

Сопоставляя обе полученные нами формулы вместе, получаем:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{J_1}{J_2}.$$

Следовательно силы токов в обеих обмотках обратно пропорциональны числу оборотов проволоки. Вследствие этого та обмотка, в которой имеется большее число оборотов и по которой следовательно течет более слабый ток, может иметь и более тонкую проволоку. Это кроме того желательно и потому, что тонкая проволока позволит уместить на данной длине трансформатора большее число оборотов.

С другой стороны, эта проволока должна иметь более тщательную изоляцию, чем проволока первичной обмотки, потому что вместе с увеличением числа оборотов растет и разность потенциалов во вторичной обмотке¹.

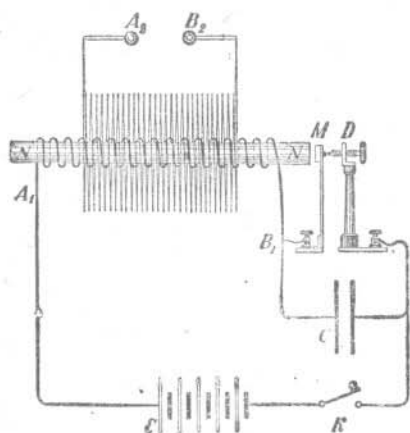


Рис. 354. Схема действия индуктора.

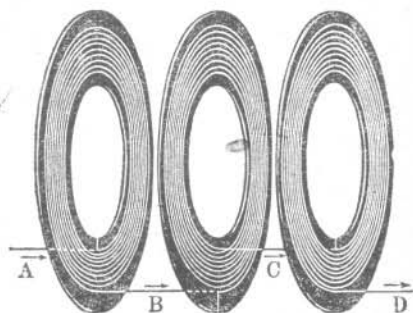


Рис. 355. Секция вторичной катушки индуктора.

330. Индуктор. — Трансформаторы, употребляемые в лабораториях и работающие прерывистым током в первичной цепи, носят название индукторов, или катушек Румкорфа, по имени изобретателя, который занимался их изготовлением. Устройство индукторов следующее.

Сердечник индуктора NN (рис. 354) состоит из пучка железных проволок; его не делают сплошным во избежание возникновения в нем индукционных токов Фуко, которые только бесполезно нагревали бы его.

Первичная обмотка A_1B_1 состоит из небольшого числа оборотов толстой проволоки, во вторичной же обмотке A_2B_2 проволока очень тонкая, намотанная в несколько тысяч оборотов и в несколько слоев. Для того чтобы проволоки с значительными разностями потенциалов не лежали близко друг от друга, вторичная обмотка составлена из отдельных частей или секций (рис. 355, 356), отделенных перегородками из хорошо изолирующего материала, например слюды или миканита (смесь, состоящая из кусочков слюды и шеллака).

Получение прерывистого тока в первичной катушке достигается особыми прерывателями.

¹ Подробнее о трансформаторах см. ниже главу о переменных токах.

Прерыватель Румкорфа состоит из молоточка, головка которого M сделана из железа. Молоточек может колебаться в горизонтальном направлении, но пружинка прижимает его постоянно к винтику D .

Электрический ток от какого-либо источника $\mathcal{E}$ проведен к первичной катушке через винтик D и молоточек M . Когда ток замкнут, то

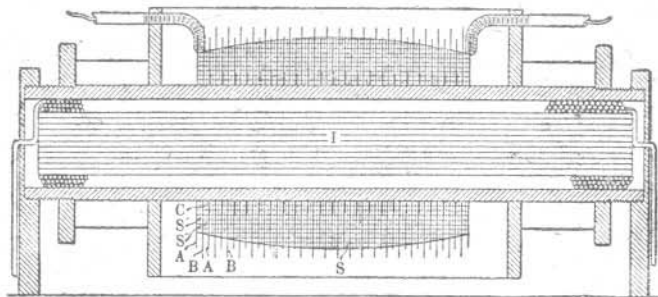


Рис. 356. Разрез индуктора без конденсатора.

сердечник NN намагничивается и притягивает к себе молоточек, вследствие чего этот последний отходит от винтика, и ток размыкается. В это время магнетизм сердечника исчезает, молоточек под влиянием пружинки снова прижимается к винтику, и снова ток оказывается замкнутым; таким путем процесс размыкания и замыкания постоянно повторяется, и в первичной обмотке получается прерывистый ток.

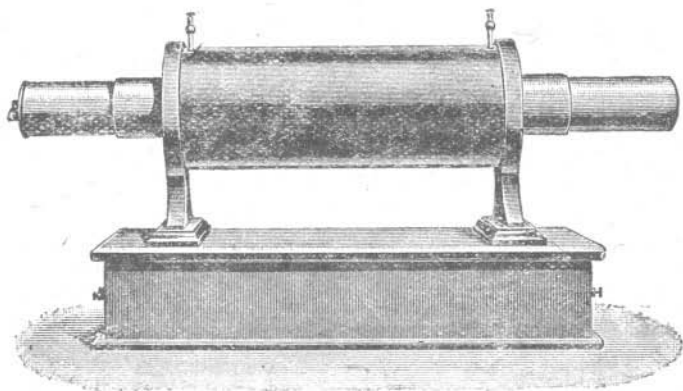


Рис. 357. Общий вид индуктора без прерывателя, но с конденсатором.

