

УДК 620.9:626

**ВЛИЯНИЕ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ, ПЕРЕГРУЗОК И
ПЕРЕХОДНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ НА ПОЖАРНУЮ
БЕЗОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК**

Азизов Баходиржон Ёкубович
Старший преподатель Андижанского
государственного технического института
г.Андижан, Узбекистон.

UDC 620.9:626

**INFLUENCE OF SHORT CIRCUITS, OVERLOADS, AND TRANSIENT
RESISTANCES ON THE FIRE SAFETY OF ELECTRICAL
INSTALLATIONS**

Azizov Bahodirjon Yekubovich
Senior Lecturer at Andijan University
State Technical Institute of
Andijan, Uzbekistan.

Аннотация: В статье рассмотрены причины возникновения коротких замыканий, перегрузок и переходных сопротивлений в электрических сетях, а также их влияние на пожарную безопасность электроустановок. Приведены механизмы теплового и электрического воздействия на изоляционные материалы, особенности деградации изоляции при воздействии влаги,

агрессивных сред и повышенных токов. Проанализированы сравнительные характеристики проводников с алюминиевыми и медными жилами, их способность вызывать воспламенение при аварийных режимах. Особое внимание уделено проблемам надежности контактных соединений — как разъемных, так и неразъемных, — поскольку переходное сопротивление является одним из основных факторов нагрева и возгорания. Представлены рекомендации по снижению пожарных рисков, включая правильный выбор проводников, материалов, способов соединения и эксплуатационных условий.

Ключевые слова: Короткое замыкание; перегрузка; переходное сопротивление; контактные соединения; пожарная безопасность; электропроводка; тепловое старение изоляции; аварийные режимы; кабельные линии; воспламенение.

Abstract: The article examines the causes of short circuits, overloads, and transient resistances in electrical wiring, as well as their impact on fire safety in electrical installations. The mechanisms of thermal and electrical degradation of insulation materials under mechanical damage, moisture exposure, aggressive environments, and increased current loads are described. The study analyzes the fire-hazard characteristics of copper and aluminum conductors under emergency operating conditions. Special attention is given to the reliability of contact connections, since transient resistance is one of the main factors leading to excessive heating and potential fire ignition. Recommendations are provided for reducing fire risks, including proper selection of conductors, insulation materials, connection methods, and safe operating conditions.

Keywords: Short circuit; overload; transient resistance; contact connections; fire safety; electrical wiring; thermal aging of insulation; emergency modes; cable lines; ignition.

1. Введение. Короткие замыкания в электропроводке чаще всего происходят из-за нарушения изоляции токопроводящих частей в результате механического повреждения, старения, воздействия влаги и агрессивных сред, а также неправильных действий людей. При возникновении короткого замыкания возрастает сила тока, а количество выделяющейся теплоты, пропорционально квадрату тока. Так, если при коротком замыкании ток увеличится в двадцать раз, то выделяющееся при этом количество тепла возрастет примерно в четыреста раз. Термическое воздействие на изоляцию проводов значительно снижает ее механические и диэлектрические свойства. Например, если проводимость электрокартона (как изоляционного материала) при 20 °C принять за единицу, то при температурах 30, 40 и 50 °C она увеличится в 4, 13 и 37 раз соответственно. Термическое старение изоляции наиболее часто возникает из-за перегрузки электросетей токами, превышающими длительно допустимые для данного вида и сечений проводников. Например, для кабелей с бумажной изоляцией срок их службы может быть определен по известному «восьмиградусному правилу»: превышение температуры на каждые 8 °C сокращает срок службы изоляции в 2 раза. Термическому разрушению подвержены и полимерные изоляционные материалы. Воздействие влаги и агрессивных сред на изоляцию проводов существенно ухудшает ее состояние из-за появления поверхностных токов утечки. От возникающего при этом тепла жидкость испаряется, а на изоляции остаются следы соли. При прекращении испарения ток утечки исчезает. При неоднократном воздействии влаги процесс повторяется, но из-за повышения концентрации соли проводимость увеличивается настолько, что ток утечки не прекращается даже после окончания испарения. Кроме того, появляются мельчайшие искры. В дальнейшем под действием тока утечки изоляция обугливается, теряет прочность, что может привести к возникновению местного дугового поверхностного разряда, способного воспламенить изоляцию. Пожарная

