития, были удачно решены. Так например вопрос об обертонах почти отпал при применении промежуточных контуров. Точно также возникновение паразитарных обертоновых колебаний, часто разрушавших сеточный ввод лампы, и особенно легко возникавших при параллельном включении многих ламп, было предотвращено введением конденсаторов и сопротивлений в контуры сеток.

Вопрос о том, кто завоюет себе будущее, машина высокой частоты или катодная лампа — остается пока открытым. Этот вопрос будет решен степенью экономичности того и другого прибора. Возможно, что решение его даст техника сильных токов и через несколько лет будет работать ширококовещательная станция мощностью в 1000 kW. Но на ближайшие годы — это можно сказать определенно — ширококовещание останется за ламповым передатчиком.

Alexander Meissner. Telefunken-Zeitung, № 37, p. 5, Juli 1924.

Новые сигналы времени. — Летом с. г. Науэнская радиостанция прибавила к своему временному сигналу ОНОГО, передаваемому в 1 час и в 13 часов MEZ еще ритмические сигналы. По окончании сигнала ОНОГО, в 1^h 01^m (соотв. 13^h 01^m) дается черта, потом 59 точек, снова черта, опять 59 точек и т. д. в течение 5 минут. Таким образом, *конец* каждой минуты отмечается чертой. Длина волны та-же, что и в сигнале ОНОГО: 18.000 мт незатухающие и 3.100 затухающие:

Telefunken-Zeitung, № 37, S. 42, Juli, 1924.

1) Ср. ТнТ6п № 22 стр. 511.

2) Ср. ТнТ6п № 25, стр. 252.

Кристадин за границей. — В дополнение к тому, что было упомянуто у нас по этому вопросу в № 25 (стр. 329), отмечаем следующее. Инж. Подляским были написаны в *Radio-Electricité* еще две статьи, в которых он излагает схемы О. В. Лосева, описанные в ТиТбп № 14, 22 и 24. Вторая статья инж. Подляского была переведена в Мадридском журнале *Radio Sport* (8 августа 1924), причем от редакции было отмечено, что сензор Ландуз помощью кристадина принимал различные радиостанции и между прочим великолепно принял сигналы времени из Парижа (*entre otras una magnífica recepción de las señales horarias de Paris*), пользуясь балконом, как антенной.

На заседании Радиоклуба Франции 28 мая секретарь клуба в своем докладе о заграничных новостях познакомил слушателей с „новым открытием—кристадином“ и со своими опытами по схемам кристадина, произведенными им совместно с инж. Гаузнером.

В *Radio Revue* № 28 (август 1924) Р. Пеннек приводит схему с двумя галеновыми детекторами, с которою ему однажды удалось получить усиление при радиоприеме. Воспроизвести явление во второй раз оказалось невозможным. Автор считает, что, вероятно, кристадин был впервые изобретен им, но добавляет: „напрасно я пошел бы дальше, раз русские любители предвосхитили мои исследования“. Однако, мы, со своей стороны, совершенно согласны с редакцией *R.R.*, поставившей знак вопроса при заглавии заметки Р. Пеннек^а; в схеме этого автора не заметно даже зачаточной формы кристадина.

Рассказывают, что Бранли, которого теперь во Франции особенно выдвигают вперед те, кто считает его изобретателем Тбп, Бранли, когда занимался беспроволочным телеграфом, подошел к какой то особенности в действии детектора; но за другими делами он не вник в это явление подробнее.

Несколько английских любителей в журнале *Wireless World* отозвались на сообщение о кристадине; Лосев в своей статье в настоящем выпуске ТиТбп говорит об этих заметках (стр. 410).

Французские радиолюбители с большим жаром взялись за устройство схем кристадина; многие из них разочаровываются, так как, как сообщают нам из заграницы лица, следящие подробно за тамошнюю любительскую литературу, большинство статей о кристадине больше делают шума, чем дают толковое объяснение¹). *Paris Radio*, стараясь направить попытки любителей в должное русло, дает практические сведения об элементах схемы кристадина и особенно подтверждает необходимость нахождения генерирующих точек помощью контура низкой частоты (как медленно эти основные принципы проникают в сознание!); при этом рекомендуется самоиндукцию в контуре низкой частоты применять в виде самоиндукции самого телефона (Лосев. Техника Связи).

