



# Индукционная катушка Румкорфа

Ю.В. Черников

(Продолжение. Начало см. № 5, 2008 г.)



Генрих Даниэль Румкорф

В конце 40-х годов XIX столетия к совершенствованию индукционных катушек и их изготовлению подключился Генрих Даниэль Румкорф [9]. Сначала длительное время он работал в парижской оптической мастерской, а затем – с 1840 г. в своей собственной, где он конструировал и изготавливал физические приборы. В 1852 г. появилась индукционная катушка Румкорфа, которая вобрала в себя все достижения его предшественников и современников. Внешний вид катушки показан на **рис. 1**, а принципиальная схема – на **рис. 2**. Катушка 5 имела две обмотки: одну – с толстым проводом и небольшим числом витков и вторую – с тонким проводом и очень большим числом витков. При изготовлении катушки Румкорфу пришлось преодолеть определенные трудности. Для того чтобы увеличить число витков во вторичной обмотке, Румкорф должен был применять очень тонкую проволоку и тщательно следить за тем, чтобы высокое напряжение не пробilo ее изоляцию. Первичная обмотка питалась от батареи 3 через выключатель 1, регулируемый резистор 2 и прерыватель 4 (вибрационного магнитного типа). При этом во вторичной обмотке наводилось напряжение большой величины, что позволяло получать искры длиной до 2 см. Одним из первых типов прерывателей, использованных в катушках Румкорфа, был так называемый «молоточек Вагнера» (или «молоточек Нефа»). Этот прибор появился в 40-х годах XIX века и представлял собой электромагнит, питаемый от батареи через подвижный ферромагнитный лепесток с контактами. При включении прибора лепесток притягивался к сердечнику электромагнита, контакт разрывал цепь питания электромагнита, после чего лепесток отходил от сердечника в первоначальное положение. Далее процесс повторялся с частотой, определяемой размерами деталей системы, жесткостью и массой лепестка.

В первоначальном виде катушка, изготовленная Румкорфом, давала чрезвычайно короткие искры. В 1853 г. знаменитый французский физик Арман Ипполит Луи Физо предложил включить в первичную цепь индукционной катушки конденсатор. Длительность искры при этом увеличилась.

Для разрыва больших токов в мощных индукционных катушках французским физиком Жаном Бернаром Луи Фуко был сконструирован прерыватель, в котором привод осуществлялся с помощью электромагнита, как в молоточке Вагнера - Нефа, а твердые контакты были заменены ртутными.

Следует отметить, что, вероятнее всего, Румкорф, выполняя свои эксперименты по индукции высокого напряжения, не пред-

ставлял, что было сделано в этом направлении Генри и Пейджем в США, Келланом в Ирландии или кем-либо иным за пределами Франции.

В 1859 г. Эдвард С. Ритчи в Бостоне (США) построил индукционную катушку с длиной искры до 35 см. При этом он использовал свою методику намотки вторичной обмотки в виде ряда конических секций. В том же году Румкорф построил катушку, позволяющую получать искры до 50 см. В конце 1864 г. в соответствии с рекомендацией комитета из 13 выдающихся французских ученых император Наполеон III постановил наградить премией им. Вольты парижского изготовителя приборов Генриха Д. Румкорфа за «...изобретение индукционной катушки». Эта премия была исключительно щедрой – 50000 франков. Катушкой Румкорфа во Франции стала называться любая индукционная катушка.

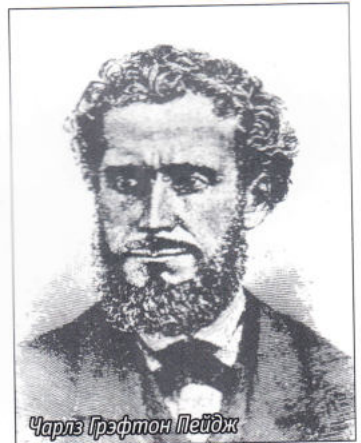
Но не все были согласны с приоритетом Румкорфа в создании индукционной катушки и со столь высокой оценкой его работ.

