

Ароян Карен Сергеевич  
Елизаров Леонид Владимирович  
Кондраков Евгений Павлович  
Сардар Аскар Асанулы  
Султан Бекен Асхатулы  
Aroyan Karen Sergei  
Elizabeth Leonid Vladimirovich  
Kondrakov Eugene Pavlovich  
Sardar Askar Asanuli  
Sultan Beken Askhatuli

Магистранты

Master's Degree students

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы МЧС  
России, г. Санкт-Петербург

St.Petersburg University of State Fire Service of Emercom of Russia

## **ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ БОЛЬШОГО ПЕРЕХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ**

### **FIRE HAZARD OF HIGH TRANSIENT RESISTANCE IN ELECTRICAL NETWORK**

Аннотация на русском языке: Современная электрическая сеть состоит из множества элементов и имеет сложное строение. Для электрической сети характерны следующие аварийные режимы работы: короткое замыкание, перегрузка и большое переходное сопротивление. Обеспечение пожарной безопасности и профилактика аварийных режимов в электрических сетях различных объектов являются актуальными для России. В работе рассмотрены аварийные режимы работы в электрических сетях, вызванные большим переходным сопротивлением.

The summary in English: The modern electrical network consists of a set of elements and has complex structure. The following emergency operation of work is characteristic of an electrical network: short circuit, overload and big transient resistance. Ensuring fire safety and prevention of emergency operation in electrical networks of various objects are relevant for Russia. In work are considered emergency by operating modes in electrical networks, caused by big transient resistance.

*Ключевые слова: Пожарная опасность, большие переходные сопротивления, электрическая сеть, аварийные пожароопасные режимы.*

*Key words: Fire hazard, large transient resistances, electrical network, emergency fire hazard modes.*

Термин «большие переходные сопротивления» появился при исследовании протекания электрического тока с одной поверхности проводника на другую, через площадки их соприкосновения. Большие переходные сопротивления образуются из-за неплотного контакта

токопроводящих элементов электросети между собой, например, в местах подключения проводов к рубильникам, предохранителям, электродвигателям и другим аппаратам и приборам.

Причиной образования больших переходных сопротивлений может быть также некачественное выполнение монтажных работ, когда вместо горячей пайки, сварки или опрессовки электрических проводов, ограничиваются простой механической скруткой, подключая провода без специальных зажимов и наконечников. [1–2]. Так же возможно возникновение аварийных режимов, связанных с выделением тепловой электрической энергии, в местах контакта электропроводов, изготовленных из разных металлов (например из меди и алюминия). При нормальном функционировании электрических проводов переходные сопротивления незначительны и практически не отличаются от сопротивления других участков электрической цепи. Если в местах таких соединений контакт будет неплотный, сопротивление резко возрастает. При этом происходит локальный нагрев, который приводит к воспламенению горючих веществ (изоляции).

При наличии подвижных контактов может наблюдаться искрение. Наиболее часто термическое искрение возникает или создает дополнительную опасность в результате:

1. Точечной коррозии или горения контактов в местах электрического замыкания цепи;
2. Перегрева при плохих контактах контакт или перегрузке;
3. Механического износа и коррозии при длительной эксплуатации или плохой профилактики;
4. Отсутствия или недостаточной эффективности защитных устройств.

Характерными признаками образования больших переходных сопротивлений являются:

повышенный нагрев мест соединения проводов, токоведущих жил кабелей или их контактов;

появление в местах соединений и подключений синевы на металле, хрупкость и растрескивание изоляции;

расплавление припоя на зажимах и др.

При наличии больших переходных сопротивлений появляются специфический запах жженой резины и продуктов термического разложения изоляции, а также потрескивание. Предохранители, даже правильно выбранные, не могут предупредить возгорание от действия больших переходных сопротивлений, ибо ток в электрической цепи не возрастает, а выделение большого количества тепла происходит в результате образования больших переходных сопротивлений.

От указанных электротехнических причин возникает большое количество пожаров. Статистика показывает, что каждый третий пожар возникает при эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов.

Меры, принимаемые по пожарной профилактике можно разделить, прежде всего на технические, организационные, режимные, структурно-планировочные и эксплуатационные.

На рисунке показаны методы повышения пожарной безопасности в электропроводке автомобилей [3, 4, 5]. Из проведенного анализа следует, что существующие административные и нормативные методы за последнее время практически не меняются. При этом использование административных методов сводятся к системе штрафов, контролю соблюдения сроков технического обслуживания и большому количеству приказов и другой документации. Эти методы исчерпали себя, а в

некоторых случаях приводят к ухудшению обслуживания транспортных средств.

К техническим мероприятиям относится выполнение противопожарных норм и правил при эксплуатации автотранспорта, расчет времени эвакуации, анализ нарастания опасных факторов пожара, использования современных систем автоматического пожаротушения, применение пожарозащитных систем [1, 3, 6] и т.д.

Организационные мероприятия определяются в первую очередь правильной эксплуатацией автомобильного транспорта, регламентированное содержание ремонтных помещений и территорий, проверками соблюдения противопожарных правил и регулярным инструктажам водителей и обслуживающего персонала.

К ремонтным мероприятиям относятся всякого рода разрешающие и запрещающие приказы. Строительно-планировочные меры должны быть регламентированы на этапе строительства и ремонта и определяются огнестойкостью зданий и сооружений (использование материалов и конструкций: негорючих, трудногорючих) [4].