В сентябре с. г. известие об изобретении О. В. Лосева появилось в американской литературе. *Radio News*, September 1924 начинается статьей редактора Хуго Гернсбэк^а, озаглавленной: „Сенсационное радиоизобретение“. В ней говорится об „изобретении, делающем эпоху, О. В. Лосева из государственной радиоэлектрической лаборатории в России“. Автор утверждает, что „теперь кристалл заменяет пустотную трубку. Нет надобности доказывать, что это—революционное радиоизобретение“. „В скором времени мы будем говорить о схеме с тремя или шестью кристаллами, как говорим теперь о схеме с тремя или шестью усилительными лампами“. „В насто-

1) Например: можно себе представить затруднение читателя, старающегося понять черт. 3 статьи Подляского (*Radio Electricité*, 10 Juillet 1924, p. 249), перечерченный из ТиТбп № 14, стр. 337 (черт. 6), причем телефон обозначен, как „цинкитный тиккер“, а цинкитный детектор, как галеновый детектор.

ящее время конкретные результаты получают лишь с цинкитом и стальным острием, но нет сомнения, что будут найдены и другие комбинации, действующие еще лучше".

"Потребуется несколько лет для того, чтобы генерирующий кристалл настолько усовершенствовался, чтобы стал лучше пустотной лампы, но мы предсказываем, что такое время наступит".

Во второй статье того же выпуска: "Принцип кристадина" описываются простейшие из схем Лосева; к статье приложены фотографии кристадина, построенного в лаборатории Radio News. В статью вкраплены дополнительные замечания редактора, между которыми обращает на себя внимание следующее: "Молодой русский изобретатель О. В. Лосев передал свое изобретение миру, не взяв на него патента"¹⁾. "Название *кристадин* заявлено за Radio News в С.-Штатах и в Европе. Промышленники и торговцы не могут пользоваться им на своих произведениях и товарах без согласия Radio News".

В октябрьском выпуске этого журнала имеется продолжение информации о приборе Лосева. Среди объявлений мы видим объявление о выпуске в продажу цинкитного детектора (цинкит—60 центов) для кристадина.

Большое внимание уделяется кристадину, как передающему аппарату. "Многие любители в России (a number of students in Russia) действительно передают уже несколько месяцев помощью такой схемы, покрывая расстояния более трех четвертей мили"²⁾.

¹⁾ Французский журнал выражает это иначе: "Научная слава ожидает О. В. Лосева; что же касается до денежного благосостояния... (многоточие в подлиннике) то весьма вероятно, что оно ускользнет от него, как и от всех изобретателей, тем более, что он обнаружил свое открытие, думая прежде всего о своих друзьях, любителях всего мира".

²⁾ Во многих иностранных статьях имеется подобное указание. Его происхождение ТГТбп № 22, стр. 483. Также у многих авторов повторяется мнение гр. Арко

Выступление R. N. на тему о кристадине далеко оставляет за собою всё, что мы видели на эту тему в других заграничных изданиях. Не только восхищение, но вдумчивое техническое предвидение и, что еще важнее,—готовый испытанный прибор, изображенный на отчетливых фотографических снимках. Открыто поднимается вопрос о патенте; патентуется название: "кристадин" (хотя оно впервые предложено было журналом Radio Revue. Mai 1924, № 25, p. 39).

Применение фотоэлемента с триодом в астрономии.—Как известно длина и вес достаточно точно определяются метром и граммом. Более сложно определение единицы времени. Если направить астрономическую трубу на какое-либо светило то через звездные сутки мы увидим его снова на пересечении нитей трубы. Вследствие отдаленности светила суточная величина смещения земли, происходящая благодаря вращению ее вокруг солнца, не играет никакой роли. Другое обстоятельство—"личная ошибка" наблюдателя—может привести к неверному определению времени и дать погрешность во втором десятичном знаке, т. е. больше одной сотой секунды в сутки. Применение моментальной фотографии освободило бы наблюдение от личной ошибки, но, к сожалению, сила освещения от звезды настолько мала (от Сириуса в два миллиарда раз слабее, чем от солнца), что требуется большая экспозиция. Избежать этого затруднения можно либо дорогим приспособлением, вращающим трубу по кругу в течение звездных суток, либо более точным снятием изображения с помощью фотоэлемента.

