



## Мои увлекательные и опасные эксперименты

"Il semble que la perfection soit atteinte non quand il n'y a plus rien à ajouter, mais quand il n'y a plus rien à retrancher"

[Главная](#) » [Мои опыты с высоким напряжением](#)

## Мои опыты со взрывающимися проволочками

**Информация предоставлена исключительно в образовательных целях!**

**Администратор сайта не несет ответственности за возможные последствия использования предоставленной информации.**



### ЗАРЯЖЕННЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ СМЕРТЕЛЬНО ОПАСНЫ!

#### Взрывающиеся проволочки

Впервые электрический взрыв проводников ("проволочек") (ЭВП) (взрывающиеся проволочки - *exploding wire*) был описан английским физиком Эдуардом Нэрном (*Edward Nairne*) в трудах Лондонского Королевского Общества в 1774 году.

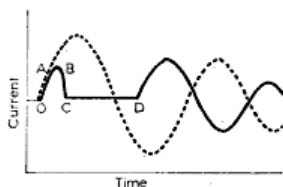


Эдуард Нэрн

Под **электрическим взрывом** понимается комплекс процессов, происходящих при быстром нагреве металлического проводника протекающим через него электрическим током до температур, превышающих температуру начала испарения металла. При этом в проводнике за очень короткое время (микросекунды) выделяется большое количество энергии.

При взрыве проволочек происходят очень сложные физико-химические процессы, возникают температуры в сотни тысяч градусов, при которых вещество состоит из ионов и электронов, т.е. представляет собой горячую плазму. Высокая температура и большая плотность такой плазмы, огромные магнитные поля, очень высокая интенсивность излучения – преимущественно в ультрафиолетовой области спектра, – всё это обуславливает интерес исследователей к электрическому взрыву проводников.

Самый простой способ осуществления электрического взрыва – разряд заряженного конденсатора через проводник ("проволочку"). В статье "*Exploding wires and their uses*" *William G. Chace* (журнал "*New Scientist*" №16 за май 1963 года) приводится график тока разряда конденсатора:



штриховая линия – без взрыва

сплошная линия – со взрывом

При замыкании ключа (например, вакуумного разрядника или водородного тиратрона) и начале разряда ток начинает возрастать, подчиняясь дифференциальному уравнению для  $rLC$ - контура:

$$E = ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt$$

Однако линейное решение этого уравнения не может быть использовано, так как параметры проволоочки меняются из-за ее нагрева.

В начале разряда конденсатора проволочка будет плавиться и образовывать расплавленные капельки. Капельки отделены одна от другой, и ток не может протекать между ними. Это отображается в виде кратковременного провала кривой тока. Однако, горячие капельки испаряются, и пар становится ионизированным в еще присутствующем электрическом поле.

Ионизированный пар имеет меньшее сопротивление (соответственно, большую проводимость), чем сплошная проволочка, что вызывает резкий скачок тока и соответствующее падение напряжения. Со временем пар расширяется и охлаждается, и ток падает до нуля.

Для повышения интенсивности взрыва необходимо как можно более низкое сопротивление цепи по сравнению с сопротивлением проволочки, и как можно более низкая индуктивность проволочки.

*Демонстрация опыта (Массачусетский технологический институт)*

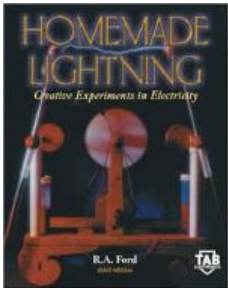
Маслонаполненный конденсатор емкостью 100 мкФ заряжается до напряжения 3 кВ за 15 минут. Затем конденсатор разряжается через стальную проволочку длиной 30 см и диаметром 0,255 мм:

(щелкните по картинке для просмотра в увеличенном размере)



Если расположить взрывающуюся проволочку над открыткой (прижать к ней), то взрыв оставляет на глянцевой бумаге открытки след (*blast pattern*).

*R. A. Ford в Homemade Lightning*



приводит пример изображения следа:



На недоступном теперь сайте <http://www.neurogy.com/kevin/> была приведена фотография следа взрыва с энергией 547 Дж:

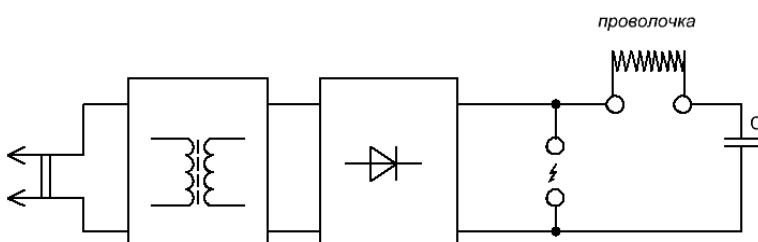


**Мои эксперименты со взрывающимися проволочками**

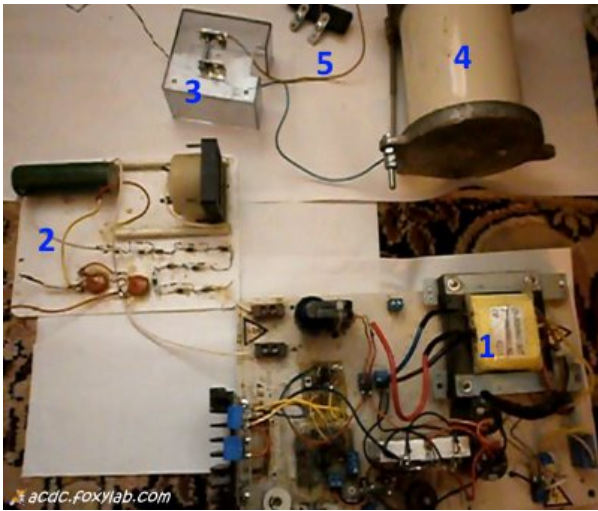
Мой первый успешный взрыв проволочки был осуществлен 19 апреля 2012 года.

Схема установки:

[acdc.foxylab.com](http://acdc.foxylab.com)



Установка для взрыва проволочки:



Элементы -

1 - *однотактный генератор высокого напряжения* на 555 таймере и катушке на ферритовом сердечнике из монитора

2 - *высоковольтный выпрямитель* (с 10 диодами UF4007)

3 - *искровой разрядник* из двух шпилек М4, настроенный на пробой при напряжении около 5 кВ



4 - *слюдяной конденсатор* 0,25 мкФ 2,5 кВ



5 - *закрепленная в держателе проволочка* (использована проволока из проволочного переменного резистора, очень тонкая, сопротивление 1 см около 5 Ом)



Как донор может быть использован вот такой проволочный резистор:



Конденсатор емкостью  $C = 0,25 \text{ мкФ}$  заряжался до  $U = 5 \text{ кВ}$ , затем происходил пробой разрядника, и энергия  $W_e = \frac{CU^2}{2} = 3,1 \text{ Дж}$ , запасенная в конденсаторе, выделялась на проволочке за очень короткий промежуток времени.

Взрыв проволочки 19 апреля 2012 года -



Видео эксперимента на YouTube - <http://youtu.be/hkNfn7Wg1I0>

Взрыв настолько скоротечен, что запечатлен буквально на одном-двух кадрах.

Взрыв проволочки 25 апреля 2012 года



След от этого взрыва проволочки (энергия заряженного конденсатора при взрыве составила 6 Дж):



След взрыва при другом моем эксперименте (энергия конденсатора 8 Дж):



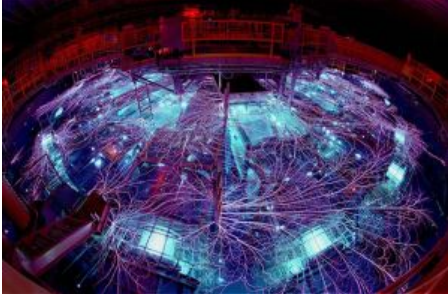
### Применение электрического взрыва

- *Высокотемпературная плазма* - при электрическом разряде в газе, образуется высокотемпературная плазма, состоящая из ионов металлов

В ноябре 2011 года группа инженеров из университета Кентербери в Новой Зеландии при взрыве медной проволочки диаметром 0,2 мм получила плазменную дугу длиной 61 м:



- *Источник ультрафиолетового излучения* - электрический взрыв проволочек обладает очень высокой интенсивностью светового излучения, причем максимум излучения лежит в основном в ультрафиолетовой области спектра
- *Взрыв в воде* - хороший инструмент для изучения химических реакций на границе расплавленного металла с водой, а также для создания ударных волн, применяемых, например, для штамповки деталей
- *Сваривание деталей* - с помощью электрического взрыва удастся сваривать такие, казалось бы, не поддающиеся сварке материалы, как кварц
- *Получение металлических нанопорошков* - интенсивно исследуется применение электровзрывного метода для получения наноразмерных металлических порошков с крупностью частиц до 100 нанометров
- *Z-машина* - самый мощный лабораторный источник рентгеновского излучения, располагающийся в Национальной лаборатории Сандия в Альбукерке (штат Нью-Мехико, США):



[Войдите](#), чтобы оставлять комментарии

Нравится 1

 Яндекс.Метрика