Для ослабления искр в прерывателе параллельно с ним включается конденсатор C

Заметим, что усиление тока при замыкании происходит медленнее, чем исчезновение тока при размыкании; сообразно с этим и электродвижущая сила во вторичной катушке в первом случае меньше, чем во втором. Поэтому, пока полюсы A , и B , (рис. 354) близки друг

в другую, между ними проскакивают искры обоих токов; но раздвинув полюсы A_2 и B_2 дальше, мы можем получить во вторичной катушке ток только одного направления, который образуется при размыкании первичной цепи. Это легко показать, заряжая искрами индуктора лейденскую банку.

Индукторы бывают весьма различной величины, с длиною искр между полюсами A_2 и B_2 от миллиметра до метра и более.

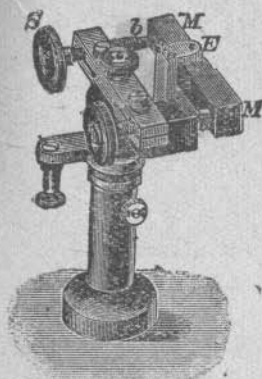


Рис. 358. Прерыватель Депреца.

Рис. 357 представляет общий вид индуктора без прерывателя. На рисунке виден ящик, в котором помещается конденсатор. Конденсатор состоит из оловянных листов, переложённых парафиновой бумагой (стр. 96, рис. 84).

На рис. 358 изображен употребляющийся и в настоящее время прерыватель Депреца. В принципе это — тот же прерыватель Румкорфа, но только с очень коротким молоточком, вследствие чего прерывания его получаются гораздо быстрее.

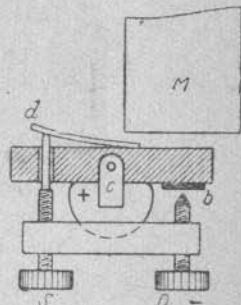


Рис. 359. Детали прерывателя Депреца.

Здесь MM — железный стержень (рис. 358), совершающий качания в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси E . Винтик Sb снабжен платиновым наконечником, и в b происходит перерыв первичного тока. Другой подобный же винт проходит в отверстии, сделанном в железном стержне, и служит для регулировки натяжения пружины, прижимающей стержень MM к винтику Sb . Весь прибор устанавливается так, чтобы железный стержень MM пришелся у конца сердечника индуктора. На рис. 359 показаны детали этого прерывателя.

331. Прерыватель Венельта. — Оригинальный прерыватель был изобретен Венельтом (рис. 360). Он имеет следующее устройство. В стакан с 20% раствором серной кислоты опущены два электрода. Положительным электродом служит конец платиновой проволоки, небольшого сечения (около 1 мм), которая впаяна в стеклянную трубку со ртутью; опуская положительный конец цепи в ртуть, мы соединяем его с платиновой проволокой. Отрицательным электродом служит свинцовая пластинка большой поверхности. Если включить этот прибор в цепь первичной катушки Румкорфа, то при слабых электродвижущих силах идет постоянный ток; начиная же с 30 вольт, плотность тока у платиновой проволоки оказывается настолько сильною, что вся проволока покрывается парами и газами, и ток прерывается. После небольшого перерыва серная кислота опять получает доступ к проволоке, и ток возникает вновь, чтобы снова прерываться, и т. д.

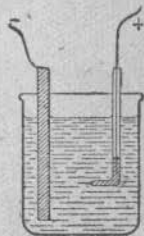


Рис. 360. Прерыватель Венельта.

Таким образом при напряжении около 100 вольт можно достигнуть более 1000 прерывов в секунду. Искры вторичной катушки при этом прерывателе получаются особенно эффектными (рис. 361).

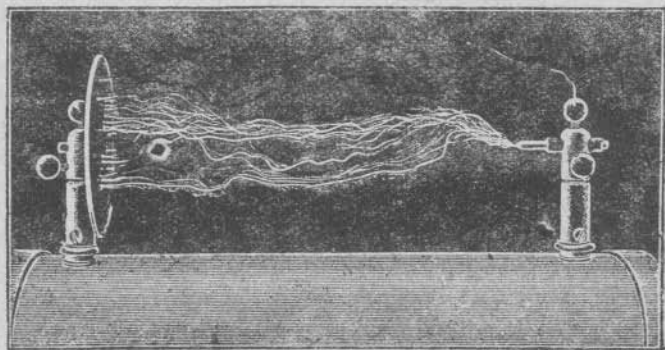
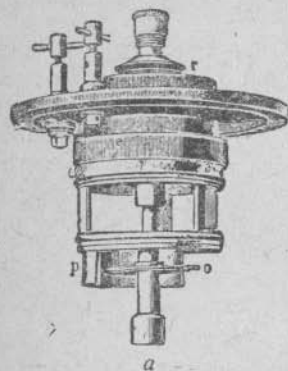


Рис. 361. Искры индуктора.