Когда известие о награждении Румкорфа премией им. Вольты дошло до Вашингтона, эксперт патентного ведомства профессор Пейдж решил бороться за свой приоритет [1]. Способ, которым он добивался справедливости, заключался в том, что он подал прошение в конгресс США, в котором просил принять законодательный акт, разрешающий ему получить патент на его индукционную катушку. Обращение в конгресс было экстраординарным по следующим причинам:

- катушка использовалась почти 30 лет;
- патентный закон США от 1836 г. запрещал работникам патентного ведомства иметь «какие-либо права или интерес, прямой или косвенный, в любом патенте».

Прошение Пейджа рассматривалось в Комиссии палаты представителей по патентам в течение 1867 г. В середине этого же года Пейдж завершил книгу «История индукции: американская заявка на индукционную катушку и ее электростатические применения». Книга представляла собой наиболее полное собрание опубликованных к тому времени материалов, посвященных индукционным приборам. Основное утверждение Пейджа заключалось в том, что «Румкорф не был автором какого-либо изобретения, открытия, принципа или усовершенствования, связанного с катушкой, носящей его имя». Пейдж заявил, что его собственная катушка 1838 г. лучше модели Румкорфа 1851 г.

После длительного разбирательства с привлечением ряда электротехников и изготовителей приборов общее мнение



Чарльз Грэфтон Пейдж



подытожил Томас Халл из Бостона, который засвидетельствовал, что прибор Пейджа представлял собой «одно и то же по общей форме, конструкции, работе и принципу», что и катушка Румкорфа. В феврале 1868 г. проект постановления по делу Пейджа поступил на рассмотрение палаты представителей конгресса США. Леонард Майерс, председатель комиссии по патентам, сказал: «... пусть то, что было известно, как катушка Румкорфа, станет называться «индукционной катушкой Пейджа». Хотя таким образом мы вознаграждаем заслугу и делаем имя Пейджа историческим».

Проект постановления был принят палатой представителей, а затем и сенатом США. Специальный законодательный акт, разрешающий Пейджу получение патента на индукционную катушку, был подписан 20 марта 1868 г. президентом США Эндрю Джонсоном. 26 марта того же года патентный поверенный Марселлес Бейли подал в патентное ведомство заявку Пейджа на индукционную катушку с 13-ю пунктами притязаний. 30 марта заявка была утверждена и патент Пейджа № 76654 вступил в силу с 14 апреля, а 5 мая 1868 г. Пейдж умер.

Следует отметить, что до вступления патента в действие никто публично не упоминал о его возможной применимости в телеграфии; однако он защищал несколько видов прерывателей цепи, а они, несомненно, представляют собой элемент любой телеграфной линии связи.

Использование патента некоторыми телеграфными концернами и фирмами по изготовлению устройств охранной и противопожарной сигнализации принесло наследникам Пейджа значительные финансовые средства. Судебные разбирательства, касающиеся использования технических средств, заявленных в патенте, другими фирмами и особенно теми из них, которые изготавливали устройства для электротерапии, продолжались в течение 10 лет. Действие патента Пейджа окончилось в 1885 г. [2].

