

## ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ ЗАЖИГАЛКА

Чегошев А.А., Лицей №23

Научный руководитель: Скребнева Е.В., старший преподаватель

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

Энергетические проблемы человечества с каждым годом приобретают все большие масштабы. Миру нужен выход из нарастающего энергетического кризиса. Для решения этих задач люди пытаются найти альтернативные источники энергии, а также новые способы аккумулирования энергии.

Наряду с аккумулирующим энергию элементами, широкое применение находят и гальванические элементы.

Гальванический элемент представляет собой химический источник электрического тока, в котором в электролите происходит взаимодействие двух металлов и в замкнутой цепи появляется электрический ток. Назван гальванический элемент в честь Луиджи Гальвани – итальянского ученого, который является одним из основоположников электрофизиологии, а также учения об электричестве.

Электрическая дуга (Вольтова дуга) – один из видов электрического разряда в газе, была впервые описана в 1801 году британским ученым Гемфри Дэви в «Журнале натурфилософии, химии и искусств», а в 1802 году – русским учёным Василием Петровым в книге с характерным названием «Известие о Гальвани-Вольтовских опытах посредством огромной батареи, состоявшей из 4200 медных и цинковых кружков».

Механизм образования электрической дуги следующий: увеличивая до определенного уровня напряжения между двумя электродами, находящимися в воздушной среде, между ними возникает электрический пробой, напряжение которого напрямую зависит от расстояния между электродами, а также ряда других факторов. Потенциал ионизации первого электрона атомов металлов составляет приблизительно 4,5-5 В, а напряжение дугообразования – в два раза больше: порядка 9-10 В. Требуется затратить энергию на выход из атома металла одного электрода и на ионизацию атома второго электрода. Этот процесс приводит к образованию плазмы между электродами и горению дуги. Для сравнения: минимальное напряжение для образования искрового разряда немногим превышает потенциал выхода электрона – до 6 В.

Схема образования электрической дуги представлены на рис. 1. Толщина области анодного падения напряжения составляет 0,001 мм, области катодного падения напряжения около 0,0001 мм. Сам столб электрической дуги не имеет заряда, он электрически нейтрален: в любом его сечении находятся одинаковое количество заряженных частиц противоположных знаков. А падение напряжения в столбе дуги пропорционально его длине.



Рис. 1 Схема образования электрической дуги

Толщина области анодного падения напряжения составляет 0,001 мм, области катодного падения напряжения около 0,0001 мм. Сам столб электрической дуги не имеет заряда, он электрически нейтрален: в любом его сечении находятся одинаковое количество заряженных частиц противоположных знаков. А падение напряжения в столбе дуги пропорционально его длине.

Используя электрическую дугу как мощный и концентрированный источник тепла, ее можно применять при сварочных и плазморезочных работах, в сталеплавлении, а также в электродетонаторах (инициирование взрывчатого вещества) и ракетных двигателях (нагрев рабочего тела).

В источниках света также нашла свое применение электрическая дуга – ее яркое излучение используется в дуговых лампах как прямого излучения (ксенонная, угольная, натриевая), так и косвенного (с помощью люминофоров – ртутная).

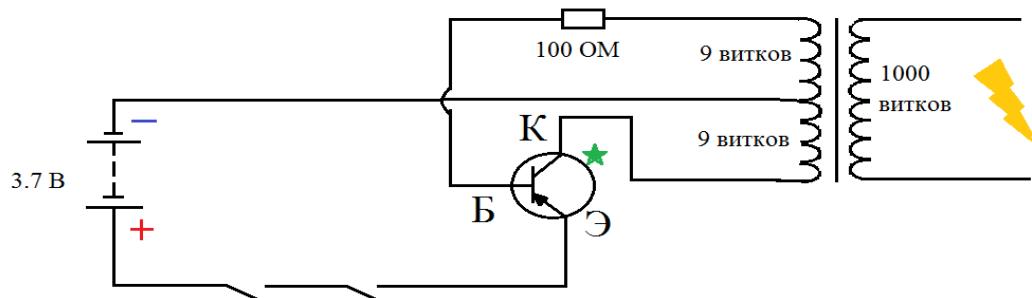
Электрическая дуга отличный помощник в промышленности и в жизни человека, но есть и отрицательное влияние.

Электрическая дуга представляет опасность для человека своим термическим воздействием, а также ультрафиолетовым действием излучающего света.

Основные негативные факторы, действующие на живые организмы, следующие:

- сильный нагрев электрической дуги вплоть до  $20000^{\circ}\text{C}$ , что может вызвать ожоги кожи и других тканей организма работника;
- возгорание с возможным травмированием работника, а также повреждением прилегающей рабочей области;
- дуговой разряд (взрыв электрической дуги) со взрывным давлением до  $1000 \text{ кг}/\text{м}^2$  и с разлетом брызг расплавленного металла, остатков поврежденного оборудования и других компонентов с высокой скоростью, что может вызвать травмирование работника;
- звуковой разряд до 140 дБ (как при выстреле), который может вызвать повреждение слуха работника;
- ультрафиолетовое свечение при разряде, которое может вызвать повреждение зрения работника.