Заметим еще, что платиновую проволочку необходимо соединять с положительным полюсом батареи или той сети, откуда берется ток. В противном случае на ней выделяется водород, и платиновая проволочка настолько раскаляется, что стеклянная трубка лопаается, и прерыватель портится. Кроме того оказывается, что прерыватель Венельта действует лучше без конденсатора.



а



б

Рис. 362. Турбинный прерыватель.

332. Турбинный прерыватель. — Для получения быстрых и правильных прерываний употребляются в настоящее время так называемые турбинные прерыватели, которые могут выдерживать долгое время сильные токи без значительного нагревания. В чугунном сосуде (рис. 362 б) налито немного ртути и вставлена маленькая железная турбинка (рис. 362 а); при вращении турбинки ртуть поднимается по трубчатой оси ее и выбрасывается центробежной силой в отверстие о. Когда отверстие о приходится против полукольца р, то между р и о образуется ртутный контакт, который замыкает первичный ток индуктора. Через пол оборота ток размыкается (рис. 363).

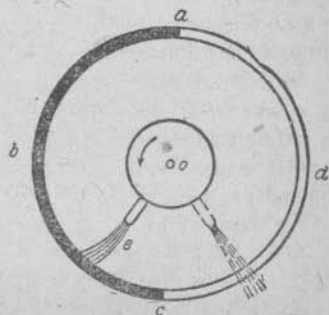


Рис. 363. Схема турбинного прерывателя.

602. Опыты Тесла. — При быстрых электрических колебаниях магнитное поле конечно меняется тоже очень быстро; поэтому индуктивные действия быстрых колебаний могут быть чрезвычайно сильными, в особенности если при этом воспользоваться еще явлением резонанса. Это сделано в следующем расположении опыта Тесла (рис. 623).

Индуктор J снабжает электричеством конденсатор C , причем через искровой промежуток F и проводник L проходят быстрые электрические колебания. Проводник L состоит из небольшого числа оборотов толстой проволоки. Внутри этой *первичной катушки* L помещена *вторичная катушка* ab с большим числом оборотов, в которой поэтому возникают

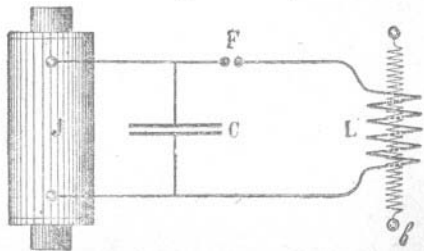


Рис. 623. Схема опытов Тесла.

очень большие напряжения. Если соответственно с большим числом оборотов, т. е. соответственно с большою самоиндукцией, сделать емкость вторичной катушки меньше, чем первой, то можно добиться резонанса обеих систем, отчего колебания вторичной катушки еще более усилятся. Таким путем Тесла достигал во вторичной катушке искр в несколько метров длиною.

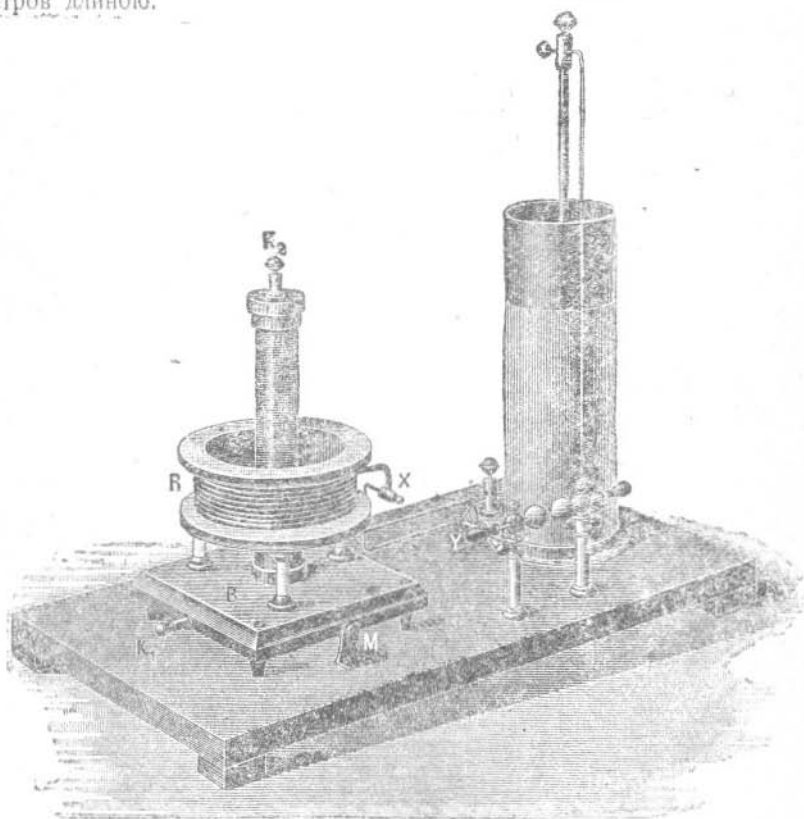


Рис. 624. Прибор для опытов Тесла.