Принцип действия фотоэлемента основан на явлении фотоэлектриче-

относительно молодости и таланта изобретателя (ТГТбп № 22, стр. 530). При переложении с одного языка на другой смысл утверждения всегда несколько изменяется.

ства, открытым Генрихом Герццем в 1887 году, вскоре после открытия им эл.-магн. волн. Он заметил, что интенсивность искры между двумя электродами значительно увеличивается при освещении искрового промежутка, особенно, если это освещение производится ультрафиолетовыми лучами. Для щелочных металлов наибольшее действие производит видимый свет.

Обычный фотоэлемент¹⁾ (черт. 1, стр. 435), состоит из ампулки диаметром в несколько сантиметров, внутренняя поверхность которой покрывается тонким слоем щелочного металла, чаще всего калием или натрием. Натриевый фотоэлемент чувствительней, но калиевый легче изготовлять. Этот слой металла соединяется с платиновой проволокой, служащей катодом. Введенная внутрь фотоэлемента проволока, из обыкновенного металла, закрученная на конце петлей, служит анодом. Наибольшая чувствительность фотоэлемента получается при введении в ампулку благородного газа, гелия, аргона или неона, при давлении от 4 до 10 мм ртутного столба.

При освещении фотоэлемента получается электрический ток от анода к катоду без посторонней электродвижущей силы, вследствие излучения катодом „фотоэлектронов“. Этот чрезвычайно слабый ток можно усилить, приключив электроды фотоэлемента к полюсам батареи аккумуляторов, *A* — к положительному, *K* — к отрицательному.

В темноте ток через фотоэлемент не проходит. Ток не зависит от температуры ампулки. Действие фотоэлемента мгновенное, вследствие отсутствия инерции у электронов. Все эти свойства фотоэлементов делают этот прибор первоклассным по его значению. С помощью фотоэлементов Гутник в 1913 г. и Стебинс в 1916 г. произвели свои

замечательные измерения двойных звезд.

Однако, вследствие исключительной малости световой энергии звезд, которые нужно снять, приходится задуматься над необходимостью усилить возбужденные в фотоэлементах токи. При современном техническом развитии катодных ламп подобное усиление возможно осуществить с их помощью. Первые опыты в этом направлении были произведены Кунцем в 1917 г., затем Пике в 1919 г., Мейером, Розенбергом и Танком в 1920 г.

Этот вопрос был недавно поднят снова во Франции Феррье, Жуо и Мени в 1923 г. Свои опыты они производили по схеме, изображенной на черт. 2.

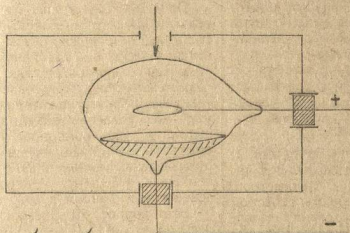
Анод фотоэлемента присоединен к сетке триода. Батарея аккумуляторов в цепи фотоэлемента создает поле, которое возникает мгновенно. Малейшее освещение создает прохождение тока и вызывает изменения потенциала сетки, в результате чего анодный ток усиливается.

Весной 1924 г. Феррье, Жуо и Мени нашли возможность увеличить чувствительность прибора и удобство схемы, введя вместо триода лампу с двумя сетками (черт. 3). Разность потенциалов в 8 вольт между первой сеткой и нитью способствует излучению электронов с нити; поэтому в цепи анода батарея в 15 вольт является достаточной — вместо батареи в 40 вольт, необходимой для лампы с одной сеткой.

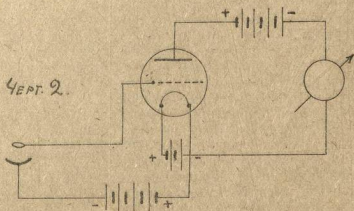
Феррье, Жуо и Мени, применяя катодную лампу и освещая фотоэлемент лучом света от звезды Капеллы (α Возничего), получили изменение тока анода на 3,5 микроампер. Такая величина, измеримая точно, дает большие надежды на дальнейшее применение этого устройства к определению времени для проверки часов, к исследованию силы освещения земли отдаленными звездами и проч.

