

Влияние аварийных режимов в электрических сетях на возникновение пожара

Студенты гр.10606116: Васильев И.А., Радзевич А.Э., Ярмош М.С.

Научный руководитель - Филянович Л.П

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

В некоторых случаях при осмотре места пожара выявляются факты, свидетельствующие о существовании аварийных режимов в электрооборудовании объекта, в котором произошел пожар. К ним относятся:

- локальные оплавления на токоведущих элементах электрооборудования;
- срабатывание электрической защиты (плавких вставок предохранителей, защитных реле и автоматов и т.п.);
- ненормальное функционирование электроустановок до пожара (мигание света, перенапряжение, ненормальное гудение и т.д.).

Причастность аварийных режимов в электроустановках к случаям возникновения пожара считается обоснованной, если:

- имеются доказательства о существовании аварийного режима;
- место возникновения пожара пространственно совпадает с местом возникновения аварийного режима;
- время возникновения аварийного режима предшествовало времени возникновения пожара;
- тепловой импульс аварийного режима был достаточен для зажигания горючей системы.

Комплекс этих условий позволяет с достаточной достоверностью делать вывод о причастности аварийных режимов к возникновению пожара. На практике факт существования аварийного режима в электрических проводках устанавливается путем регистрации срабатывания защитной аппаратуры (автоматов, плавких вставок предохранителей и др.) или по соответствующим эффектам: электрическим дугами, искрами, оплавлениям и т.п. В тех случаях, когда помимо этого требуется определить еще и время возникновения аварийного режима относительно какого-либо события (пожара, взрыва, наступления смерти и т.д.), необходимы дополнительные исследования косвенных следов или процессов, возникающих или сопутствующих каждому из этих событий, на ход которых в свою очередь оказывают влияние последовательность аварийного режима и события (например, аварийный режим + событие или, наоборот, событие + аварийный режим). Подобные задачи встречаются довольно часто. Так, при расследовании причины пожара, если есть подозрения на причастность аварийного режима электрической проводке сгоревшего объекта, необходимо ответить на два вопроса:

- был ли аварийный режим в электропроводке сгоревшего объекта;
- если аварийный режим был, то когда он произошел: до пожара или во время пожара.

Установление факта существования аварийного режима по признакам, отмеченным выше, в ряде случаев довольно затруднительно. Действие, при коротком замыкании (далее – к.з.) срабатывание защиты может и не произойти, если место к.з. будет расположено на значительном удалении от источника электрической энергии или защита будет сильно «загружена». В то же время срабатывание защиты еще не позволяет определить место возникновения аварийного режима. Обычно это место устанавливается путем поиска места оплавления проводников. Оплавление же проводников в свою очередь может быть вызвано двумя причинами: током к.з. или температурой пожара. Термические процессы в электрических проводниках при аварийных режимах существенно отличаются от термических процессов в них при попадании их в очаг пожара. При протекании по ним токов аварийного режима, например тока к.з., в месте к.з. они сопровождаются физико-химическим воздействием между атомами и ионами металла проводников. Уровень взаимодействия определяет форму и размер оплавления, а

также структуру близлежащего основного металла. К тому же они носят исключительно локальный характер и чрезвычайно скоротечны. Следствием этого, как правило, являются незначительное количество расплавленного металла, высокие температуры нагрева и неизбежность образования зоны резкого перехода от структуры расплавленного металла к исходной. Тепловые процессы в проводниках при попадании их в зону пожара характеризуются сравнительно низкими скоростями изменения температуры. Область распространения температуры вдоль проводника за счет теплопроводности значительна, поэтому образование существенных структур градиентов в проводниках в этом случае исключается.

При первичном к.з., т.е. когда оно предшествует пожару, пережог проводников в месте к.з. происходит в среде с нормальной температурой. При этом температура проводника может отличаться от нее на величину, которая считается допустимой по условиям эксплуатации. Нагретый проводник как в зоне к.з., так и по всей своей длине успевает остыть до температуры окружающей среды, прежде чем он будет нагрет теплом пожара, если он возникает в результате к.з.

При вторичном к.з. пережог проводников в месте к.з. происходит в среде с повышенной температурой. Разница между температурами металла в месте расплавления и окружающей среды меньше, чем при первичном к.з. Это неизбежно должно найти отражение на скорости остывания металла токоведущих жил в месте их расплавления током к.з. При оплавлении проводников от тепла пожара темп нагрева и остывания значительно ниже, чем при нагреве токами к.з. Различие в характере протекания термических процессов в проводниках сказывается на ходе структурных процессов токоведущих жилах. При нагреве проводников электрическим током распределение температуры происходит по параболическому закону. Одновременно имеет место разница в температурах окружающей среды и нагрева токоведущей жилы. Возникает температурный градиент, который оказывает сильное влияние на ход процесса рекристаллизации и характер образующейся структуры. При нагреве алюминиевых проводников током происходит усиление деформации в металле провода, сопровождающееся появлением внутренних напряжений.

Оплавление проводников при аварийном режиме может произойти при их замыкании между собой (локальное к. з.) и прохождении по ним сквозных токов к. з.

Поскольку термические процессы в проводниках при воздействии на них токов к. з. очень скоротечны, то процессы кристаллизации в зоне оплавления регулируются количеством запасенного тепла в месте оплавления и температурой окружающей среды. В свою очередь количество запасенного тепла зависит от температуры нагрева расплавленного металла и размеров оплавления. При больших значениях тока к. з. происходит испарение и выбрасывание расплавленного металла, в результате чего в зоне оплавления (в зоне пережога) наблюдается незначительное укрупнение зерна. При оплавлении проводников током к. з. в среде с повышенной температурой, что по своей сути означает вторичное к. з., проявление признаков, характерных для кристаллизации при нормальной температуре окружающей среды, не наблюдается.

В общем случае независимо от вида источника тепла, воздействующего на проводник, оплавление последнего происходит лишь в той его части, которая попадает в зону действия температуры, равной или превышающей температуру плавления проводника. Определение размеров зоны, имеющей такую температуру, по визуальным признакам возможно, если оплавление проводников не сопровождается нарушением их протяженности. С ростом тока к. з. темп нарастания температуры в месте к. з. еще более увеличивается. Поэтому вся теплота практически будет расходоваться на нагрев металла в месте к. з. с последующим его испарением и разбрызгиванием в виде отдельных частиц и капель. Тепловые процессы будут проходить только за счет теплоты, которая аккумулирована вблизи зоны пережога.