Практическая часть моей работы заключала в себе процесс разработки схемы и сборки электродуговой зажигалки, функционирующей на принципе работы генератора высокого напряжения (рис. 2). Процесс сборки длился шесть месяцев.



★ KT818Г

Рис. 2. Принцип работы генератора высокого напряжения

Принцип работы генератора высокого напряжения следующий. С плюса аккумулятора ток течёт на эмиттер транзистора. Канал эмиттер – коллектор закрыт. Чтобы открыть канал нам нужно подать напряжения на базу транзистора. Оно поступает от минуса аккумулятора, затем следует по первой половине первичной обмотки и через резистор 100 Ом доходит до базы. От малейшего напряжения база открывает канал и ток течёт на вторую половину первичной обмотки. После, с помощью электромагнитной индукции, повышается напряжение, и на выходе мы получаем несколько киловольт.

В разрабатываемой схеме разрешено использовать только повышающие трансформаторы. Ток с первичной обмотки на вторичную передаётся с помощью магнитной индукции. Если говорить проще, то повышающий трансформатор работает следующим образом. Пара обмоток размещаются на сердечнике, что позволяет преобразовывать показатели напряжения тока. Передача энергии происходит посредством перевода электрической энергии в магнитное поле, а затем снова в ток с новыми показателями.

В нашем случае первичная обмотка состоит из медного провода в лаковой изоляции с площадью поперечного сечения  $0,4 \text{ мм}^2$ . Провод скручен вдвое. Намотано 9 витков. Таким образом мы получили 18 витков и отвод от середины, куда подключаем минус от аккумулятора.

Вторичная же обмотка равна приблизительно тысячи витков с площадью поперечного сечения провода  $0,1 \text{ мм}^2$ .

Если мы подключим аккумулятор на вторичную обмотку, то получим трансформацию тока. Но так делать не нужно, так как это опасно для жизни!

Рассмотрим собираемую схему более подробно. В ней задействованы: транзистор IRFZ44N и советский транзистор KT818Г, резистор 100 Ом 0,5 Вт, аккумулятор 3,7 В, пара кнопок и трансформатор, намотанный вручную. Корпус электродуговой зажигалки был напечатан на 3D принтере (рис. 3).

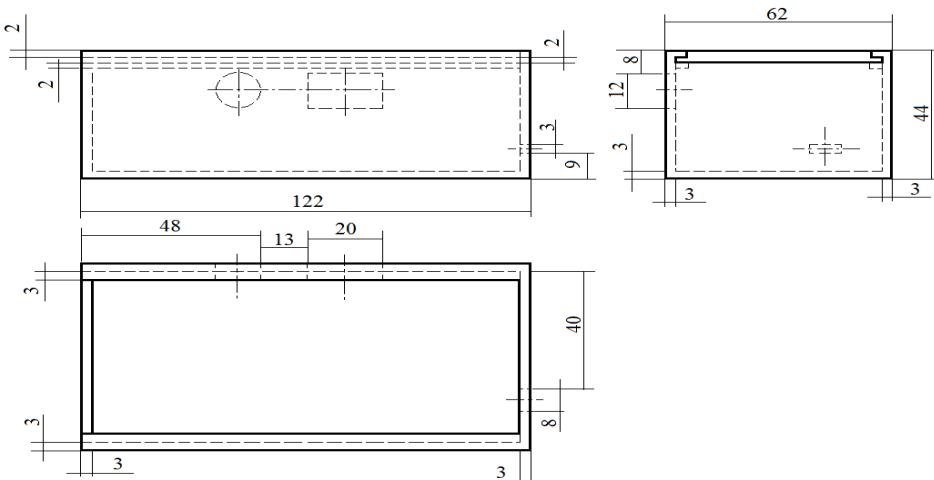


Рис. 3. Размеры корпуса электродуговой зажигалки

Стоит отметить ошибки, совершенные при сборке:

- изначально был неграмотно намотан трансформатор, поэтому индукции не получалось;

- также в последующем стало ясно, что первоначально выбранный транзистор IRFZ44N не подходит в данную схему по характеристикам, он попросту не открывался. Чтобы исправить эту неисправность, я решил поставить другой – KT818Г. После его установки в схему – генератор дал электрическую дугу.

Результат работы, а также методика проведения исследования может быть преобразована в практическую работу по физике, которую можно использовать при изучении темы «Электричество» в 8 классе и в 9 классе «Электромагнитная индукция», придав обычному уроку исследовательский характер.

## Список литературы:

5. Как сделать Генератор высокого напряжения –  
<https://yandex.ru/video/preview/1793948283182607566>
6. Генератор высокого напряжения своими руками –  
[https://dzen.ru/video/watch/602ece7bbc490b67257e8683?f=video&utm\\_referer=yandex.ru](https://dzen.ru/video/watch/602ece7bbc490b67257e8683?f=video&utm_referer=yandex.ru)
7. Физика 8, 9 класс. А. В. Пёрышкин.
8. Жеребцов И. П. Электрические и магнитные цепи: Основы электротехники. – Л. : – Энергоатомиздат, Ленингр, отдние, 1982. – 216 с., ил.