C. R. Ac. Sc. 1924.

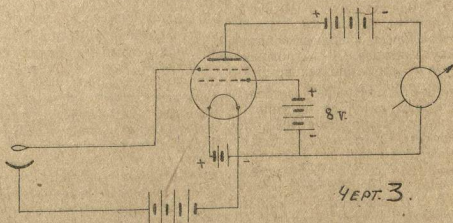
¹⁾ См. ТИТБ № 25, стр. 241.



ЧЕРТ. 1.



ЧЕРТ. 2.



ЧЕРТ. 3.

История катодного реле.—После появления двухэлектродного вентиля Флеминга (1904) и трехэлектродной лампы Ли-де-Фореста (1907) Роберт ф. Либен в Австрии первый (1910) отметил усиительное действие лампы. Первые лампы были газовые; американец Лэнгмюр довел пустоту до того предела, при котором можно говорить о чистом электронном разряде. „Обратное действие“ впервые было устроено (1904) Румером и Пипером с лампой, наполненной ртутными парами. Норвежцем С.

Ларсеном в 1908 г. была дана схема генератора колебаний без накаленного катода, с остатками газа; генератор действовал только под очень высоким напряжением. Австрийцу С. Штрауссу принадлежит идея о генерации триода, в котором цепь анода связана с цепью сетки (1912); но он успел запатентировать свое изобретение только в Австрии, тогда как Др. Мейсснер несколькими месяцами позже приобрел патент на подобную же генераторную схему в большинстве цивилизованных стран.

Б И Б Л И О Г Р А Ф И Я.

„Радиолобитель“ № 1 и № 2, 1924. Москва.

В связи с признанием радиолобительства в СССР появился соответствующий печатный орган. Журнал содержит статьи преимущественно популярно-радиотехнического характера и не требует от своих читателей больших знаний. Кроме статей, помогающих любителям разбираться в тех или иных явлениях, либо дающих конструктивные данные по самодельному устройству приемной радиостанции, в журнале имеются сильно развитые отделы: бытовой, хроники и радио-беллетристики. В № 1, вышедшем 15-го августа, интересны статьи: „Шаг за шагом“ (беседа 1 „Что такое радио“), „Как самому сделать усилитель для радиоприема“ (с сопровствлениями). В № 2, вышедшем 1-го сентября, помещен среди прочего материала „Закон о свободе эфира“, „Устройство любительской антенны“ и „Как самому сделать усилитель для радиоприема“ (с дросселями). В обоих номерах много технических указаний, помогающих любителю применяться к материалам и обстановке.

В составе редакции мы видим имя А. Ф. Шевцова, б. редактора журнала „Техника Связи“.

Адрес редакции: Москва, Бол. Дмитровка, 1.

Библиотека радиолобителя. Под редакцией проф. В. К. Лебединского. № 1. В. К. Лебединский. „Электричество в радио“. № 2. Инж. С. И. Шапошников. „Радиоприем и радиоприемники“. № 3. „Самодельный радиоприемник с кристаллическим детектором“ (перевод с английского). О. В. Лосев. „Кристадин“. № 4. Ф. А. Лбов. „Самодельный ламповый приемник“.

Это новое издание Нижегородской Радиолaborатории является ответом на появившуюся у нас большую потребность в радиолитературе для любителей. Все четыре брошюры (191 стр. in 16^o с многочисленными чертежами в тексте) представляют собой связанное целое; авторы стараются придать изложению возможно более популярный и в то же время деловой характер, т. е. не только дают читателю общее представление о радиотехнике, но помогают ему ориентироваться в явлениях, происходящих перед радиолобителем, помогают ему стать любительским деятелем в этой области техники.

В ближайшем будущем предполагается выход дальнейших выпусков: о катодных реле и о передатчиках.

Химическое обезгаживание электродов и некоторые явления в катодных лампах со щелочными металлами.

(ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ).

М. А. Бонч-Бруевич. Действительный Член РОРИ.

При откачке приборов, работающих в условиях высокого вакуума, обычно применяется термическая обработка стекла и электродов. Для уничтожения остатков газов применяются химические поглотители. Термический способ хорош, поскольку дело касается выделения окклюдированных газов, но он действует чрезвычайно медленно в том случае, когда необходимо выделить газы, химически связанные. Из наблюдений над откачкой 500 W и 25 kW ламп было установлено, что газы этой второй категории обуславливают длительность процесса откачки.

