

УДК 621.316.542

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ГАШЕНИЯ ДУГИ В АППАРАТАХ ВЫШЕ 1000 В.

Стоцкий Кирилл Степанович

студент 1 курса магистратуры

Фазылов Ильшат Занфирович

студент 1 курса магистратуры

кафедра электромеханики факультет авионики, энергетики и инфокоммуникаций

Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет

Стоцкая Диана Рашитовна

студент 2 курса бакалавриата

биологический факультет, Башкирский Государственный Университет, г. Уфа

Аннотация. Основными способами гашения дуги в высоковольтных выключателях являются: гашение дуги в масле, в вакууме и в газах высокого давления. Так же к основным способам можно отнести гашение дуги с помощью газовоздушного дутья и многократного разрыва цепи тока.

Ключевые слова: гашение, дуга, способы гашения, выключатели.

Гашение дуги в масле.

Если контакты отключающего устройства находятся в масле, то дуга, возникающая при его размыкании, вызывает интенсивное газообразование и испарение масла. Вокруг дуги образуется пузырь газа, состоящий в основном из водорода (70-80%); быстрое разложение масла в пузыре приводит к повышению давления, что способствует его лучшему охлаждению и деионизации. Водород обладает высокими дугогасящими свойствами; непосредственно контактируя с дугой, он способствует ее деионизации. Внутри газового пузыря происходит непрерывное движение паров газа и масла.

Гашение дуги в масле широко используется в выключателях [1].

Газовоздушное дутье.

Охлаждение дуги улучшается, если создать направленное движение газов - дутье. Продувка вдоль или поперек дуги (Рисунок 1) способствует проникновению частиц газа в его ствол, интенсивной диффузии и охлаждению дуги. Газ создается в результате разложения масла дугой (масляные выключатели) или твердых газогенерирующих материалов (автогазовое дутье). Более эффективная продувка холодным неионизированным воздухом поступающих из специальных баллонов со сжатым воздухом (воздушные выключатели).

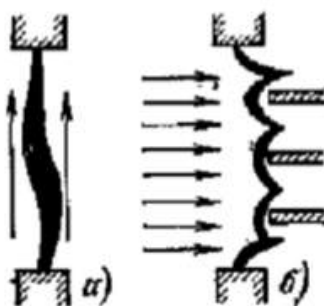


Рисунок 1. Газовоздушное дутье.

а – продольное; б – поперечное.

Многократный разрыв цепи тока.

Трудно отключить высокий ток при высоком напряжении. Потому что, при больших значениях входной энергии и восстанавливающего напряжения деионизация дугового промежутка становится более сложной. Например, при использовании высоковольтных выключателей в каждой фазе создается несколько прерываний дуги (рисунок 2) [2].

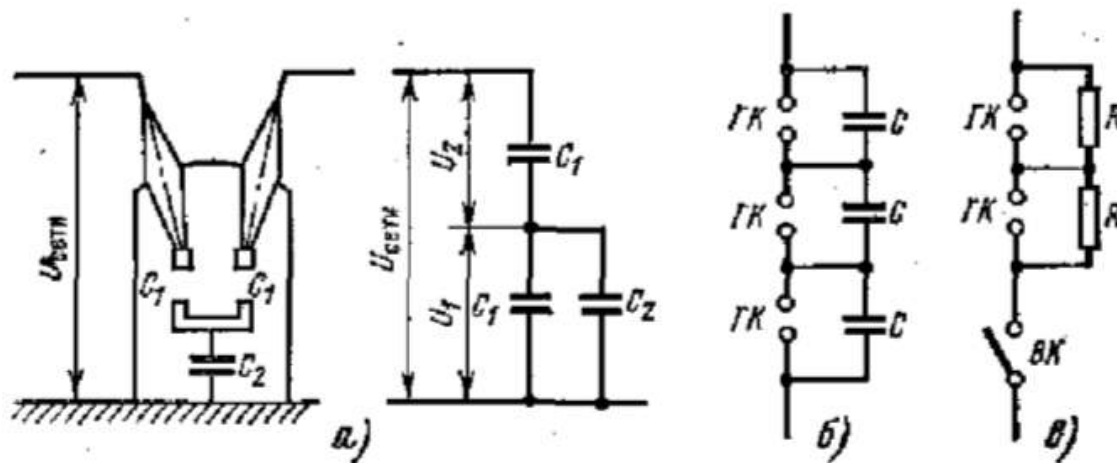


Рисунок 2. Распределение напряжения по разрывам выключателя.

а — распределение напряжения по разрывам масляного выключателя;

б — емкостные делители напряжения; в — активные делители напряжения.

Такие выключатели имеют несколько демпфирующих устройств, рассчитанных на долю номинального напряжения. Количество обрывов на фазу зависит от типа выключателя и его напряжения. В выключателях 500 - 750 кВ может быть 12 разрывов и более. Чтобы облегчить гашение дуги, восстанавливающееся напряжение должно быть равномерно распределено между зазорами. На рисунке 2 схематично показан масляный выключатель с двумя разрывами на фазу. При отключении однофазного короткого замыкания восстанавливающееся напряжение распределяется между разрывами следующим образом:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{C_1 + C_2}{C_1},$$

где U_1, U_2 — напряжения, приложенные к первому и второму разрывам;

C_1 — емкость между контактами этих разрывов;

C_2 — емкость контактной системы относительно земли.

Поскольку C_2 намного выше, чем C_1 , то напряжение $U_1 > U_2$ и, следовательно, гасительные устройства будут работать в неравных условиях. Для выравнивания напряжения параллельно главным контактам выключателя (ГК) включают емкость или активное сопротивление (Рисунок 2, б, в). Значения емкостных сопротивлений и активных шунтирующих сопротивлений выбираются таким образом, чтобы напряжение на разрывах распределялось равномерно. В выключателях с шунтирующими сопротивлениями после того, как дуга погасла между ГК, сопутствующий ток, ограниченный по значению сопротивлением, размыкается вспомогательными контактами (ВС).

Шунтирующие сопротивления уменьшают скорость нарастания восстанавливающегося напряжения, что облегчает затухание дуги.

Гашение дуги в вакууме.

Сильно разреженный газ ($10^{-6} - 10^{-8}$ Н/см²) имеет электрическую прочность в десятки раз выше, чем газ при атмосферном давлении. При размыкании контактов в вакууме, сразу после первого прохождения тока в дуге через ноль сила разрыва восстанавливается, и дуга не загорается снова. Эти свойства вакуума широко применяются в вакуумных выключателях 6 – 110 кВ [3].

Гашение дуги в газах высокого давления.

Под высоким давлением, примерно, 2 МПа и выше воздух обладает высокой электрической прочностью. Исходя из этого, есть возможность для создания компактного, малогабаритного устройства для гашения дуги в атмосфере сжатого воздуха. Использование высокопрочных газов, таких как гексафторид серы SF₆ (элегаз) так же является отличным способом гашения дуги. SF₆ обладает большой электрической прочностью, намного больше чем у воздуха и водорода, и лучшими дугогасительными характеристиками даже при атмосферном давлении. Элегаз широко используется в выключателях 110 кВ и выше.

Список литературы:

1. Рожкова Л.Д., Карнеева Л.К, Электрооборудование электрических станций и подстанций, Москва – 2013;
2. Причины возникновения электрической дуги. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://locus.ra/library/equipment/_/981/page/3/ (дата обращения: 05.06.2019).
3. Электрическая дуга и её характеристики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/drugoe/1632-jelektricheskaja-duga-i-ee.html/>

(дата обращения: 05.06.2019).