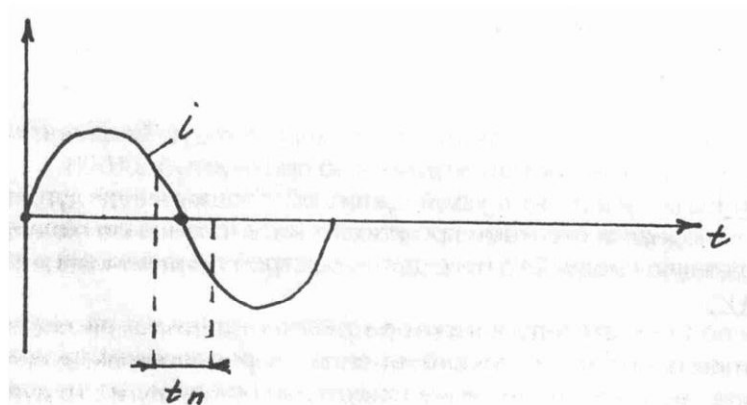


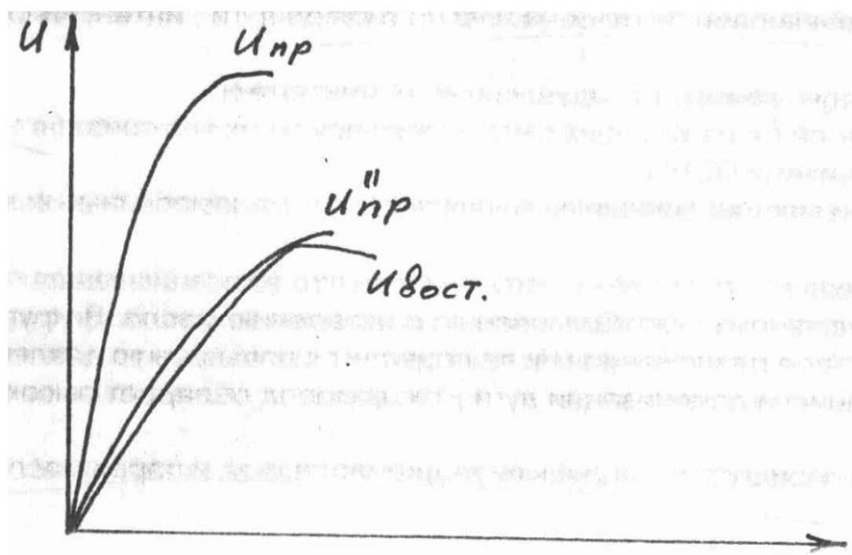
Гашение электродуги.

В отключающих аппаратах необходимо не только разомкнуть контакты, но и погасить возникающую между ними дугу. В цепях переменного тока ток в дуге каждый полупериод проходит через ноль. В эти моменты дуга самопроизвольно гаснет, но в следующий полупериод она может возникнуть вновь. Ток в дуге становится близким к нулю несколько раньше естественного перехода через ноль.



Это объясняется тем, что при снижении тока энергия подводимая к дуге уменьшается, значит уменьшается температура и прекращается термоионизация. Длительность бестоковой паузы невелика (несколько микросекунд), но она играет важную роль в гашении дуги. Если разомкнуть контакты в бестоковую паузу и развести с достаточной скоростью на такое расстояние, чтобы не произошел электропробой, дуга гаснет. Во время бестоковой паузы интенсивность ионизации резко падает, т.к. не происходит термоионизации и в коммутационных аппаратах принимают искусственные меры по охлаждению и уменьшению количества заряженных частиц. Эти процессы деионизации приводят к увеличению диэлектрической прочности промежутка.

Если $U_{\text{пр}} > U_{\text{вост}}$ - дуга гореть не будет, если $U_{\text{пр}}'' = U_{\text{вост}}$ - дуга будет гореть.



Если в любой момент времени $U_{пр} > U_{вост.}$ Промежуток не будет пробит и дуга не загорится вновь, если $U''_{пр} = U_{вост.}$ Происходит повторное зажигание дуги в промежутке.

Задача гашения дуги сводится к созданию таких условий, чтобы электрическая прочность промежутка между контактами была больше напряжения между ними.

Способы гашения электродуги.

