

# ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ДЕМОНСТРАЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРА ТЕСЛА

**Е. В. Клекта**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель И. И. Злотников

Несмотря на то что со времени создания трансформатора Тесла прошло уже более 120 лет, интерес к этому прибору не угасает и находятся все более интересные области его применения. Хотя в наше время трансформатор Тесла чаще всего используется для создания спецэффектов (кино, сцена, красочные шоу, презентации), однако его применение не исчерпываются этим. Он служит для генерации мощных высокочастотных электромагнитных колебаний, которые успешно применяются для беспроводной передачи данных, в медицине (дарсонвализация), для поиска течей в вакуумных системах (искровой течеискатель), для демонстрационно-познавательных целей и др.

Целью данной работы является выбор наиболее оптимальной конструкции трансформатора Тесла, его изготовление и использование для демонстрации различных электромагнитных и электрофизических явлений при изучении курса физики.

Трансформатор Тесла относится к числу резонансных трансформаторов и состоит из первичной и вторичной обмоток и устройства, обеспечивающего питание первичной обмотки на резонансной частоте вторичной. Если обеспечить это условие, то напряжение на выходе может возрасти в сотни раз, фактически оно ограничено лишь электрической прочностью окружающего воздуха и самого трансформатора. Схема классического трансформатора приведена на рис. 1.

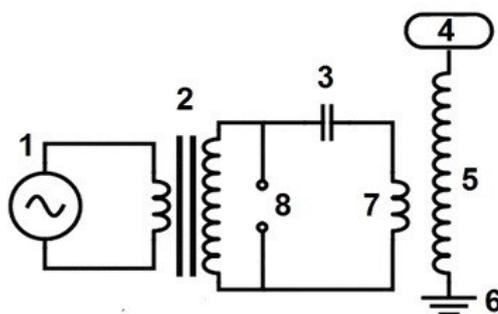


Рис. 1. Устройство классического трансформатора Тесла:

- 1 – источник питания (аккумулятор с прерывателем); 2 – низкочастотный входной трансформатор (катушка Румкорфа); 3 – конденсатор колебательного контура; 4 – выход (терминал); 5 – вторичная обмотка; 6 – заземление; 7 – первичная обмотка; 8 – разрядник с искровым промежутком

Импульсный ток, получаемый от аккумулятора с помощью прерывателя типа телеграфного ключа, подавался на входной низкочастотный трансформатор, в качестве которого использовались индукционные катушки (например катушка Румкорфа), при этом напряжение увеличивалось до нескольких тысяч вольт за счет обычного трансформаторного эффекта. Вторичная обмотка входного трансформатора включена в колебательный контур, в состав которого входит первичная обмотка собственно трансформатора Тесла, конденсатор и разрядник – обычно это искровой промежуток между электродами катушки Румкорфа. Когда заряд на конденсаторе достигал напряжения пробоя, возникал газовый разряд и конденсатор разряжался через разрядник. Пока через разрядник протекал электрический ток, в колебательном контуре возникали высокочастотные колебания, а во вторичной цепи – резонансные колебания, что приводило к появлению на выходе (терминале) высокого напряжения.

В современных трансформаторах Тесла основной элемент трансформатора – первичный и вторичный колебательный контуры – остается неизменным, но одна из его частей – генератор высокочастотных колебаний – может иметь различную конструкцию, причем редко используются разрядники с искровым промежутком.

Среди многочисленных современных конструкций трансформатора Тесла нами была выбрана схема, приведенная на рис. 2 [1]. Данная схема известна как качер Бровина, так как она была изобретена В. И. Бровиным в процессе постройки электромагнитного компаса [2]. Преимуществами данной конструкции являются: простота конструкции, малые габариты, высокая доступность деталей, стабильность схемы. Выбранная конструкция включает: VT1 – транзистор IRFP460N; VD1 – диод КД202Р; VD2 – стабилитрон Д814; С1 – конденсатор 150 мкФ, 400 В; L3, L4, L5 –

дроссели от люминесцентных ламп (могут быть заменены одним дросселем соответствующей мощности 40–80 Вт);  $R1$  и  $R2$  – сопротивления 2 и 50 кОм, соответственно.

