

УКД 577.3

## УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ТРАНСФОРМАТОРА ТЕСЛА

Хвитько К.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И.

Трансформатор Тесла был запатентован 22 сентября 1896 года. Аппарат представили, как прибор, производящий электрические токи высокого потенциала и частоты. Устройство было изобретено Николой Тесла и названо его именем.

Суть действия прибора можно объяснить на примере всем известных качелей. При их раскачивании в условиях принудительных колебаний амплитуда станет пропорциональной прилагаемому усилию. При раскачивании в свободном режиме максимальная амплитуда при тех же усилиях многократно возрастет. Такова суть и трансформатора Тесла. В качестве качелей в аппарате используется колебательный вторичный контур. Генератор играет роль прилагаемого усилия. При их согласованности (подталкивании в строго необходимые периоды времени) обеспечивается задающий генератор либо первичный контур (в соответствии с устройством).

Простой трансформатор Тесла включает в себя две катушки. Одна – первичная, другая – вторичная. Также резонансный трансформатор Тесла состоит из тороида (применяется не всегда), конденсатора, разрядника. Трансформатор Тесла также содержит "выход" – терминал.

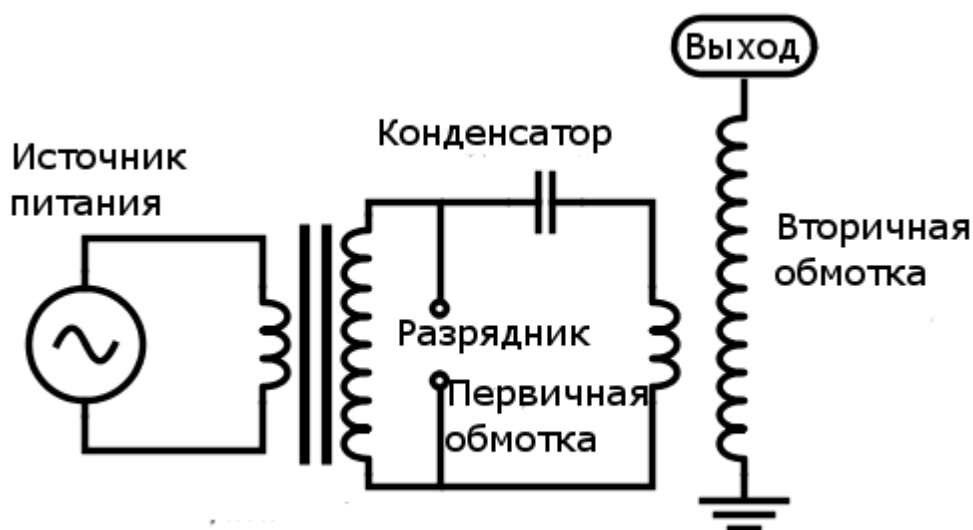


Рисунок 1. Схема установки

Первичная катушка содержит, как правило, провод большого диаметра либо медную трубку с несколькими витками. Во вторичной катушке имеется кабель меньшего сечения. Количество его витков – около 1000. Первичная катушка может иметь плоскую (горизонтальную), коническую или цилиндрическую (вертикальную) форму. Здесь, в отличие от обычного трансформатора, нет ферромагнитного сердечника. За счет этого существенно снижается взаимоиנדукция между катушками. Вместе с конденсатором первичный элемент формирует колебательный контур. В него включен разрядник – нелинейный элемент.

Вторичная катушка тоже формирует колебательный контур. В качестве конденсатора выступают тороидная и собственная катушечная (межвитковая) емкости. Вторичная обмотка

часто покрыта слоем лака либо эпоксидной смолы. Это делается во избежание электрического пробоя.

Схема трансформатора Тесла включает в себя два массивных электрода. Эти элементы должны обладать устойчивостью к протеканию сквозь электрическую дугу больших токов. Обязательно наличие регулируемого зазора и хорошего охлаждения. Терминал может представлять собой сферу, заточенный штырь или диск. Он предназначается для получения искровых предсказуемых разрядов с большой длиной. Таким образом, два связанных колебательных контура образуют трансформатор Тесла. Энергия из эфира – одна из целей функционирования аппарата.