Рисунок - Методы повышения пожарной безопасности при эксплуатации автотранспортных средств.

На железнодорожном транспорте случаи загораний и пожаров от электротехнических причин наблюдается на тепловозах, в пассажирских вагонах и на других подвижных и неподвижных объектах. В частности, на тепловозах типа ТЭ-3 наиболее часто возникают пожары в результате: короткого замыкания на корпус электропровода, проложенного к топливному насосу и подверженного наиболее сильному разрушительному воздействию на его изоляцию; неисправности реле напряжения главного генератора, приводящей к перегрузке проложенных от него электрических кабелей; замыкания на массу плюсового провода (проложен от диода зарядки батареи

), приводящего к образованию искры с последующим возгоранием проводов в высоковольтной камере; перетирания изоляции кабеля в месте выхода из настильного листа в изгибе трубы и замыкания кабеля на корпус тепловоза; нагрева кабеля из-за плохого контакта в месте крепления с последующим перегоранием изоляции и замыканием с силовыми кабелями; возникновения электрической дуги между губками контактора Д-3 в результате неплотного его подклинивания и др.

Характерный случай пожара наблюдался в одном из локомотивных депо в связи с замыканием силового кабеля АПВ в распределительной коробке вследствие протекания крыши и попадания воды на оголенную поверхность кабеля в месте разветвления [3, 7, 8].

При перевозке автомашин на платформах наблюдались случаи замыканий в результате оставления включенным замка зажигания и возникновения горения дроссельной катушки из-за ее перегрева.

Весьма опасными являются электромагнитные поля с частотами от 10 кГц и выше, которые создаются техническими устройствами. Источниками загорания здесь могут быть искровые разряды в местах соприкосновения и разъединения, а также разогрев деталей приемной схемы из-за напряжений и электротоков, генерированных в приемной схеме электромагнитным полем. Примером является установленное накопление энергии высокочастотного электромагнитного излучения в разветвленных металлических строительных конструкциях (мощные радио- и телевизионные станции, радиолокаторы и т. п.), которое может приводить к образованию искр, обладающих зажигательной способностью.

Величина переходного сопротивления контактов зависит от силы сжатия контактов и материала, из которого они изготовлены, геометрической формы и обработки их поверхности. На величину сопротивления влияют также окисление контактных поверхностей и образование оксидных полупроводниковых пленок. Особенно интенсивное окисление происходит

при температуре нагрева контактов выше 70—75 °С, а также в среде, агрессивно действующей на контакты (химически активная среда, повышенная влажность и т.д.). Влияние контактов на величину сопротивления объясняется тем, что электрическая проводимость полупроводниковых пленок по сравнению с металлами очень низкая. В благоприятных условиях она составляет миллионную часть проводимости чистого металла.

Для уменьшения величины переходных сопротивлений и снижения нагрева необходимо применять упругие контакты или специальные стальные пружины.

Основные способы соединения проводов: пайка, сварка, механическое под давлением (опрессование). Соединять провода пайкой и сваркой в помещениях со взрывоопасной средой запрещается. Жилы проводов и кабелей в местах соединения между собой и ответвлений должны иметь такую же изоляцию, как и на остальных участках. Контакты из меди, латуни и бронзы следует защищать от окисления лужением, используя тонкий слой олова или сплава олова и свинца. Лужение медных контактов особенно эффективно в наружных установках, в сырых или содержащих активные газы и пары помещениях, при температуре воздуха выше 60° С. Существенную роль может играть защитная смазка, предохраняющая контактную поверхность от быстрого окисления.

Из приведенного анализа следует, что на более перспективными методами для повышения пожарной безопасности электросети автотранспортных средств становятся: метод математического моделирования и эмпирический метод.

### Список литературы

1. Хернер А. Автомобильная электрика и электроника / Хернер А., Риль Х-Ю. // М.: ООО Изд-во «За рулём», 2013. 624 с.

2. Абдулалиев Ф.А., Моторыгин Ю.Д. Описание развития пожара с помощью перколяционной модели // Пожаровзрывобезопасность. 2011. № 8. С. 25 – 33.
3. Зернов, С.И. Пожар в автомобиле: как установить причину? / Н.М. Булочников, С.И. Зернов, А.А. Становенко, Ю.П. Черничук – М.: ООО «НПО «ФЛОГИСТОН», 2006. – 224 с.
4. Федеральный закон от 27.06.2008 №123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
5. Моторыгин Ю.Д. Моделирование пожароопасных режимов в электросети автомобилей для принятия решения при проведении пожарно-технической экспертизы // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25. № 9. С. 45-51.
6. Оценка эффективности принятия решений по повышению пожарной безопасности на открытых автостоянках / Ю.Д. Моторыгин, И.О. Литовченко, А.В. Максимов, А.К. Черных // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 1. С. 25-31.
7. Модель возникновения и развития аварийных режимов в электросети автомобиля, приводящих к возникновению пожара / Ю.Д. Моторыгин, Д.В. Косенко, Р.Ш. Бибарсов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 4 (36). С. 82-85.
8. Transportation management of facilities for rescue operations upon disaster mitigation / V.B. Vilkov, A.K. Chernykh, S.A. Nefed'Yev, Y.D. Motorygin, V.N. Gromov, V.I. Komashinskiy // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Т. 9. № 1. С. 676-687.