В 40-е годы XIX столетия индукционная катушка нашла применение в России в качестве источника питания для электрического воспламенения минных зарядов. В это время Якоби, которому в 1840 г. была поручена разработка минного оружия для сухопутных частей русской армии, занимался усовершенствованием гальванической мины П.Л. Шиллинга. Практика и переход от опытных мин к боевым показали, что для взрыва больших зарядов требуется значительное напряжение, для получения которого приходилось брать гальваническую батарею, состоящую из большого числа элементов, вследствие чего установка получалась громоздкой и ненадежной. Якоби занялся изысканиями нового источника тока. Для повышения напряжения, получаемого от небольшой гальванической батареи, он предложил использовать индукционную катушку, первичная обмотка которой питалась от этой батареи через прерыватель [3]. Схема подобного индукционного аппарата уже использовалась им при опытах по определению электропроводности воды. В ходе работы над минами этот индукционный аппарат был усовершенствован. Он содержал, кроме индукционной катушки и гальванической батареи, автоматический электромеханический прерыватель тока с ртутными контактами, построенный по принципу «молоточка Вагнера». Широкие испытания полевых мин начались летом 1846 г. Якоби осуществлял взрывание мин на расстоянии нескольких километров от места установки источника тока. Результаты были настолько успешны, что в сентябре 1846 г. эти испытания были повторены в присутствии императора Николая I. Этим минным оружием были оснащены два саперных батальона, дислоцированных на Кавказе, где в это время шла война за окончательное его присоединение к России. Мины успешно использовались в боевых действиях 1847 – 1852 гг. при взятии аулов горцев, при экспедиции в Чечню, при обороне укреплённых позиций русской армии, при проведении военно-саперных работ [4]. Источниками тока для воспламенения мин служили батареи элементов Грове с

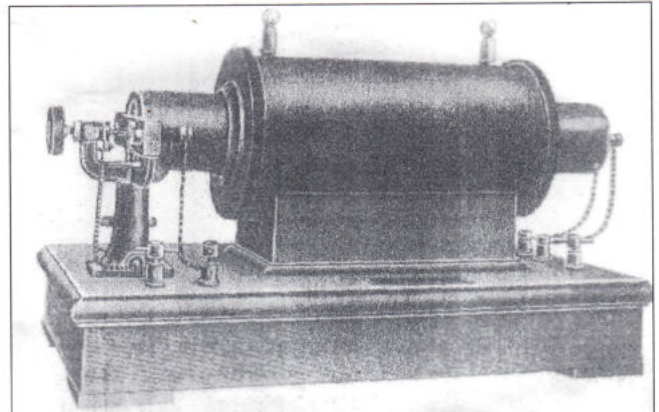


Рис. 1. Внешний вид катушки Румкорфа

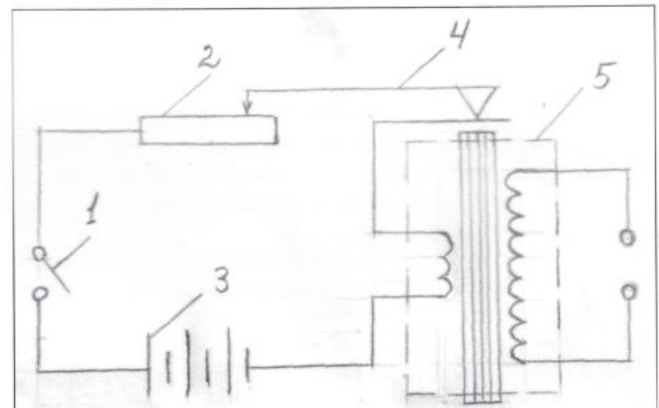


Рис. 2. Принципиальная схема катушки Румкорфа

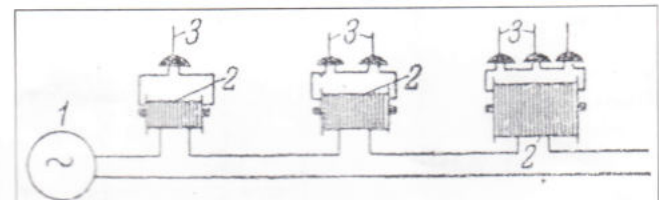


Рис. 3. Схема «дробления света» П.Н. Яблочкова

индукционными аппаратами и магнитоэлектрические генераторы, ранее изобретенные Якоби.

В 1848 – 1849 гг. Якоби силами своей мастерской провел значительную работу по изготовлению аналогичных комплектов минного оружия еще для двенадцати саперных батальонов и флотов Черноморской береговой линии.