Изобретатель прибора стремился достичь волнового числа  $Z$  в 377 Ом. Он изготавливал катушки все большего размера. Нормальная (полноценная) работа трансформатора Тесла обеспечивается в случае, когда оба контура настроены на одну частоту. Как правило, в процессе корректировки осуществляется подстройка первичного контура под вторичный. Это достигается за счет изменения емкости конденсатора. Также меняется количество витков у первичной обмотки до появления на выходе максимального напряжения.

В будущем предполагается создать несложный трансформатор Тесла. Энергия из эфира будет работать на человечество в полной мере.

Трансформатор Тесла функционирует в импульсном режиме. Первая фаза – конденсаторный заряд до напряжения пробоя разрядного элемента. Вторая – генерация высокочастотных колебаний в первичном контуре. Включенный параллельно разрядник замыкает трансформатор (источник питания), исключая его из контура. В противном случае он будет вносить определенные потери. Это, в свою очередь, снизит добротность первичного контура. Как показывает практика, такое влияние существенно уменьшает длину разряда. В связи с этим в построенной грамотно схеме разрядник всегда ставится параллельно источнику.

Заряд производит внешний источник высокого напряжения на основе низкочастотного повышающего трансформатора. Конденсаторная емкость выбирается так, чтобы она составляла вместе с индуктором определенный контур. Частота его резонанса должна быть равна высоковольтному контуру. На практике все несколько иначе. Когда осуществляется расчет трансформатора Теслы, не учитывается энергия, которая пойдет на накачку второго контура. Напряжение заряда ограничивается напряжением у пробоя разрядника. Его можно регулировать. Напряжение пробоя корректируется при изменении формы либо расстояния между электродами. Как правило, показатель находится в пределах 2-20 кВ. Знак напряжения не должен слишком "закорачивать" конденсатор, на котором происходит постоянная смена знака.

После того как будет достигнуто напряжение пробоя между электродами, в разряднике формируется электрический лавинообразный пробой газа. Происходит разряд конденсатора на катушку. После этого резко снижается напряжение пробоя в связи с оставшимися ионами в газе (носителями заряда). Вследствие этого, состоящая из конденсатора и первичной катушки, цепь контура колебания через разрядник остается замкнутой. В ней образуются высокочастотные колебания. Они постепенно затухают, преимущественно вследствие потерь в разряднике, а также ухода на вторичную катушку электромагнитной энергии. Тем не менее, колебания продолжают, пока током создается достаточное количество зарядных носителей для поддержания в разряднике существенно меньшего напряжения пробоя, чем амплитуда колебаний LC-контура. Во вторичной цепи появляется резонанс. Это приводит к возникновению высокого напряжения на терминале.

Какого бы типа ни была схема трансформатора Тесла, вторичный и первичный контуры остаются неизменными. Тем не менее, один из компонентов основного элемента может быть разной конструкции. В частности, речь идет о генераторе высокочастотных колебаний.

RSG Трансформатор Тесла высокой мощности включает в себя более сложную конструкцию разрядника. Аббревиатура расшифровывается как Rotary Spark Gap. Ее можно

перевести следующим образом: вращающийся/роторный искровой либо статический промежуток с дугогасительными (дополнительными) устройствами.

В таком случае частота работы промежутка подбирается синхронно частоте конденсаторной подзарядки. Конструкция искрового роторного промежутка включает в себя двигатель (как правило, он электрический), диск (вращающийся) с электродами, которые или замыкают, или приближаются к ответным компонентам для замыкания. Выбор расположения контактов и скорости вращения вала основывается на необходимой частоте следования колебательных пачек. В соответствии с типом управления двигателем различают искровые роторные промежутки асинхронные и синхронные. Также применение искрового вращающегося промежутка значительно понижает вероятность образования паразитной дуги между электродами. В некоторых случаях обычный разрядник заменяют многоступенчатым. Для охлаждения этот компонент иногда помещают в газообразные или жидкие диэлектрики (в масло, к примеру). В качестве типового приема гашения дуги статистического разрядника используется продувка электродов с помощью мощной воздушной струи. В ряде случаев трансформатор Тесла классической конструкции дополняется вторым разрядником. Задача этого элемента состоит в обеспечении защиты низковольтной (питающей) зоны от высоковольтных выбросов.