На рис. 624 изображен прибор Тесла, который часто употребляется при демонстрациях. Здесь F — емкость, R — первичная катушка и K_1 , K_2 — полюсы вторичной катушки, Y — ручка для регулирования искрового промежутка.

Гейслеровы трубки светятся в поле катушки Тесла даже на далеком от нее расстоянии, точно так же вследствие высокого напряжения светятся проволоки, соединенные с концами катушки (рис. 625), и так далее.

603. Свойства быстропеременных токов. — Замечательно, что быстропеременные токи Тесла, несмотря на их высокие напряжения и энергию, не опасны для человека, а наоборот, ими даже пользуются теперь с лечебными целями.

Человек может без боли выдерживать переменный ток с пятьюдесятью периодами в секунду до 0,01 ампера, тогда как при 100 000 периодах можно довести силу тока даже до 0,8 ампера без заметного сокращения мускулов. Конечно пределы эти для различных лиц различны.

Можно сделать следующий опыт. Став на какой-нибудь изолятор и взяв один полюс 16-свечной лампочки накаливания, прикоснемся другим ее полюсом к одному из концов вторичной катушки Тесла: мы увидим, что лампочка раскаливается, значит по ней идет ток около 0,5 ампера, но рука, держащая лампочку, его почти не чувствует. Заметим, что ток в этом опыте не замкнутый, ибо человек, держащий лампочку, стоит на изоляторе. Но не надо забывать, что человеческое тело, как и всякий проводник, обладает известной емкостью, а сила переменного тока при емкости C определяется из соотношения (511, 520):

$$J_0 = aC V_0,$$

откуда видно, что даже если C мало, сила тока J может быть значительной вследствие

$$\text{большого } a = \frac{2\pi}{T}.$$

Токи Тесла обычно имеют период около одной миллионной секунды, значит a равно нескольким миллионам.

Благодаря большой величине a уже ничтожная самоиндукция прямого проводника дает большое кажущееся сопротивление aL . Это

легко показать на следующем опыте. Соединим (рис. 626) две лампочки параллельно, но так, чтобы у нижней лампочки проволока была короткая, у верхней же — более длинная дуга из толстой меди с ничтожным омическим сопротивлением. Пропустив через обе лампочки постоянный или даже обыкновенный переменный ток с периодом в $\frac{1}{50}$ секунды,

мы увидим, что обе лампочки светят одинаково, но при быстрых электрических колебаниях только нижняя лампочка светится, потому что в верхней ветви хотя и ничтожное омическое сопротивление, но большое кажущееся сопротивление aL . Нижняя лампочка не перестает светиться даже тогда, если в верхний провод вместо лампочки включить короткую толстую проволоку; это указывает на то, что омическое сопротивление верхней лампочки здесь никакой существенной роли не играет.

601. Сопротивление и емкость проводников при быстропеременным токам. — Необходимо указать еще на одно свойство быстропеременных

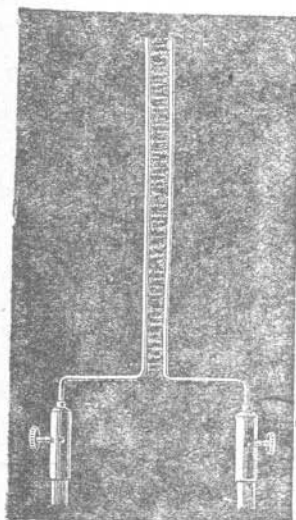


Рис. 625. Свечение проводок.

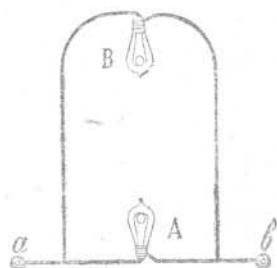


Рис. 626. Влияние самоиндукции в быстропеременных токах.

токов, а именно свойство сосредоточиваться на поверхности проводника, опять-таки благодаря своим сильным индуктивным действиям. Представим себе данный проводник как бы состоящим из целого ряда тонких волокон или проволок, соединенных параллельно, как это например бывает в гибких проводах и кабелях. Тогда при постоянном токе во всех этих проволоках мы будем иметь одну и ту же плотность тока; ток распределится равномерно по всему сечению проводника, и сопротивление проводника определится по его *полному* поперечному сечению S из формулы $R = \rho \frac{l}{S}$.

В случае же переменных токов каждая проволока, составляющая провод, будет возбуждать в соседней проволоке индукцию, которая будет противодействовать току в соседней проволоке и уменьшать его. Те волокна, которые находятся ближе к центру провода, будут находиться под индукционным действием всех окружающих их волокон, и потому в них ток будет в особенности ослаблен, тогда как в волокнах, находящихся ближе к поверхности, в наружных слоях, токи будут сильнее; кроме того внутренние токи будут отставать от наружных и по фазе. Одним словом, для внутренних волокон провода кажущееся сопротивление будет больше, чем для наружных. Результатом такого неравномерного распределения тока по сечению проводника будет то, что общее сопротивление проводника окажется тем больше, чем быстрее происходят перемены силы тока.

