

ТРАНСФОРМАТОР

О физической сути явления трансформации токов уже сообщалось в главе, посвященной телефону. Нужно, однако, сказать еще несколько слов об изобретении этого замечательного устройства, позволившем разрешить множество больших и малых проблем электротехники. Вполне логично утверждать, что первый трансформатор появился одновременно с открытием явления электромагнитной индукции. Один из опытов Фарадея заключался в том, что он пускал ток от батареи через обмотки катушки. При этом возникал ток в обмотках второй катушки, которая находилась поблизости, но никак не была связана с первой. Моментальное прохождение тока регистрировалось гальванометром. Сам Фарадей, впрочем, никогда не использовал этот эффект для преобразования напряжения.

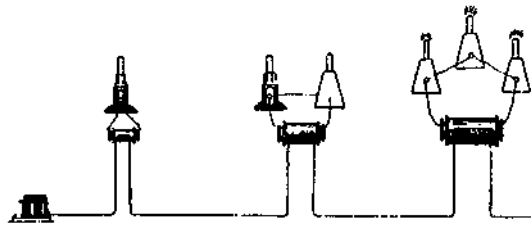
В 1848 году Румкорф первым обратил внимание физиков на удивительные способности трансформатора создавать токи очень высокого напряжения. Но прошло еще несколько лет, прежде чем ему удалось создать работающую модель этого прибора. В результате, в 1852 году появилась знаменитая индукционная катушка Румкорфа, которая сыграла огромную роль в истории техники. При изготовлении этого первого трансформатора изобретателю пришлось преодолеть значительные трудности. Для того, чтобы увеличить число витков в обмотке вторичной катушки, Румкорф должен был применять очень тонкую проволоку и при этом тщательно следить, чтобы высокое напряжение не пробило ее изоляции. Купив несколько километров тонкой как волос проволоки, он тщательно заизолировал ее, а затем аккуратно навил на катушку виток к витку. С помощью своей катушки Румкорф мог получать колебания тока очень высокого напряжения. Постоянный ток на поддается трансформации. Для того чтобы превратить постоянный ток батареи в переменный, Румкорф последовательно с первичной катушкой включил прерыватель, который периодически замыкал и размыкал ток первичной цепи (обычно с частотой от нескольких десятков до нескольких сотен раз в секунду). При замыкании первичного тока от батареи во вторичной обмотке наводилось напряжение, которое было выше первичного в таком же отношении, в каком находилось количество витков во вторичной и первичной обмотках. При размыкании тока первичной обмотки во вторичной наводилось еще более высокое напряжение. Величина его была тем больше, чем быстрее шло размыкание тока. В качестве прерывателя применялась пружинная пластинка, которая притягивалась сердечником катушки и размыкала цепь. Частота прерываний зависела от массы и упругости пружины, от количества витков в первичной обмотке и от напряжения батареи.

На протяжении нескольких десятилетий трансформаторы почти не использовались в технике и имели исключительно научное применение. Только в конце 70-х годов индукционные катушки стали ши-

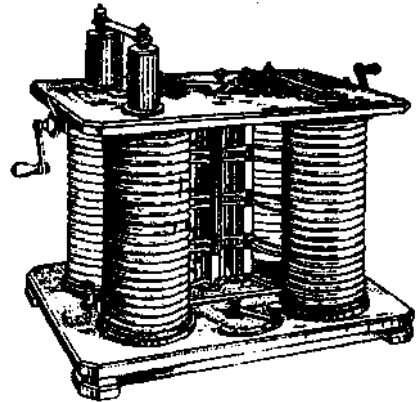
роко использоваться в телефонных аппаратах и при устройстве электрического освещения. Дело в том, что после распространения свечи Яблочкова в Европе электротехники столкнулись с так называемой проблемой «дробления» электрической энергии. Она состояла в следующем. Как правило, от одной генераторной установки должно было питаться множество лампочек. Между тем при последовательном соединении многих свечей режим работы сети становился неустойчивым. Потухание только одной свечи было равносильно разрыву сети, после чего гасли и остальные свечи. Если свечи включались в цепь параллельно, то обычно загоралась только та из них, сопротивление которой было наименьшим (потому что ток, как известно, идет всегда по линии наименьшего сопротивления). Когда эта свеча полностью выгорала, загоралась следующая, сопротивление которой было наименьшим, и так далее. Столкнувшись с этой проблемой, Яблочков предложил использовать для «дробления» энергии индукционные катушки.

При этом соединении в цепь последовательно включались первичные обмотки катушек, а во вторичную обмотку, в зависимости от ее параметров, могли включаться одна, две, три или более свечей. Катушки работали при этом в режиме трансформатора, давая на выходе необходимое напряжение. При потухании лампы цепь не прерывалась, так что отдельные свечи продолжали гореть.

С развитием техники переменных токов трансформаторы получили важное значение. В 1882 году Голяр и Гиббс взяли патент на трансформатор, который использовался



Разделение электроэнергии посредством индукционных катушек



Трансформатор Голяра и Гиббса с разомкнутой магнитной системой

уже не только для «дробления» энергии, но и для преобразования напряжения.