опасность коротких замыканий электропроводов характеризуется следующими возможными проявлениями электрического тока: Воспламенением изоляции проводов и окружающих горючих предметов и веществ; способностью изоляции проводов распространять горение при поджигании ее от посторонних источников зажигания;

Образованием при коротком замыкании расплавленных частиц металла, поджигающих окружающие горючие материалы (скорость разлета расплавленных частиц металла может достигать 11 м/с, а их температура — 2050—2700 °С). При перегрузке электропроводок также возникает аварийный режим. Из-за неправильного выбора, включения или повреждения потребителей суммарный ток, проходящий в проводах, превышает номинальное значение, т. е. происходит повышение плотности тока (перегрузка). Например, при прохождении тока в 40 А через последовательно соединенные три куска провода одинаковой длины, но различного сечения — 10; 4 и 1 мм² плотность его будет различна: 4, 10 и 40 А/мм². В последнем куске самая высокая плотность тока, и соответственно, самые высокие потери мощности. Провод сечением 10 мм² слегка нагреется, температура провода сечением 4 мм² достигнет допустимой, а изоляция провода сечением 1 мм² просто сгорит.

2. Методы реализации и необходимые материалы.

Основное отличие короткого замыкания от перегрузки заключается в том, что при коротком замыкании нарушение изоляции является причиной аварийного режима, а при перегрузке - его следствием. При определенных обстоятельствах перегрузка проводов и кабелей в связи с большей длительностью аварийного режима более пожароопасна, чем короткое замыкание. Материал жилы проводов оказывает существенное влияние на зажигающую способность при перегрузках. Сравнение показателей пожарной опасности проводов марок АПВ и ПВ, полученных при испытаниях в режиме перегрузки, показывает, что вероятность

воспламенения изоляции в проводах с медными токопроводящими жилами выше, чем у алюминиевых. При коротком замыкании наблюдается та же закономерность. Прожигающая способность дуговых разрядов в цепях с медными токопроводящими жилами более высокая, чем с жилами из алюминия. Например, стальная труба с толщиной стенки 2,8 мм прожигается (или воспламеняется горючий материал на ее поверхности) при сечении жилы из алюминия 16 мм², а с медной жилой — при сечении 6 мм². Кратность тока определяется отношением тока короткого замыкания или перегрузки к длительно допустимому току для данного сечения проводника. Наибольшей пожарной опасностью обладают провода и кабели с полиэтиленовой оболочкой, а также полиэтиленовые трубы при прокладке в них проводов и кабелей. Электропроводки в полиэтиленовых трубах в пожарном отношении представляют большую опасность, чем электропроводки в винилластовых трубах, поэтому область применения полиэтиленовых труб значительно уже. Особенно опасна перегрузка в частных жилых домах, где, как правило, от одной сети питаются все потребители, а аппараты защиты нередко отсутствуют или рассчитаны только на ток короткого замыкания. В многоэтажных жилых домах также ничего не препятствует жильцам пользоваться более мощными лампами или включать бытовые электроприборы общей мощностью большей, чем та, на которую рассчитана сеть.

3. Анализ и результаты работы

На электроустановочных устройствах (розетках, выключателях, патронах и т. д.) указаны предельные значения токов, напряжений, мощности, а на зажимах, разъемах и других изделиях, кроме того, наибольшие сечения присоединяемых проводников. Для безопасного пользования этими устройствами необходимо уметь расшифровывать эти надписи. Например, на выключателе нанесено «6,3 А; 250 В», на патроне — «4 А; 250 В; 300 Вт», а на удлинителе-разветвителе — «250 В; 6,3 А», «220 В.