Иногда используют электронные лампы в роли генератора колебаний ВЧ. Как правило, это достаточно мощные лампы типа ГУ-81. Но иногда можно встретить и маломощные конструкции. Одной из особенностей в данном случае является отсутствие необходимости обеспечения высокого напряжения. Чтобы получить относительно небольшие разряды, нужно порядка 300-600 В.

С развитием электроники появилась возможность значительно упростить и уменьшить размер прибора. Вместо конструкции на лампах стали применять трансформатор Тесла на транзисторах. Обычно используется биполярный элемент соответствующей мощности и тока

При применении прибора на выходе можно получить напряжение в несколько миллионов вольт. Оно способно создавать в воздухе внушительные разряды, которые могут обладать многометровой длиной. Эти явления очень привлекательны внешне для многих людей. Любителями трансформатор Тесла используется в декоративных целях. Сам изобретатель применял аппарат для распространения и генерации колебаний, которые направлены на беспроводное управление приборами на расстоянии (радиоуправление), передачи данных и энергии.

В начале XX столетия катушка Тесла стала использоваться в медицине. Больных обрабатывали высокочастотными слабыми токами. Они, протекая по тонкому поверхностному слою кожи, не вредили внутренним органам. При этом токи оказывали оздоравливающее и тонизирующее воздействие на организм. Кроме того, трансформатор используется при поджиге газоразрядных ламп и при поиске течей в вакуумных системах. Однако в наше время основным применением аппарата следует считать познавательно-эстетическое.

Эффекты связаны с формированием разного рода газовых разрядов в процессе функционирования устройства. Многие люди коллекционируют трансформаторы Тесла, чтобы иметь возможность наблюдать за захватывающими эффектами. Всего аппарат производит разряды четырех видов. Зачастую можно наблюдать, как разряды не только отходят от катушки, но и направлены от заземленных предметов в ее сторону. На них также могут возникать коронные свечения. Примечательно, что некоторые химические соединения (ионные) при нанесении на терминал могут изменить цвет разряда. К примеру, натриевые ионы делают спарк оранжевым, а борные – зеленым.

Стримеры - это тускло светящиеся разветвленные тонкие каналы. Они содержат ионизированные газовые атомы и свободные электроны, отщепленные от них. Эти разряды протекают от терминала катушки или от самых острых частей непосредственно в воздух. По своей сути стример можно считать видимой ионизацией воздуха (свечением ионов).

Дуговой разряд образуется достаточно часто. К примеру, если у трансформатора достаточная мощность, при поднесении к терминалу заземленного предмета может образоваться дуга. В некоторых случаях требуется прикосновение предмета к выходу, а затем отведение на все большее расстояние и растягивание дуги. При недостаточной надежности и мощности катушки такой разряд может повредить компоненты.



Рисунок 2. Дуговой разряд

Спарк: этот искровой заряд отходит с острых частей или с терминала напрямую в землю (заземленный предмет). Спарк представлен в виде быстро сменяющихся или исчезающих ярких нитевидных полосок, разветвленных сильно и часто. Существует также особый тип искрового разряда. Он называется скользящим.



Рисунок 3. Спарк

Коронный разряд: это свечение ионов, содержащихся в воздухе. Оно происходит в высоконапряженном электрическом поле. В результате создается голубоватое, приятное для глаза свечение.

В процессе функционирования трансформатора можно услышать характерный электрический треск. Это явление обусловлено процессом, в ходе которого стримеры превращаются в искровые каналы. Он сопровождается резким увеличением количества энергии и силы тока. Происходит быстрое расширение каждого канала и скачкообразное повышение давления в них. В итоге на границах образуются ударные волны. Их совокупность от расширяющихся каналов формирует звук, который воспринимается как треск.

Как и другой источник такого высокого напряжения, катушка Tesla может быть смертельно опасной. Но существует иное мнение, касающееся некоторых типов аппарата. Поскольку у высокочастотного высокого напряжения есть скин-эффект, а ток существенно отстает от напряжения по фазе, и сила тока очень мала, несмотря на потенциал, разряд в

человеческое тело не может спровоцировать ни остановку сердца, ни прочие серьезные нарушения в организме.

#### Литература

1. Ацюковский, В.А. Трансформатор Тесла. Энергия из эфира / В.А. Ацюковский ; Пегит, - Жуковский, 2004.-24с.
2. Интернет ресурсы : <http://fb.ru/article/167817/shema-transformatora-tesla-transformator-tesla--printsip-raboty>