

56 Гашение электрической дуги

Электромагнитные аппараты, которые коммутируют электрические цепи с током, должны не только разрывать электрическую цепь, но и гасить возникшую между контактами электрическую дугу.

Контур, содержащий индуктивность, при протекании через него тока запасает электромагнитную энергию, причём, чем больше индуктивность контура, тем больше запасённая электромагнитная энергия. При размыкании контура запасённая энергия должна быть израсходована. В основном она расходуется на создание разряда между разомкнувшимися контактами. В большинстве случаев он является дуговым разрядом, характеризующимся большой плотностью тока в разрядном промежутке, что сопровождается высокой температурой и повышением давления в области горения дуги. Дуговой разряд отмечается при токах большой величины, минимальный ток дуги составляет примерно 0,5 А.

Способы гашения дуги постоянного тока

Принудительное движение воздуха. Гашение дуги в струе сжатого воздуха весьма эффективно. Применяется принудительное дутьё воздуха, создаваемого деталями подвижной системы при движении в процессе отключения.

Гашение дуги в жидкости, например в трансформаторном масле, является очень эффективным, так как образующиеся газообразные продукты разложения масла при высокой температуре электрической дуги интенсивно дейонизируют ствол дуги.

Повышенное давление газа облегчает гашение дуги, так как при этом повышается теплоотдача. Гашение при повышенном давлении осуществляется в предохранителях с закрытым патроном без наполнителя серии ПР.

Электродинамическое воздействие на дугу. При токах более 1 А большое влияние на гашение дуги оказывают электродинамические силы, возникающие между дугой и соседними токоведущими частями как результат взаимодействия

тока дуги и магнитного поля, созданного током, который проходит по токоведущим частям. Простейшим способом создания магнитного поля является соответствующее расположение электродов, между которыми горит дуга.

Магнитное гашение. Если путём соответствующего расположения токоведущих частей не удается достигнуть гашения при использовании приемлемых растворов контактов, то, чтобы их не слишком увеличивать, применяют так называемое магнитное гашение. Для этого в зоне, где горит дуга, создают магнитное поле с помощью постоянного магнита или электромагнита, дугогасительная катушка которого включена последовательно в главную цепь. Магнитное поле направляет дугу в нужную сторону.

Гашение дуги переменного тока

При переменном токе возможен процесс гашения дуги, который существенно отличается от процесса гашения её при постоянном токе. Нормальное гашение дуги переменного тока осуществляется в момент перехода тока через нуль, что значительно изменяет картину процесса гашения дуги. Если при постоянном токе необходимо принудительно оборвать ток дуги и деионизировать дуговой промежуток, то при переменном токе достаточно обеспечить условия, чтобы после погасания её при прохождении тока через нуль дуга вновь не зажглась в следующем полупериоде. Так же влияет индуктивность нагрузки: повышение коэффициента мощности существенно облегчает гашение дуги.

Скорость движения дуги. Средняя скорость движения дуги переменного тока близка к скорости дуги постоянного тока. Однако было обнаружено, что при расстояниях 25...100 мм между круглыми параллельными медными и стальными проводниками диаметром 5 мм и токе не менее 100...180 А дуга не движется.

Когда ток лишь немного больше 180 А, дуга сразу начинает двигаться со скоростью 1...2 м/с. Из этого можно сделать вывод, что дуга переменного тока более склонна к неподвижности, чем дуга постоянного тока. С увеличением скорости движения опорных точек дуги восстанавливающая прочность промежутка должна существенно возрастать вследствие снижения их температуры.

Количество разрывов цепи. На переменном токе обычно используют дугогасительные камеры с несколькими металлическими пластинками (деионная решётка), которые установлены на пути дуги и разбивают её на несколько частей.

Частота сети. Большое значение имеет скорость изменения тока перед тем, как он проходит через нуль, т.е. частота сети. При данном действующем значении тока в моменты времени, непосредственно предшествующие прохождению тока через нуль, мгновенное значение тока будет пропорционально частоте.

При повышенных частотах питающей сети (400 Гц и более) процесс гашения дуги существенно отличается от этого процесса при частоте 50 Гц. При этой частоте к каждому переходу тока через нуль температура дуги снижается на 30...50 % её максимального значения. При повышенной частоте из-за инерции дугового разряда такого снижения температуры не наблюдается. Это затрудняет гашение дуги.

Гашение дуги в дугогасительных камерах. Электрическую дугу несложно погасить путём её растяжения, но при этом коммутационный аппарат получится громоздким. Следовательно, таким же будет и электротехническое устройство. Задача заключается в том, чтобы ограничить распространение дуги и её пламени и погасить дугу в малом объёме, что необходимо при создании компактных электрических аппаратов и устройств. С этой целью разрыв электрической цепи производят внутри дугогасительных камер, которые устанавливают в коммутационных аппаратах.

Конструкция камер должна быть такой, чтобы горячие ионизированные газы, которые могут вызвать пробой между соседними токоведущими частями, успевали охладиться иuneiонизироваться внутри камеры, перед тем как выйти за её пределы. В некоторых аппаратах защиты камеры делают настолько герметичными, что горячие газы не успевают выйти из них до их охлаждения. При этом внутри камеры создается высокое давление. Такую конструкцию камеры имеют трубчатые разборные предохранители серии ПР. Камера предохранителя

представляет собой фибровый цилиндрический патрон, внутри которого находится плавкая вставка. Гашение дуги, возникающей при плавлении и перегорании плавкой вставки, происходит в среде высокого давления газов.

Для охлаждения и деионизации ствола дуги и газов, которые она образует внутри камер, создают развитую поверхность охлаждения. При этом дуга находится в узкой щели.

Создание в камерах узких щелей, предназначенных для прохождения дуги, ускоряет её гашение и уменьшает выход горячих газов, если дуга в эти щели входит и движется до погасания. Если дуга в щель не входит из-за большого аэродинамического сопротивления, это может быть причиной замедленного гашения или появления устойчивой дуги из-за разогрева камеры, а также выброса газов в направлении, противоположном требуемому. Это особенно опасно при больших токах. Сужение щелей приводит, с одной стороны, к уменьшению выброса горячих газов, если дуга движется, с другой — к повышенному выделению тепла внутри камеры и к опасности получения затяжной дуги. Это особенно сказывается при частых отключениях электрической цепи (порядка тысячи в час).

Токоведущие и дугогасительные системы должны быть такими, чтобы гашение дуги происходило в течение минимального времени; отсутствовали перенапряжения, опасные для изоляции.