Отсюда видим, что при быстропеременных токах выгодно проводники делать полые, в виде труб, а не в виде сплошных проволок, так как внутренние части сечения таких проволок для быстропеременных токов являются бесполезными. Задача о распределении переменных токов по сечению проводника очень сложна, и мы ограничимся здесь тем, что сообщим следующие данные. Для переменного тока при $T = \frac{1}{50}$ секунды сопротивление медного проводника диаметром 2 см увеличивается против постоянного тока приблизительно на 3%, для проводника в 2 мм — всего только на 0,0003%.

Для быстрых колебаний $T = 10^{-6}$ сек. и для диаметра проволоки в 2 мм увеличение сопротивления получается почти в семь раз.

Далее, если проволока не прямая, а намотана например в виде катушки, то распределение тока по ее сечению делается несимметричным: большая плотность тока оказывается на внутренней стороне катушки.

Наконец при очень больших частотах распределение тока делается неравномерным не только по сечению, но и вдоль проволок. Мы уже видели, что такое неравномерное распространение тока должно иметь место в прямых вибраторах Гертца (596, 598), где наибольшая сила тока приходится посередине, между тем как на концах вибратора сила тока по необходимости должна равняться нулю, так как электричеству здесь уже некуда более двигаться. То же самое мы имеем в катушках Тесла (602, 602). Если мы сравним вибраторы Гертца и Тесла с теми вибраторами, которые у нас изображены на рис. 603 (стр. 592), то увидим, что концы катушек и проволок играют роль емкостей.

Из всего вышесказанного мы видим, что при быстропеременных токах сопротивление проводников, их самоиндукция и емкость не могут рассматриваться отдельно и независимо друг от друга, как это мы делали при расчетах переменных токов малой частоты (513, 521). При больших частотах все эти величины меняются вместе с частотой.

Само собою разумеется, что каждый проводник и каждая катушка уже имеют и некоторую емкость. Как бы мала ни была эта емкость, она при больших частотах может оказать свое действие.

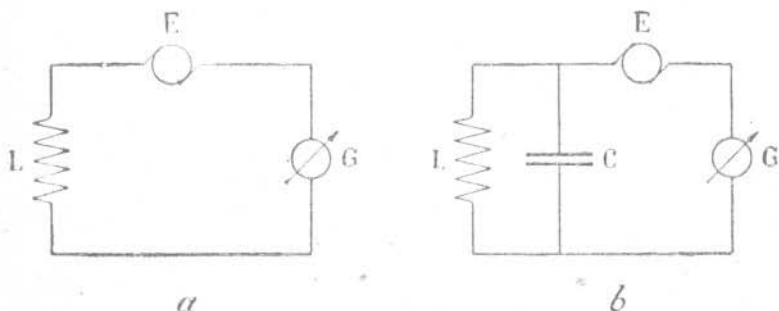


Рис. 627. Емкость при быстропеременных токах.

Положим например, что мы включили в цепь какую-нибудь катушку самоиндукции L и рассчитываем цепь по схеме рис. 627 а, где E — источник переменного тока, а G — гальванометр. При быстропеременном токе наш расчет может и не оправдаться на опыте. Действительно, если даже предполагать, что наша цепь удалена от других проводников и соединена с землею, тем не менее нам следовало бы рассчитывать эту цепь по схеме рис. 627 б, где C изображает емкость концов катушки.

При малых частотах сравнительно малая емкость C представляла бы очень большое кажущееся сопротивление $\frac{1}{\omega C}$ (511, 520), и почти весь ток пошел бы через самоиндукцию, как мы и рассчитывали.

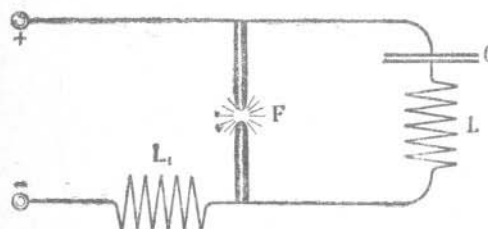


Рис. 628. Схема опыта Дудделя.

605. Звучащая вольтова дуга. — Дуддель изобрел способ получения *незатухающих* электрических колебаний. Схема этого способа (рис. 628) такая же, как у Герца, но вместо искрового промежутка здесь пользуются вольтовой дугой и для питания служит постоянный ток сравнительно низкого напряжения. Вольтова дуга, состоя

из легко подвижных раскаленных газов, не представляет собою постоянного сопротивления, вследствие чего электрический ток цепи, а вместе с ним и разность потенциалов постоянно меняются. Из всех этих перемен система LC усиливает, или, вернее, накапливает в себе, те, которые соответствуют собственному периоду системы $T = 2\pi \sqrt{LC}$. Колебания с этим

периодом становятся поэтому особенно сильными и в свою очередь начинают влиять на колебания газов в дуге, а периодические колебания этих газов еще более усиливают электрические колебания в системе LC и т. д.