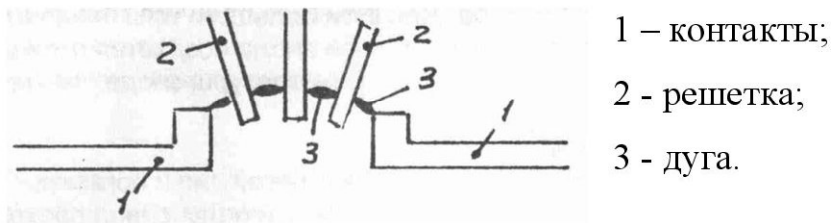
Задача дугогасительных устройств состоит в том, чтобы обеспечить гашение дуги за малое время с допустимым уровнем перенапряжений при малом износе контактов аппарата, минимальном выбросе раскаленных газов, минимальном световом и звуковом эффекте.

В аппаратах до 1000В применяются следующие виды дугогашения:

1. уменьшение дуги при быстром расхождении контактов. Чем длиннее дуга, тем большее напряжение необходимо для ее существования.
2. деление длинной дуги на ряд коротких дуг. Напряжение на дуге складывается из катодного и анодного падений напряжения и напряжения ствола дуги. Если длинную дугу поместить в дугогасительную решетку из стальных пластин, то она разделяется на короткие дуги и каждая дуга будет иметь свое катодное и анодное падения напряжений. Если $U_{сети} < nU_э$, то дуга погаснет.

n - количество разрывов;

U_3 - сумма катодного и анодного падений напряжений на каждом разрыве (20-25В для дуги постоянного тока)



Дугу переменного тока также можно разделить на ряд коротких дуг. В момент перехода тока через ноль околоскатодное пространство приобретает электрическую прочность 150В.

3. гашение дуги в узких щелях. Если дуга горит в узкой щели, образованной дугостойким материалом, то — благодаря соприкосновению с холодными стенками происходит интенсивное охлаждение и диффузия заряженных частиц в окружающую среду. Это приводит к быстрой деионизации и гашению дуги (предохранители ПК и ПН)

4. движение дуги в магнитном поле. Электродуга может рассматриваться как проводник с током. Если дуга находится в магнитном поле, то на нее действует сила, определяемая правилом левой руки.

Если создать магнитное поле, направленное перпендикулярно оси дуги, то дуга получит поступательное движение и будет затягиваться внутрь камеры. В радиальном магнитном поле дуга получает вращательное движение. Магнитное поле может быть создано постоянными магнитами, специальными катушками и самим контуром

Основные способы гашения электродуги в аппаратах свыше 1000В

1. Гашение дуги в узких щелях (предохранители ПК);
2. Гашение дуги в магнитном поле (электромагнитные выключатели);
3. Гашение дуги в газах высокого давления.

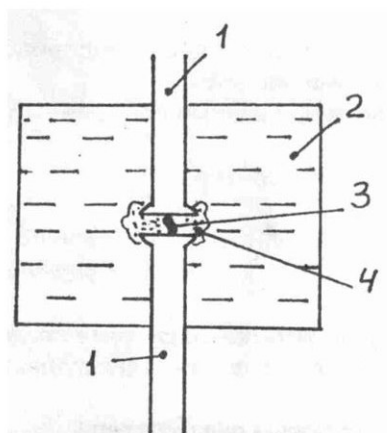
Воздух при давлении 2МПа и более обладает высокой электрической прочностью. Это позволяет создать достаточно компактные устройства для гашения дуги в атмосфере сжатого воздуха. Охлаждение дуги значительно улучшается, если создать направленное движение газов (газовое дутье). Дутье вдоль и поперек дуги способствует проникновению газовых частиц в ствол дуги, интенсивной диффузий и охлаждению дуги. Различают:

- а) воздушное дутье в дугогасительную камеру (воздушные выключатели);
- б) автогазовое дутье - образование газов из твердых газогенерирующих материалов (автогазовые выключатели нагрузки и предохранители ПСН);
- в) Газ создается при разложении масла (масляные выключатели и маломасляные выключатели).

4. Гашение дуги в масле.