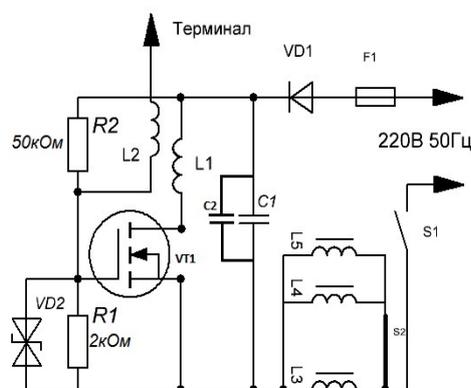


Рис. 2. Схема, использованная при изготовлении действующего макета, пояснения по тексту

При подаче напряжения резисторный делитель создает небольшой потенциал на затворе, происходит открытие транзистора и большой ток протекает через транзистор и первичную обмотку. В это время на вторичной обмотке наводится ЭДС, которая закрывает транзистор, ЭДС исчезает, так как ток через первичную обмотку не течет. Далее делитель вновь открывает транзистор и все повторяется. В таком режиме транзистор представляет собой твердотельный разрядник, работающий в режиме обратимого пробоя.

Действующий макет трансформатора Тесла был изготовлен следующим образом. В качестве каркаса вторичной обмотки использовали ПВХ-трубу диаметром 50 мм. Для намотки вторичной обмотки использовали эмалированный медный провод диаметром 0,4 мм. Витки провода располагали строго параллельно без наложений, что обеспечивает отсутствие пробоев между витками и паразитных коронных разрядов. Был получен соленоид длиной 360 мм, содержащий 900 витков. Что касается первичной обмотки, то известны три ее варианта: плоская спираль, короткая винтовая и коническая обмотка [3]. Первая обеспечивает максимальную электрическую прочность, но в ущерб величине индуктивной связи. Вторая создает наилучшую связь, обеспечивает максимальный КПД, но чем она длиннее, тем больше вероятность пробоя между ее верхним концом и вторичной обмоткой. Коническая обмотка – это промежуточный вариант, позволяющий получить наилучший баланс между индуктивной связью и электрической прочностью, однако она наиболее сложна в расчетах или требует долгого экспериментирования для выбора числа витков и их диаметров. Поэтому для нашего трансформатора была выбрана винтовая обмотка как самая простая. Ее изготовили из алюминиевого монтажного провода диаметром 4 мм. Диаметр первичной обмотки – 100 мм, число витков – 7. Она располагалась коаксиально со вторичной обмоткой и удерживалась в заданном положении за счет жесткости провода. Корпус изготовлен из фанеры толщиной 12 мм, сверху расположен радиатор с транзистором и обвязкой, внутри корпуса дроссель, диод и конденсатор, для включения используется тумблер на 2,5 А, для подключения сетевого провода использовали разъем типа «восьмерка».

Общий вид изготовленного трансформатора Тесла приведен на рис. 3.



Рис. 3. Действующий макет трансформатора Тесла



Рис. 4. Демонстрация стримеров с помощью трансформатора Тесла, длина стримеров около 8 см

Действующий макет трансформатора был использован на занятиях по физике в разделе «Электричество и магнетизм» для демонстрации следующих физических явлений:

- коронный разряд – свечение воздуха в электрическом поле высокого напряжения;
- искровой разряд – пучок ярких, быстро исчезающих искровых каналов;
- стримеры – устойчивые светящиеся разветвленные каналы, которые уходят непосредственно в воздух (рис. 4);
- дуговой разряд – возникает при поднесении к выходу трансформатора заземленного предмета, это наиболее мощный из электрических разрядов;
- распространение электромагнитных волн в окружающем пространстве – свечение газоразрядных ламп на различном расстоянии от трансформатора;
- образование стоячей электромагнитной волны вдоль вторичной обмотки трансформатора – перемещая маленькую газоразрядную лампочку вдоль оси катушки вторичной обмотки, можно определить места, где свечение максимально (пучности), а где минимально (узлы).

Таким образом, изготовить трансформатор Тесла достаточно высокой мощности можно из доступных и недорогих материалов и электронных приборов. Трансформатор Тесла является отличным наглядным пособием для изучения электромагнитных явлений на занятиях по физике.

#### Литература

1. Качер на полевом транзисторе. – Режим доступа: [https://radioskot.ru/publ/bp/kacher\\_na\\_polevom\\_tranzistore/7-1-0-779](https://radioskot.ru/publ/bp/kacher_na_polevom_tranzistore/7-1-0-779).
2. Качер Бровина. – Режим доступа: <https://x-faq.ru/index.php?topic=118.4280>.
3. Катушка Тесла. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/145931>.