Для того чтобы электрические колебания, возникающие в системе LC , не ответвлялись в главную цепь, а направлялись главным образом в дугу, в главной цепи устанавливаются большие самоиндукции L_1 .

Таким образом при расположении Дудделя получаются, во-первых, электрические колебания, т. е. переменный электрический ток в системе LC , и одновременно с ним сама дуга издает звук. Этот звук можно слышать, если размеры емкости и самоиндукции таковы, что число колебаний системы лежит в пределах, различаемых ухом, т. е. между 30 и 30 000 колебаний в секунду.

При помощи дуги Дудделя очень хорошо демонстрируется формула Кельвина. Так при увеличении емкости или самоиндукции период электрических колебаний увеличивается, и мы одновременно услышим в дуге соответственно более низкий звук; наоборот, при уменьшении емкости или самоиндукции звук повышается и т. д. Впрочем для точных измерений этот способ оказывается непригодным, потому что сопротивление дуги — а от нее тоже зависит период колебания — очень непостоянно.

Колебания потенциалов, получаемые по способу Дудделя, правда, не такие сильные, как при способе Гертца, зато они имеют почти постоянную амплитуду, т. е. представляют собою *незатухающие* колебания. Это последнее качество очень важно при резонансе. Чем меньше затухание, тем резче выражен резонанс.

Способ Дудделя был затем усовершенствован Поульсеном, и одно время эти способы употреблялись в беспроводной телеграфии, однако в настоящее время в радиотехнике и в лаборатории гораздо чаще для получения быстрых незатухающих электрических колебаний употребляются так называемые *катодные лампы*.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ГЕНЕРАТОР БЫСТРОПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ

Одной из задач физико-технического кружка является постройка в кружке приборов и моделей в помощь школе. Одним из таких приборов служит демонстрационный генератор быстропеременных токов. Тема быстропеременных токов высокой частоты изучается в 10-м классе. Для получения токов высокой частоты пользуются индукционной катушкой и трансформатором Тесла или катушкой Зейбта. Применение индукционных катушек с несовершенными прерывателями и опасность пробоя вторичной обмотки ставит преподавателя физики перед необходимостью проводить эти демонстрации только в редких случаях, а сложность аппаратуры исключает всякую возможность транспортировки этой модели в разные классы и аудитории. Приводимая на рисунке 27 конструкция генератора токов высокой частоты избавлена от этих недостатков. Она, обладая большой мощностью, позволяет демонстрировать изучаемые явления токов высокой частоты перед очень большой аудиторией. Модель портативна, питается от сети переменного тока в 120 или 220 в и очень проста в эксплуатации.

Установка состоит из двухлампового генератора высокой частоты, колебательный контур которого индуктивно связан с вторичным контуром, настроенным в резонанс, и выпрямителя, дающего необходимые напряжения для накала и анодов ламп генератора. Постройку генератора начинают с изготовления каркаса для катушки вторичного контура. Каркас, представляющий собой цилиндр, имеет длину 700 мм и диаметр 80 мм. Клеится он из картона или толстой бумаги на деревянной или металлической оправке, в качестве которой можно взять отрезок водопроводной трубы. Картон или бумага намазывается жидким горячим столлярным клеем и очень туго наворачивается на оправку. Толщина стенок каркаса должна быть около 6—8 мм. Полученный каркас обвязывается бечевкой вплотную виток к витку и оставляется на оправке до полного высыхания. Чтобы внутренняя стенка каркаса не приклеилась к оправке, необходимо обернуть ее двумя-тремя слоями бумаги. После того как каркас высохнет, его снимают с оправки и пропитывают горячим парафином или несколько раз покрывают хорошим изоляционным лаком. Покрытие должно быть сделано очень тщательно, так как от этого

в значительной степени зависит качество работы установки.

В готовом каркасе на расстоянии 100 мм от верхнего края просверливаются два отверстия для закрепления начала провода, затем во всю длину каркаса на него наматывается вплотную виток к витку катушка вторичного контура, провод ПШД диаметром 0,2—0,3 мм. На нижнем конце каркаса на расстоянии 100 мм также просверливаются два отверстия, в которых закрепляется второй конец катушки. После окончания катушки каркас сверху катушки покрывается слоем изоляционного лака высокого качества. Таким лаком может служить либо шеллачный лак, либо эмалит.

Из фанеры, пропитанной парафином, или из любого изоляционного материала вырезается кружок такого диаметра, чтобы он плотно входил в каркас, закрывая в виде пробки его верхнее отверстие. В центре кружка при помощи сквозного латунного болта с гайками укрепляется фарфоровый изолятор. Высота изолятора берется не менее 100 мм. Верхний конец латунного болта должен выступать над изолятором и иметь резьбу, на которую в процессе демонстрации могут быть накручены металлический шар или острия различной формы.