Использование индукционных аппаратов в боевых условиях показало, что они, обладая несомненными достоинствами, имеют определенные недостатки, связанные с наличием гальванической батареи, которая часто, особенно при перевозках, портилась и требовала ухода. Кроме того, не всегда надежными оказывались ртутные контакты прерывателя.

Тем не менее, сухопутные гальванические мины Якоби с индукционными катушками успешно использовались и далее, а именно во время Крымской войны при обороне Севастополя, при осаде крепости Силистрии, для взрыва мостов в Карпатах.

В «Руководстве по минному искусству» видного русского военного инженера полковника Михаила Матвеевича Борескова, изданном в 1876 г., приведены, наряду с описаниями гальванических батарей и магнитоэлектрического генератора, схема и детальное описание индукционного аппарата.

Следующий важный шаг в применении индукционных катушек совершил выдающийся русский электротехник Павел



Николаевич Яблочков, который в 1876 г. изобрел усовершенствованную дуговую свечу [5]. В это время он работал в Париже в мастерской Луи Франсуа Клемана Бреге, известного физика, члена Французской академии и Бюро долгот.

Свеча представляла собой держатель с токопроводами, в которых укреплялись параллельно два угольных стержня, отделенные друг от друга слоем каолина. В верхней части лампы была установлена тонкая проводящая перемычка; когда включали свечу, перемычка перегорала, на ее месте возникала дуга и угли выгорали, уменьшаясь в размере, как стеариновая свеча. Следует отметить, что в этот период времени дуговые электрические свечи питались постоянным током. При этом положительный электрод сгорал быстрее отрицательного, поэтому его приходилось брать большего диаметра. Яблочков установил, что для питания свечи лучше использовать переменный ток; в этом случае при электродах одинакового диаметра получалась вполне устойчивая дуга.

Свечи Яблочкова привлекли к себе всеобщее внимание. В 1877 г. с их помощью было устроено уличное освещение на Avenue de l'Opera в Париже. Под названием «русский свет» свечи Яблочкова использовались позже для уличного освещения во многих городах мира. Осветительные установки по системе Яблочкова подключались к источникам переменного тока (генераторам З.Т. Грамма), в результате чего спрос на них значительно возрос.

Однако после распространения свечи Яблочкова в Европе электротехники натолкнулись на определенные трудности, связанные с так называемой проблемой «дробления» электрической энергии, которая состояла в следующем. Как правило, от одного генератора должно было питаться множество свечей. Между тем при последовательном соединении многих свечей потухание только одной свечи было равносильно разрыву цепи, после чего гасли остальные свечи. При параллельном соединении свечей обычно загоралась только та из них, сопротивление которой было наименьшим.

Решение проблемы «дробления» электрической энергии Яблочков начал с того, что сконструировал совместно с электромашиностроительным заводом Грамма специальный генератор переменного тока [6]. Распределение электроэнергии между группами свечей осуществлялось путем разделения обмотки статора на несколько секций, электрически не связанных между собой. В этом случае погасание одной группы свечей не отражалось на горении других групп. Однако наличие большого количества длинных проводов питания усложняло сеть и вызывало дополнительные расходы.

Другое более эффективное решение этой задачи, также предложенное Яблочковым (рис. 3), заключалось в применении индукционных катушек 2, первичные обмотки которых были включены последовательно в цепь генератора переменного тока, и в подключении свечей 3 к вторичным обмоткам этих катушек.