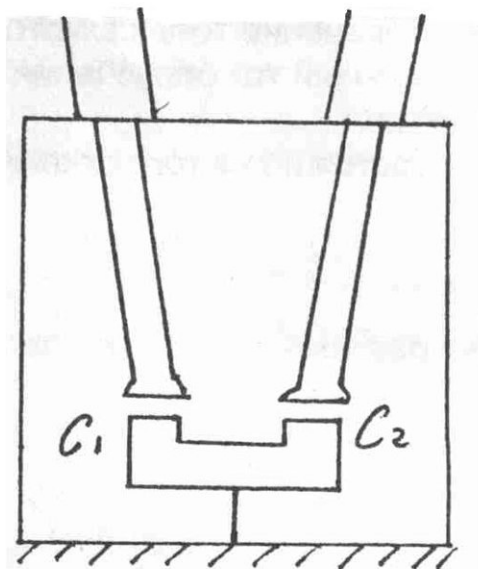
Если контакты отключающего аппарата поместить в масло, то возникающая при размыкании контактов дуга приводит к интенсивному газообразованию и испарению масла. Вокруг дуги образуется газовый пузырь (70-80%Н). Быстрое разложение масла приводит к повышению давления в пузыре, что способствует лучшему охлаждению и деионизации дуги, т.к. водород обладает высокими дугогасящими свойствами.

Внутри газового пузыря происходит непрерывное движение газа и паров масла



- 1 - электроконтакты;
- 2 - масло;
- 3 - электродуга;
- 4 - газовый пузырь.

5. Многократный разрыв цепи тока. Отключение большого тока при высоких напряжениях затруднено, т.к. усложняется деионизация дугового промежутка из-за больших значений подводимой энергии. Поэтому в выключателях 35кВ и выше применяют многократный разрыв дуги в каждой фазе.



Такие выключатели имеют несколько дугогасительных устройств, рассчитанных на часть $U_{ном}$.

Число разрывов на фазу зависит от типа выключателя и его напряжения. В выключателях 500-750кВ применяется 12 разрывов на каждую фазу, чтобы обеспечить гашение дуги должно равномерно распределяться между разрывами, иначе дугогасительные устройства будут работать не в одинаковых режимах. Для выравнивания напряжения параллельно главным контактам включают емкостные или активные сопротивления. Значения шунтирующих сопротивлений подбирают так, чтобы напряжение на разрывах распределялось равномерно.

6. Гашение дуги в вакууме. В вакуумных дугогасительных устройствах электроконтакты расходятся в среде с давлением 10^{-4} Па, где длина свободного пробега молекул составляет 50м, а длина свободного пробега электрона 300м. При таких условиях электропробой между электродами затруднен из-за отсутствия носителей зарядов. Пробивное напряжение промежутка 1м составляет 110кВ.

Вакуумная дуга при $I > 10 \text{ кА}$ характеризуется малым падением напряжения. После прохождения тока через ноль дуга гаснет т.к. при размыкании контактов контактное падение напряжения уменьшается, а переходное сопротивление увеличивается и при значении равным нулю становится равным бесконечности. Практически через 10 мкс после прохождения тока через ноль между контактами восстанавливается электрическая прочность вакуума.

Основные достоинства вакуумных дугогасительных устройств:

- а) высокая электрическая прочность;
- б) высокая скорость восстановления электрической прочности;
- в) высокая диффузия частиц;
- г) взрыво - пожаробезопасность;
- д) малые габариты;
- е) низкий расход цветных металлов и небольшая масса;
- ж) высокое быстродействие и долговечность (до 25 лет без ремонта);

Недостатки: высокая стоимость, необслуживаемость.

7. Гашение дуги в элегазе (SF_6). По сравнению с воздухом элегаз обладает преимуществами:

- 1 - электрическая прочность элегаза в 2,5 раза выше, чем у воздуха, а при давлении $0,2 \text{ МПа}$ равна электрической прочности трансформаторного масла;
- 2 - высокая удельная плотность улучшает теплоотдачу токоведущих частей, что позволяет увеличить допустимую плотность тока и уменьшить массу меди в выключателе;
- 3 - применение элегаза позволяет увеличить напряжение на каждом разрыве и уменьшить число разрывов на выключателе;
- 4 - элегаз является инертным газом не вступающим в реакцию с кислородом, водородом и слабо разлагается электродугой, не контактирует с металлическими частями;
- 5 - элегаз не токсичен, но некоторые продукты образующиеся при взаимодействии с дугой могут быть опасны.

Элегазовые выключатели выполняются в герметичном корпусе.

Недостатки:

- высокая температура сжижения (при давлении 1,3МПа переходит из газообразного состояния в жидкое при 0° С) поэтому при высоких давлениях необходимо прибегать к подогревающим устройствам или устанавливать в ЗРУ.

В момент отключения поршневое устройство в дугогасительной системе создает повышенное давление. Процесс гашения дуги аналогичен воздушному, но в отличие от воздушных элегазовые выключатели работают в замкнутом пространстве.