Введение в катодную лампу натрия или калия дало благоприятные результаты. Время термической обработки при наличии этих металлов сократилось с нескольких часов до нескольких минут, а максимальная допустимая диссипация на молибденовом аноде увеличилась в три раза.

Оказалось, что даже значительный избыток натрия не влияет на рабочий режим лампы и не вызывает ионизации. При обработке электродов в парах магния достигается приблизительно тот же результат, но при работе лампа делается мягкой, если имеется избыток магния, и если температура баллона значительно повышается.

Кроме того, магниезированная лампа, снятая с насоса, оказывается сразу жесткой и затем размягчается по мере нагревания; натрированная показывает вначале некоторое незначительное присутствие газа, который затем исчезает (жестчение).

Совершенно устойчивые результаты дают лампы, обработанные смесью этих металлов в определенном соотношении. При этом способе оказалось возможным применить для усилительных ламп простое железо; ведутся опыты с целью применения его и для мощных ламп.

В усилительных лампах, откаченных с натрием и калием, наблюдается следующее явление. В том случае, когда сетка остается покрытой слоем щелочного металла, лампа перестает нормальным образом усиливать (делается „глухой“). Если же сетке задать начальный отрицательный потенциал около 3 вольт, то усиление делается нормальным. Обуславливается это тем, что при соединении сетки с отрицательным концом волоска в цепи сетки протекает ток. Направление и величина

этого тока таковы, как будто сетка получает некоторый дополнительный положительный потенциал 2—3 вольта. Явление сохраняется при отсоединении анодного напряжения, когда схема получает вид черт. 1, где *A* волосок, *K* сетка и *G* гальванометр.



Оно не зависит заметно от температуры сетки. Максимум тока через гальванометр наступает при некотором определенном накале; но с увеличением накала увеличивается то отрицательное напряжение, которое надо дать сетке, чтобы прекратить ток через гальванометр. Это напряжение доходит в некоторых случаях до 4 вольт; сила тока при сетке, соединенной с отрицательным концом волоска, достигала до 1 мА. Описанное явление было получено с калием, натрием и магнием, при применении как чистого, так и торированного вольфрама.

Интенсивность его вообще различна, но во всех случаях она была значительно меньше с магнием, а также с торированным волоском.

Явление совершенно исчезло после того, как сетка была в течение нескольких минут нагрета до красного каления; для этого волоску давался некоторый перекал (6 вольт), и к сетке прикладывалось около +120 вольт. После этой операции совершенно восстанавливались также и усиительные свойства лампы.

18 октября 1924 г.

Нижегородская Радиолaborатория.
имени В. И. Ленина.

ИСПРАВЛЕНИЯ:

В ТиТбп № 25. К статье П. В. Шмакова: „Многократное телефонирование“:

	НАПЕЧАТАНО:	СЛЕДУЕТ:
Стр. 285 черт. 1 (вверху)	приемнику	передатчику
„ 290 черт. 5 (слева)		
Стр. 295 17 строка сверху	предел	прием

К статье А. Дрожжина: „Трубчатые изоляторы“.

	<i>Unsulators</i>	<i>Insulators</i>
Стр. 303, 17 строка снизу	Rd^2	Bd^2
„ 312, 13 „ „	$(\Delta E)^2$	$(\Delta E)^2$
„ 312, 17 „ „	ΔR	ΔR

Письма в редакцию.

1.

В редакцию журнала „Телеграфия и Телефония без проводов“.

Дорогие товарищи—радиоспециалисты СССР!

Вы помните ужасы газовых атак в минувшей войне, когда из полка в 3000 человек оставалось в живых 17, когда рядом с воинскими частями гибло гражданское население, женщины и дети.

В предстоящей войне будет применяться в широком масштабе газовый метод истребления людей, к этому надо быть готовыми и принять теперь же нужные меры обороны.

