**Министерство образования Российской Федерации**

**Департамент образования Администрации Ярославской области**

**ГПОУ ЯО Рыбинский колледж городской инфраструктуры**

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ**

**(МЕЖПРЕДМЕТНЫЙ: Выполнение электрогазосварочных работ. Физика)**

**ТЕМА: Электрическая дуга**

**ГРУППА: СМ-10**

**Профессия: Слесарь по ремонту строительных машин**

**Брызгалов Дмитрий Михайлович**

**Руководители проекта: Наторова Ирина Владимировна,**

 **Винокурова Галина Валентиновна**

**г. Рыбинск 2019 г.**

Содержание проекта:

Электрическая дуга может быть крайне разрушительной для оборудования и, что более вызванных ею несчастных случаев происходит ежегодно, часто приводя к серьезным ожогам или смерти. К счастью, в электротехнической промышленности достигнут значительный прогресс в части создания средств и методов защиты от воздействия дуги.важно, представлять опасность для людей. Тревожное количество.

**Причины и места возникновения**

Электрическая дуга является одной из самых смертоносных и наименее изученных опасностей электроэнергии и преобладает в большинстве отраслей промышленности. Широко признается, что чем выше напряжение электрической системы, тем больше риск для людей, работающих на территории или вблизи проводов и оборудования, находящихся под напряжением. Тепловая энергия от вспышки дуги, однако, может на самом деле быть больше и возникать чаще при более низких напряжениях с теми же разрушительными последствиями. Возникновение электрической дуги, как правило, происходит при случайном контакте между токоведущим проводником, таким как контактный провод троллейбусной или трамвайной линии с другим проводником, или заземленной поверхностью. Когда это происходит, возникающий ток короткого замыкания плавит провода, ионизирует воздух и создает огненный канал проводящей плазмы характерной дугообразной формы (отсюда и название), причем температура электрической дуги в ее сердцевине может достигать свыше 20000 °С. Что же такое электрическая дуга? По сути, так в обиходе именуют хорошо известный в физике и электротехнике дуговой разряд – вид самостоятельного электроразряда в газе. Каковы же физические свойства электрической дуги? Она горит в широком диапазоне давления газа, при постоянном или переменном (до 1000 Гц) напряжении между электродами в диапазоне от нескольких вольт (сварочная дуга) до десятков киловольт. Максимальная плотность тока дуги наблюдается на катоде (102-108 А/см2), где она стягивается в катодное пятно, очень яркое и малое по размерам. Оно беспорядочно и непрерывно перемещается по всей площади электрода. Температура его такова, что материал катода в нем кипит. Поэтому возникают идеальные условия для термоэлектронной эмиссии электронов в прикатодное пространство. Над ним образуется небольшой слой, заряженный положительно и обеспечивающий ускорение эмитируемых электронов до скоростей, при которых они ударно ионизируют атомы и молекулы среды в межэлектродном промежутке. Такое же пятно, но несколько большее и малоподвижное, формируется и на аноде. Температура в нем близкая к катодному пятну. Если ток дуги порядка нескольких десятков ампер, то из обоих электродов вытекают с большой скоростью нормально к их поверхностям плазменные струи или факелы (см. на фото ниже). При больших токах (100-300 А) возникают добавочные плазменные струи, и дуга становится похожей на пучок плазменных нитей (см. на фото ниже). Как проявляет себя дуга в электрооборудовании Как было сказано выше, катализатором ее возникновения является сильное тепловыделение в катодном пятне. Температура электрической дуги, как уже упоминалось, может достигать 20 000 °С, примерно в четыре раза выше, чем на поверхности солнца. Этот зной может быстро расплавить или даже испарить медь проводников, которая имеет температуру плавления около 1084 °С, намного ниже, чем в дуге. Поэтому в ней часто образуются пары меди и брызги расплавленного металла. Когда медь переходит из твердого состояния в пар, она расширяется в несколько десятков тысяч раз от своего первоначального объема. Это эквивалентно тому, что кусочек меди в один кубический сантиметр изменится до размера 0,1 кубометра в доли секунды. При этом возникнет давление высокой интенсивности и звуковые волны, распространяющиеся вокруг с большой скоростью (которая может быть свыше 1100 