Устройство его видно из рисунка: на деревянной подставке укреплялось некоторое число вертикальных индукционных катушек, первичные обмотки которых были соединены последовательно. Вторичные обмотки делились на секции, и каждая секция имела пару вы

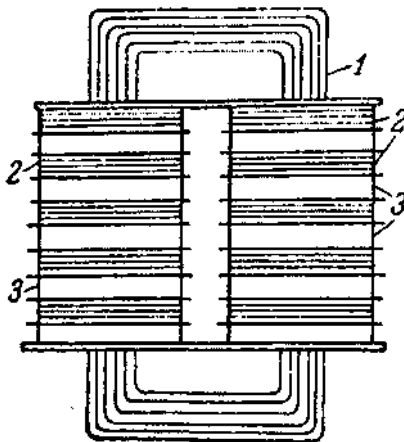
водов для присоединения приемников тока, которые действовали независимо друг от друга. Сопротивление в первичной цепи (а, следовательно, и силу

тока) можно было регулировать, перемещая внутри катушек сердечники (на рисунке часть сердечника выдвинута). Сердечники первичной и вторичной обмоток не были соединены между собой, поэтому эти трансформаторы имели разомкнутую магнитную систему. Однако вскоре было замечено, что если вторичную и первичную катушки насадить на единый сердечник, то трансформатор будет работать гораздо лучше — потери энергии сократятся, а КПД повысится. Первый такой трансформатор с замкнутой магнитной системой был создан в 1884 году английскими изобретателями братьями Джоном и Эдуардом Гопкинсон.

Сердечник этого трансформатора был набран из стальных полос или проволоки, разделенных изоляционным материалом, что снижало потери энергии на вихревые токи. На этот сердечник, чередуясь, помещали катушки высшего и низшего напряжения.

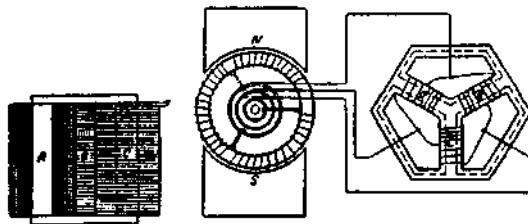
В 1885 году венгерский электротехник Дери доказал, что трансформаторы должны включаться в цепь параллельно, и взял патент на этот способ соединения. Только после этого начался промышленный выпуск трансформаторов однофазного переменного тока. Поскольку мощные трансформаторы испытывали при своей работе значительный перегрев, была разработана система их масляного охлаждения (внутри трансформатора стали помещать керамический сосуд с маслом). Трансформаторы оказались чрезвычайно полезны и при трехфазной системе.

Вообще, система трехфазного тока не получила бы в первые же годы своего существования такого широкого применения, если бы она не решала проблемы передачи энергии на большие расстояния. Но такая передача, как



*Схема трансформатора Гопкинсон:
1 - стальной шихтованный сердечник;
2 - обмотки высшего напряжения;
3 - обмотки низшего напряжения*

будет показано ниже, выгодно только при высоком напряжении, которое, в случае переменного тока, получается при помощи трансформатора.



Трехфазный трансформатор Доливо-Добровольского с радиальным расположением сердечников

Трехфазная система не представляла принципиальных затруднений для трансформирования энергии, но требовала трех однофазных трансформаторов вместо одного при однофазной системе. Такое увеличение числа довольно дорогих аппаратов не могло не вызвать стремления найти более удовлетворительное решение.

В 1889 г. Доливо-Добровольский изобрел трехфазный трансформатор с радиальным расположением сердечников.

В этом случае обмотки высшего и низшего напряжений каждой фазы располагались на соответствующих радиальных сердечниках, а магнитный поток заключался на наружной оболочке (внешнем ярме). Затем Доливо-Добровольский нашел, что проще разместить стержни с обмотками параллельно, а торцы стержней (сердечников) соединить одинаковым ярмом. Тогда вся система получалась более компактной. Этот тип трансформатора получил название «призматического».

Наконец, в октябре 1891 года Доливо-Добровольский взял патент на трехфазный трансформатор с параллельными стержнями, расположенными в одной плоскости. Его конструкция оказалась настолько удачной, что без принципиальных изменений сохранилась до наших дней.

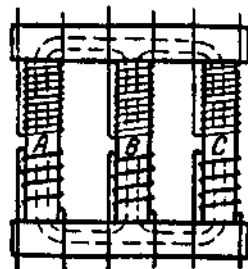
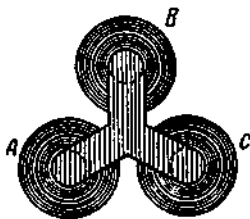
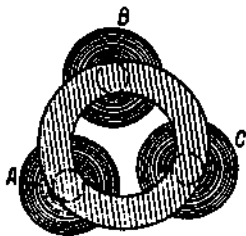


Рис. 59-5. Трехфазные трансформаторы Доливо-Добровольского «призматического» типа

Рис. 59-6. Трехфазный трансформатор Доливо-Добровольского с параллельным расположением стержней в одной плоскости



Источник: Рыжков К.В. 100 великих изобретений. — М.: Вече, 1999. — 528с. — (100 великих).