Закончив катушку вторичного контура, переходят к изготовлению колебательных контуров генератора. Оба (L_1 и L_2) контура наматываются голым медным проводом диаметром 2—3 мм. Катушка ведется на ребристом каркасе, состоящем из 4—6 стоек, сделанных из оргстекла или другого изоляционного материала (эбонита и т. д.). Стойки укреплены на верхней крышке ящика, служащего основанием всей установки. Катушка контуров на ребристом каркасе может быть сделана либо через отверстия, просверленные в стойках по диаметру провода, либо уложена в пазах, сделанных по краю стоек (см. рис. 27).

Расстояние между витками равно 4—5 мм, расстояние между катушками L_1 и L_2 — 20 мм. Внутренний диаметр катушек L_1 и L_2 — 110 мм. При установке каркаса вторичного контура внутрь колебательных контуров L_1 и L_2 расстояние между ними должно быть равно 15 мм.

Остальные детали генератора имеют следующие данные: сопротивления R_1 и R_2 в цепи сеток имеют по 3 т. ом. Сопротивление R_3 , являющееся средней точкой накала ламп, обязательно должно быть проволоочным со средней точкой (величина его от 50 до

Общий вид генератора

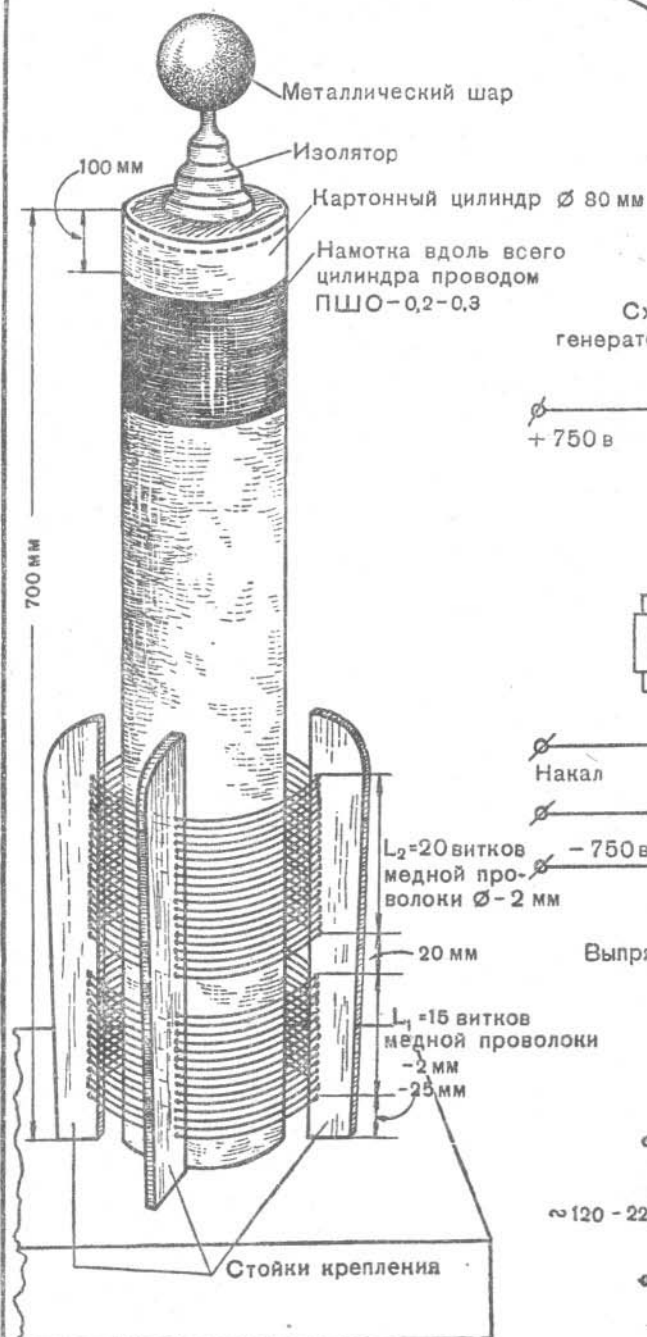
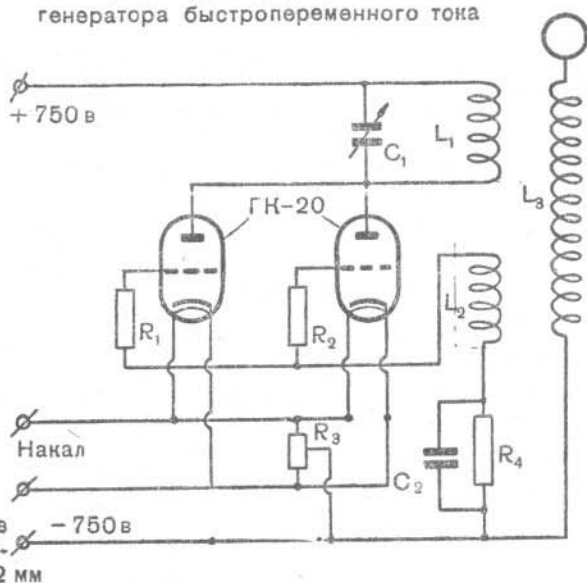