1300 Вт», «127 В, 700 Вт». «6,3 А» предупреждает о том, что ток, проходящий через выключатель, не должен превышать 6,3 А, иначе выключатель перегреется. Для любого меньшего тока выключатель годится, так как чем меньше ток, тем меньше нагревается контакт. Надпись «250 В» указывает, что выключатель может применяться в сетях напряжением не выше 250 В. Если умножить 4 А на 250 В, то получится 1000, а не 300 Вт. Как связать вычисленное значение с надписью? Надо исходить из мощности. При напряжении в сети 220 В допустимый ток: 1,3 А (300:220); при напряжении 127 В — 2,3 А (300—127). Току 4 А соответствует напряжение 75 В (300:4). Надпись «250 В; 6,3 А» указывает, что устройство предназначено для сетей напряжением не более 250 В и для тока не более 6,3 А. Умножая 6,3 А на 220 В, получаем 1386 Вт (округленно 1300 Вт). Умножая 6,3 А на 127 В, получаем 799 Вт (округленно 700 Вт). Возникает вопрос: не опасно ли так округлять? Не опасно, так как после округления получились меньшие значения мощности. Если мощность меньше, то меньше нагреваются контакты. При протекании через контактное соединение электрического тока из-за переходного сопротивления на контактном соединении падает напряжение, мощность и выделяется энергия, которая вызывает нагрев контактов. Чрезмерное увеличение тока в цепи или возрастание сопротивления ведет к дальнейшему повышению температуры контакта и подводящих проводов, что может вызвать пожар. В электроустановках применяются неразъемные контактные соединения (пайка, сварка) и разъемные (на винтах, втычные контакты, пружинящие и т. п.), а также контакты коммутационных устройств — магнитных пускателей, реле, выключателей и других аппаратов, специально предназначенных для замыкания и размыкания электрических цепей, т. е. для их коммутации. В сетях внутридомового электроснабжения от ввода до приемника электроэнергии электрический ток нагрузки протекает через большое количество контактных соединений.

4. Обсуждение.

Контактные соединения никогда, ни при каких обстоятельствах не должны нарушаться. Однако исследования проведенные некоторое время назад над оборудованием внутридомовых сетей, показали, что из всех обследованных контактов только 50 % удовлетворяют требованиям ГОСТа. При протекании тока нагрузки в некачественном контактном соединении за единицу времени выделяется значительное количество тепла, пропорциональное квадрату тока (плотности тока) и сопротивлению точек действительного соприкосновения контакта. Если разогретые контакты будут соприкасаться с горючими материалами, то возможно их воспламенение или обугливание и загорание изоляции проводов. Величина переходного сопротивления контактов зависит от плотности тока, силы сжатия контактов (величины площади сопротивления), от материала, из которого они изготовлены, степени окисления контактных поверхностей и т. д. Для уменьшения плотности тока в контакте (а значит, и температуры) необходимо увеличить площадь действительного соприкосновения контактов. Если контактные плоскости прижать друг к другу с некоторой силой, мелкие бугорки в местах касания будут незначительно смяты. Из-за этого увеличатся размеры соприкасающихся элементарных площадок и появятся дополнительные площадки касания, а плотность тока, переходное сопротивление и нагрев контакта снижается. Экспериментальные исследования показали, что между сопротивлением контакта и величиной крутящего момента (силой сжатия) существует обратно пропорциональная зависимость. С уменьшением крутящего момента в 2 раза сопротивление контактного соединения провода АПВ сечением 4 мм² или двух проводов сечением 2,5 мм² увеличивается в 4—5 раз. Для отвода тепла от контактов и рассеивания его в окружающую среду изготавливают контакты определенной массы и поверхности охлаждения.

5. Выводы и предложения.

Особое внимание уделяют местам соединения проводов и подключения их к контактам вводных устройств электроприемников. На съемных концах проводов применяют наконечники различной формы и специальные зажимы. Надежность контакта обеспечивается обычными шайбами, пружинящими и с бортиками. Через 3—3,5 года сопротивление контакта увеличивается примерно в 2 раза. Значительно увеличивается сопротивление контактов и при коротком замыкании в результате краткого периодического воздействия тока на контакт. Испытания показали, что наибольшую стабильность при воздействии неблагоприятных факторов имеют контактные соединения с упругими пружинящими шайбами. К сожалению, «экономия на шайбах» — явление довольно распространенное. Шайба должна быть из цветного металла, например, из латуни. Стальную шайбу защищают антисептическим покрытием.

Использованные литературы

1. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / Под. ред. Б.Н. Неклепаева. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 152 с.
2. Жуков В.В. Короткие замыкания в электроустановках напряжением до 1 кВ. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 192 с.
3. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях / Под ред. В.А. Веникова – М.: Энергоатомиздат, 1983.
4. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 640 с.