км в час). Не является гарантированной, является рекомендованной либо средней Воздействие электрической дуги Тяжелые травмы, и даже со смертельным исходом, при ее возникновении могут получить не только лица, работающие на электрооборудования, но и люди, находящиеся поблизости. Дуговые травмы могут включать в себя внешние ожоги кожи, внутренние ожоги от вдыхания горячих газов и испаренного металла, повреждения слуха, зрения, такие как слепота от ультрафиолетового света вспышки, а также многие другие разрушительные повреждения. При особо мощной дуге может также произойти такое явление, как ее взрыв, создающий давление более 100 килопаскалей (кПа) с выбросом частиц мусора, подобных шрапнели, со скоростью до 300 метров в секунду. Лица, перенесшие воздействия электрического тока электрической дуги, могут нуждаться в серьезном лечения и реабилитации, а цена их травм может быть экстремальной - физически, эмоционально и финансово. Хотя законодательство требует от предприятий проведения оценки рисков для всех видов трудовой деятельности, однако риск поражения электрической дугой часто упускается из виду, потому что большинство людей не знают, как оценивать и эффективно управлять этой опасностью. Защита от воздействия электрической дуги предполагает использование целого комплекса средств, включая применение при работе с электрооборудованием, находящимся под напряжением, специальных электрозащитных средств, спецодежды, а также самого оборудования, прежде всего высоко- низковольтных коммутационных электроаппаратов, сконструированных с применением средств гашения дуги. Есть противопоказания. Посоветуйтесь с врачом. Дуга в электрических аппаратах В этом классе электротехнических устройств (автоматические выключатели, контакторы, магнитные пускатели) борьба с данным явлением имеет особое значение. Когда контакты выключателя, не оборудованного специальными устройствами для предотвращения дуги, размыкаются, то она обязательно зажигается между ними. В момент, когда контакты начинают отделяться, площадь последних уменьшается быстро, что приводит к увеличению плотности тока и, следовательно, к повышению температуры. Выделяемого тепла в промежутке между контактами (обычная среда масло или воздух) достаточно для ионизации воздуха или испарения и ионизации масла. Ионизированный воздух или пар действует как проводник для тока дуги между контактами. Разность потенциалов между ними весьма мала, но ее достаточно для поддержания дуги. Следовательно, ток в цепи остается непрерывным тех пор, пока дуга не устранена. Она не только задерживает процесс прерывания тока, но также генерирует огромное количество теплоты, которое может привести к повреждению самого выключателя. Таким образом, главная проблема в выключателе (прежде всего высоковольтном) – это гашение электрической дуги в кратчайшие сроки для того, чтобы выделяемое в ней тепло не могло достичь опасного значения. Факторы поддержания дуги между контактами выключателей К ним относятся: 1. Напряжение электрической дуги, равное разности потенциалов между контактами. 2. Ионизированные частицы между ними. Принимая это, отметим дополнительно: Когда между контактами имеется небольшой промежуток, даже небольшой разности потенциалов достаточно для поддержания дуги. Одним из способов ее гашения является разделение контактов на такое расстояние, что разность потенциалов становится недостаточной для поддержания дуги. Тем не менее этот метод является практически неосуществимым в высоковольтном оборудовании, где может потребоваться разделение на многие метры. Ионизированные частицы между контактами, как правило, поддерживают дугу. Если ее путь деионизирован, то процесс гашения будет облегчен. Это может быть достигнуто путем охлаждения дуги или удаления ионизированного частиц из пространства между контактами. Есть два способа, посредством которых осуществляется защита от электрической дуги в выключателях: - метод высокого сопротивления; - метод нулевого тока. **Гашение дуги увеличением ее сопротивления**

В этом методе сопротивление на пути дуги растет с течением времени так, что ток уменьшается до значения, недостаточного для ее поддержания. Следовательно, он прерывается, и электрическая дуга гаснет. Основной недостаток этого метода состоит в том, что время гашения достаточно велико, и в дуге успевает рассеиваться огромная энергия.