Схема демонстрационного генератора быстрого переменного тока



Выпрямитель к демонстрационному генератору

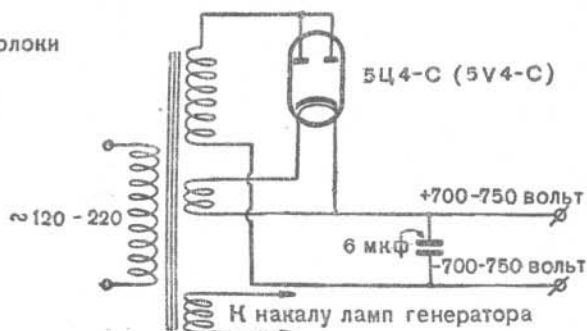


Рис. 27. Демонстрационный генератор быстрого переменных токов.

100 ом). Сопротивление R_4 —10 т. ом, проволочное, рассчитанное на мощность 10 вт; конденсатор C_1 емкостью от 500 до 1000 нф, переменный. Обязательное условие для этого конденсатора — большое расстояние между пластинами; конденсатор C_2 — 1 000 мкмкф, слюдяной.

Лампы берутся типа «ГК-20» или любые другие генераторные лампы, аналогичные по своим характеристикам.

Выпрямитель для питания установки собирается по общеизвестной схеме однополупериодного выпрямления (рис. 27). В качестве силового трансформатора может быть использован заводской силовой трансформатор, предназначенный для питания радиоприемников.

Фильтр состоит из одного бумажного конденсатора емкостью 4—6 мкф и рассчитан на пробивное напряжение в 1 000 в. Число витков обмотки накала ламп генератора должно соответствовать напряжению накала установленных ламп.

Прежде чем приступить к налаживанию генератора, нужно принять все меры предосторожности, необходимые при работе с аппаратурой высоких напряжений.

Для налаживания генератора сначала включают накал ламп и только после этого высокое напряжение (700—750 в). Затем к катушке вторичного контура подносится лампа дневного света, гейслерова трубка или неоновая лампа. Лампы должны ярко светиться на расстоянии 300—400 мм от катушки.

Если свечение слабое, то необходимо подстроить в резонанс колебательные контуры. Делается это с помощью ручки конденсатора C_1 , которую вращают. Если и в этом случае генератор не работает, необходимо поменять концы катушки L_2 и повторить процесс настройки.

Хорошо настроенный в резонанс генератор позволяет получить свечение трубок и ламп на расстоянии до 1—2 м от металлического шара, укрепленного на изоляторе вторичного контура.

Диаметр металлического шара равен 100—150 мм. Если такого шара нет, его можно заменить деревянным крокетным шаром, оклеенным станиолом. Когда к шару подносят металлический предмет, из него вылетают искры длиной 400—500 мм.

С описанной установкой можно провести все опыты, показываемые с помощью трансформатора Тесла. При эксплуатации уста-

новки необходимо хорошее заземление минусовых цепей.

Построенный генератор позволяет чрезвычайно наглядно демонстрировать принципы применения токов высокой частоты в самых различных областях современной техники.

Металлургические заводы используют токи высокой частоты для закалки стальных изделий, лесопильные заводы — для скоростной сушки древесины, пищевая промышленность — для уничтожения бактерий при консервировании продуктов, медицина — для лечения различных заболеваний и т. д.

ПОЛЯРИЗОВАННЫЙ СВЕТ И ОПЫТЫ С НИМ

Среди многочисленных физических опытов большой интерес представляют опыты с поляризованным светом. Физическая сущность явлений поляризации очень сложна, и мы ограничимся только элементарными объяснениями, достаточными для понимания производимых нами опытов.

Естественный свет, испускаемый любым источником — солнцем, электрической лампой, газовой горелкой и т. д., — не поляризован, то-есть он состоит из колебаний, которые не направлены специально ни в вертикальном, ни в горизонтальном, ни в каком-либо другом направлении. Эти световые колебания распространяются во всевозможных плоскостях, перпендикулярных к линии направления света.

Слово «поляризация» означает, что колебания происходят в каком-нибудь одном направлении. Если колебания происходят вертикально, то это значит, что распространяются волны, колебания которых происходят вверх и вниз, то-есть свет поляризован вертикально. Если же мы говорим, что свет поляризован горизонтально, то под этим подразумеваем, что колебания происходят вправо и влево под прямым углом к линии распространения света.

Для получения поляризованного света и его обнаружения существуют специальные физические приборы, называемые в первом случае **поляризаторами**, а во втором **анализаторами**. Обычно они устроены одинаково.

Существует несколько способов получения и анализа поляризованного света.

1. Поляризация при помощи **поляроидов**. Поляроиды представляют собой целлулоидные пленки с нанесенным