Вообще, если мы ожидаем удара, то в нашем распоряжении существует три способа реагирования: избежать, отразить или пред'отвратить этот удар. Дело добрых людей думать о сохранении нашей жизни в том случае, когда газ уже распространился над данной местностью, их дело организовать спасение в подвалах и подземельях, научить массы, как пользоваться противогазами, изобрести средства рассеяния и нейтрализации газа. На долю нас—радиоспециалистов—выпадает: пред'отвратить удар, угрожающий всей стране и не допустить аэропланы с химическими бомбами и пушки, стреляющие снарядами, начиненными газом, сделать зло и разлить над землей яд.

В периодической печати несколько раз упоминалось об изобретении на Западе особых взрывных лучей, при помощи коих была убита мышь, введен в бесчувственное состояние человек, снижены аэропланы, взорваны на расстоянии снаряды и т. п. Может быть это—газетная утка, к подобными сообщениям в большинстве случаев относятся скептически; пример итальянца Уливи, работавшего во время империалистической войны над взрывом на расстоянии, показал, что в этом деле много очковтирательства и мало вероятий, но.... идея нависла в воздухе. Если взрывные лучи не изобретены сегодня, то они с полной неожиданностью и в строжайшей тайне могут быть изобретены завтра. И поскольку это новое могучее оружие обороны и нападения будет или, возможно, уже есть на Западе,—постольку оно должно быть и у нас. Радиотехника не есть только средство связи; от нее надо ждать большего. Коллективный разум и творческая мысль всех радиоспециалистов СССР—без различия положения и квалификации—должны дать нам взрывные лучи, чтобы не допустить аэропланы с газами долетать до границ Советской России.

21 VII. 24. Феодосия.

Служба Радиосвязи НКПС Черного и Азовского морей.

Ю. Меньшиков.

II.

Еще о генерирующем детекторе. В ТиТбп № 24 была напечатана моя заметка „К вопросу о генерирующем кристалле“, где я обращал внимание на одну простую точку зрения, объясняющую падающую характеристику термическим изменением сопротивления неплотного контакта.

Впоследствии мне сообщили, что та же точка зрения была высказана проф. А. А. Петровским¹⁾, который ссылается на Eccles'a²⁾; в статье проф. А. А. Петровского приводятся также характеристики, весьма похожие на приведенные в моей заметке. Наличие падающего участка обуславливало неустойчивость процесса, отмеченную автором, как причину когерирования. В то время еще не было ясных понятий о падающей характеристике и о необходимости ее для возбуждения незатухающих колебаний.

Из свойств детекторной характеристики меня особенно занимал вопрос о причинах несимметрии в обеих ее ветвях—положительной и отрицательной.

Этот вопрос до сих пор не ясен, но мне думается, что проще всего его объяснить эффектом Бенедикса³⁾. Эффект этот в общих чертах заключается в том, что однородный во всех отношениях проводник, вдоль которого существует некоторое несимметричное распределение температурного градиента, обнаруживает на своих концах электрическую разность потенциалов; по величине эффект пропорционален в первом приближении кубу градиента или, строже говоря, интегралу

$$\int \left(\frac{d\theta}{dx}\right)^3 dx$$

и, вообще, не мал. Принимая во внимание ничтожную величину площади соприкосновения острия с кристаллом в детекторе (порядка 500 μ^2) и малую теплопроводность кристалла, придется допустить наличие довольно значительных градиентов температуры в кристалле вблизи точки контакта, несмотря на малую силу протекающего тока; поэтому несимметричность, односторонность характеристик весьма вероятно может быть обусловлена эффектом Бенедикса. Математическая обработка подобного допущения весьма затруднительна.

Особенно ярко сказывается несимметричность в характеристике оловянного камня⁴⁾. Возможно, что попытки простого объяснения интересного явления генерации и детектирования приведут нас к одному из важнейших пунктов теории электропроводности вообще.

10—X—1924.

Г. Остроумов.

¹⁾ Морской Сборник. № 10. 1911.

²⁾ Phil. Mag. 19, p. 869—888. 1910.

³⁾ Ann. d. Physik. B. 55, H. 1, p. 1. 1918.

⁴⁾ См. стр. 411 настоящего выпуска.

Чертежи отпечатаны в литографии С. П. Федотова.

Издание Нижегородской Радиолaborатории имени В. И. Ленина.

Тираж 1000 экз. — Гублат. 18.

Печатание ТиТбп № 26 закончено 24 октября 1924 года.

Адрес редакции: Н.-Новгород, Радионабережная, 8.