Сопротивление дуги может быть увеличена путем:

Удлинения дуги – сопротивление дуги прямо пропорциональна ее длине. Длина дуги может быть увеличена за счет изменения зазора между контактами.

Охлаждением дуги, точнее среды между контактами. Эффективное охлаждение обдувом должно быть направлено вдоль дуги.

Помещением контактов в трудноионизируемую газовую среду (газовые выключатели) или в вакуумную камеру (вакуумные выключатели).

Снижением поперечного сечения дуги путем ее пропускания через узкое отверстие, или снижением площади контактов.

Разделением дуги - ее сопротивление может быть увеличено путем разделения на ряд небольших дуг, соединенных последовательно. Каждая из них испытывает действие удлинения и охлаждения. Дуга может быть разделена путем введения некоторых проводящих пластин между контактами.

**Гашение дуги методом нулевого тока**

Этот метод используется только в цепях переменного тока. В нем сопротивление дуги сохраняется низким, пока ток не снижается до нуля, где она гаснет естественным путем. Ее повторное зажигание предотвращается несмотря на увеличение напряжения на контактах. Все современные выключатели больших переменных токов используют этот метод гашения дуги. В системе переменного тока последний падает до нуля после каждого полупериода. В каждое такое обнуление дуга гаснет на короткое время. При этом среда между контактами содержит ионы и электроны, так что ее диэлектрическая прочность небольшая и может быть легко разрушена растущим напряжением на контактах. Если это происходит, электрическая дуга будет гореть в течение следующего полупериода тока. Если сразу же после его обнуления диэлектрическая прочность среды между контактами растет быстрее, чем напряжение на них, то дуга не зажжется и ток будет прерван. Быстрое увеличение диэлектрической прочности среды вблизи нуля тока может быть достигнуто путем: рекомбинации ионизированных частиц в пространстве между контактами в нейтральные молекулы; удалением ионизированных частиц прочь и заменой их нейтральными частицами. Таким образом, реальной проблемой в прерывании переменного тока дуги является быстрая деионизация среды между контактами, как только ток становится равным нулю.

**Способы деионизации среды между контактами.**

1. Удлинение зазора: диэлектрическая прочность среды пропорциональна длине зазора между контактами. Таким образом, при быстром размыкании контактов может быть достигнута и более высокая диэлектрическая прочность среды.

2. Высокое давление. Если оно в непосредственной близости от дуги, увеличивается, плотность частиц, составляющих канал дугового разряда, также растет. Повышенная плотность частиц приводит к высокому уровню их деионизации и, следовательно, диэлектрическая прочность среды между контактами увеличивается.

3. Охлаждения. Естественная рекомбинация ионизированных частиц происходит быстрее, если они остывают. Таким образом, диэлектрическая прочность среды между контактами может быть увеличена путем охлаждения дуги.

4. Эффект взрыва. Если ионизированные частицы между контактами сметены прочь и заменены неионизированными, то диэлектрическая прочность среды может быть увеличена. Это может быть достигнуто с помощью газового взрыва, направленного в зону разряда, или впрыскиванием масла в межконтактное пространство.

В таких выключателях в качестве среды гашения дуги используется газ гексафторид серы (SF6). Он имеет сильную тенденцию поглощать свободные электроны. Контакты выключателя открываются в потоке высокого давления SF6) между ними (см. рисунок ниже).



Газ захватывает свободные электроны в дуге и формирует избыток малоподвижных отрицательных ионов. Число электронов в дуге быстро сокращается, и она гаснет.