Яблочков также разработал схему включения индукционных катушек в сеть постоянного тока, для чего вводил общий прерыватель в цепь их первичных обмоток. Оба способа питания электрических свечей от индукционных катушек были указаны в четырех патентах, полученных Яблочковым (Франция – 1876 г., Германия и Англия – 1877 г., Россия – 1878 г.). Он впервые использовал индукционную катушку в качестве трансформатора. Между тем, французское общество «Электрическое освещение», которое владело патентами Яблочкова, фактически почти не применяло изобретенный им трансформатор, а в осуществляемых установках включало «свечи Яблочкова» последовательно до 6 шт. Известно, что установка трансформаторов для питания свечей Яблочкова была выполнена только 2 раза [7]. В 1882 г. на Всероссийской промышленно-художественной выставке в Москве в павильоне «Т-во Яблочков – изобретатель и К<sup>о</sup>» стоял

однофазный генератор переменного тока, нагрузкой которого служили пять включенных последовательно однофазных трансформаторов, от вторичных обмоток которых питались током «свечи Яблочкова». Вторая установка с трансформаторами для питания 90 «свечей Яблочкова» была осуществлена на выставке в Париже в 1889 г., где каждые шесть последовательно включенных свечей получали питание от своего трансформатора. Первичные обмотки трансформаторов были включены последовательно, и каждый трансформатор имел коэффициент трансформации, равный 1. Следует еще раз отметить, что общество «Электрическое освещение» совершенно не отдавало себе отчет о важности трансформатора, изобретенного Яблочковым.

Впереди у трансформаторов был долгий и интересный путь развития и совершенствования, который прошли ученые и изобретатели разных стран (Дж. Д. Голяр, Люстен Гиббс, И.Ф. Усагин, Джон и Эдвард Гопкинсоны, Р. Кеннеди, Миклош Дери, С.Ц. Ферранти, Отто Блати, Карой Циперновский и др.), но основой их работ всегда была индукционная катушка.

В 1885 г. знаменитый американский изобретатель Томас Альва Эдисон предложил устройство «для передачи без проводов азбуки Морзе» – индукционный телеграф [8], на которое он затем получил патент США. Это устройство предназначалось для связи движущегося поезда со станцией. Для реализации этой системы телеграфный провод был подвешен на столбах параллельно железнодорожной колее на высоте вагона. На крыше вагона была уложена изолированная металлическая полоса, соединенная проводом с приемопередающим устройством, расположенным в том же вагоне. Заземление производилось через колеса вагона и рельсы. Такие же аппараты устанавливались на железнодорожных станциях. Расстояние между металлической полосой и телеграфным проводом, достигающее 20 м, перекрывалось за счет индукционного взаимодействия. В положении работы устройства «на передачу» электромагнитный прерыватель, включенный в первичную цепь индукционной катушки, работал в режиме «включено-выключено», и по этой обмотке протекали импульсы тока от батареи. В результате на вторичной обмотке катушки появлялись импульсы напряжения, которые при помощи ключа управления преобразовывались в пачки импульсов, длительности которых соответствовали точкам и тире в азбуке Морзе. В положении работы устройства «на прием» сигнал принимался на телефон. Система «беспроводного» поездного телеграфа Эдисона была испытана в 1887 г. на железной дороге и успешно действовала.

#### Литература:

1. Пост Р.С. Искры, разлетевшиеся от индукционной катушки: премия им. Вольты и патент Лейджда. // Труды института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике, том 64, 1976, № 9. – С. 21 – 23.
2. Там же, С. 24 – 25.
3. Бочарова М.Д. Электротехнические работы Б.С. Якоби. // М.-Л.: ГЭИ, 1959 – С. 174 – 176.
4. Там же, С. 195.
5. История электротехники / Под ред. И.А. Глебова. – М.: Изд-во МЭИ, 1999. – С. 60 – 61.
6. Гусев С.А. Очерки по истории развития электрических машин. // М.-Л.: ГЭИ, 1955. – С. 103 – 104.
7. Там же, С. 157 – 158.
8. Белькинд Л.Д. Томас Альва Эдисон 1847 – 1931. – М.: Наука, 1964. С. 92 – 96.
9. Хасанов Б. Генрих Даниэль Румкорф. // [www.ru.Wikipedia.org](http://www.ru.Wikipedia.org).
10. Родионов В.М. Зарождение радиотехники. – М.: Наука, 1985. – С. 67 – 68.

(Продолжение следует)