

## ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ПОЖАРООПАСНОГО ПРОЯВЛЕНИЯ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОСЕТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**Аннотация:** В статье приводится анализ пожарной опасности аварийных режимов электросети автомобиля. Указывается причина их появления, признаки и последствия проявления. Рассматривается возможность реализации безопасной работы электросети автомобиля с использованием защитных электротехнических устройств. Обсуждается вопрос — возможно ли полностью избавиться от проявления аварийных режимов в электросети автотранспортного средства.

**Ключевые слова:** Расследование пожаров, судебная пожарно-техническая экспертиза, аварийные режимы электросети автомобиля, защитные электротехнические устройства электросети автомобиля.

М. В. Rudenko,  
А. L. Belyak

## EXPERT ASSESSMENT OF FIRE DANGEROUS MANIFESTATIONS OF EMERGENCY MODES OF POWER SUPPLY OF MOTOR VEHICLES

**Summary:** The analysis of fire danger of emergency operation of the power supply network of the car is provided in this article. The reason of their emergence, signs and consequences of manifestation is specified. The possibility of implementing the safe operation of the vehicle electrical network using protective electrical devices is considered. The issue is discussed — whether it is possible to get rid completely of manifestation of emergency operation in the vehicle power supply network.

**Keywords:** investigation of the fires, judicial fire investigation, emergency operation of the power supply network of the car, protection electrotechnical devices of the power supply network of the car.

Согласно статистике в течение последнего десятилетия масса бортовой сети автотранспортных средств (АТС) значительно увеличилась. По приведённым данным [1] это значение составляет по одному килограмму в год (!). В автотранспортных средствах электрические связи постепенно вытесняют механические.

При современных требованиях пожарной безопасности, предъявляемых к электрооборудованию [2,3], в автомобиле возникают нарушения в работе электросети, которые способны привести к его возгоранию.

К основным аварийным режимам электросети относятся [4]: короткое замыкание, перегрузка электросети и большое переходное сопротивление.

Явление короткого замыкания возможно при наличии контакта весьма малого электрического сопротивления между разнополярными проводниками, находящихся под напряжением. В электросети автомобиля такой контакт возможен с одной стороны — между проводником, имеющим положительный заряд, с другой стороны — отрицательный (кузов автомобиля, его агрегаты, устройства и т. п.).

Контакт, при котором возможно проявление короткого замыкания, может появиться при нарушении изоляции электропроводки, появившейся по различным причинам. В ряде случаев причиной образования короткого замыкания являются: повреждение изоляции при механических воздействиях, воздействие высоких температур, а также влаги, паров кислот и щелочей.

При коротком замыкании резко уменьшается общее сопротивление электрической цепи, что приводит к значительному увеличению тока в ней по сравнению с током нормального режима. Температура токопроводящих жил резко увеличивается, вызывая воспламенение изоляционных покрытий, а в отдельных случаях и расплавление токоведущих жил.

В частном случае короткое замыкание может быть связано с протеканием токов, превышающих номинальное значение для данного проводника. Токи, превышающие номинальные, способствуют разогреву проводника, нагреванию и расплавлению его изоляции. Однако для штатных потребителей электросети автомобиля, такие случаи не являются широко распространёнными.

Для защиты от короткого замыкания в электросети автотранспортного средства могут использоваться специальные устройства, в частности устройство защиты бортовой сети УЗБС для защиты электрооборудования автомобиля (АО «ОПЗ ИМ. КОЗИЦКОГО» Россия).



Рис. 1. Устройство Защиты Бортовой Сети (УЗБС)

Устройство Защиты Бортовой Сети (УЗБС) осуществляет защитные функции во всех режимах эксплуатации автомобиля (выключенное зажигание; включённое зажигание; режим пуска двигателя работающий двигатель, заглушенный двигатель).

**Основное назначение** этого устройства — предотвращение возгораний в моторном отсеке из-за возникновения короткого замыкания в основном жгуте электропроводки до блока предохранителей.

Еще одна причина возникновения аварийных режимов в электросети автомобиля связана с перегрузкой в электросетях и устройствах. Режим перегрузки в электрических сетях, обмотках электродвигателей (становится особенно актуальным при появлении электромобилей) в приборах, устройствах происходит от токовых нагрузок, превышающих допустимые. Длительно допустимые токи на провода и кабели с учётом сечения их токопроводящих жил, вида изоляции, конструкции и способа прокладки определены действующими правилами устройства электроустановок [5].

При перегрузке увеличивается количество выделяемого проводниками тепла, что способствует их разрушению, воспламенению горючих покрытий изоляции. Согласно закону Джоуля-Ленца, количество теплоты, выделяющейся в проводнике при прохождении по нему электрического тока, зависит от силы тока, сопротивления проводника и времени его прохождения.

$$Q=I^2R\tau$$

где  $Q$  — количество теплоты, Дж;  $I$  — сила тока, А;  $R$  — электрическое сопротивление, Ом;  $\tau$  — время, с.

Поэтому при превышении длительно допустимых токовых нагрузок происходит перегрузка проводов. В результате чего происходит перегрев проводов, что способствует разрушению их изоляции, как следствие — возникновение короткого замыкания, возможное воспламенение проводов.

Как правило, причиной, вызывающей перегрузку электрических сетей, являются чрезмерное включение потребителей электроэнергии, не рассчитанных для использования в данной сети.

Для защиты от перегрузки электросети автомобиля могут использоваться тепловые расцепители сети. Принцип работы теплового расцепителя основан на деформации биметаллической пластины включённой последовательно с рабочим контактом, в следствии разогрева перегрузочным током. Высокая инерционность устройств не позволяет использовать данные автоматы для предотвращения аварийных ситуаций, связанных с токами коротких замыканий, но отлично подойдёт в ситуациях, когда приёмнику электроэнергии нужно обеспечить защиту от длительных токовых перегрузок.

Еще одной причиной является большое переходное сопротивление (БПС) в электросети. Переходными называют сопротивления в местах перехода электрического тока с одной контактной поверхности на другую через поверхности площадки действительного их соприкосновения. Большие переходные сопротивления образуются из-за неплотного соединения токопроводящих элементов электросети между собой, в клеммах, разъёмах, например, в местах подключения проводов к предохранителям, электродвигателям и другим аппаратам и приборам.

Причиной образования больших переходных сопротивлений является также некачественное выполнение ремонтных работ, когда в местах соединения проводников ограничиваются простой механической скруткой, подключают

провода к предохранителям, устройствам без специальных наконечников и зажимов. Из-за слабого контакта возникают искрение и даже электрическая дуга, которые могут вызвать воспламенение изоляции электропроводов, а также рядом находящихся сгораемых материалов.

Большие переходные сопротивления возникают в местах соединения разъемов, клеммных колодок, соединения проводов, изготовленных из разных металлов.

При правильном соединении проводов переходные сопротивления незначительны и практически не отличаются от сопротивления других участков электрической цепи. Если в местах таких соединений контакт будет слабый (плохой), переходные сопротивления резко возрастают.

Если контакты, нагретые до высокой температуры, будут соприкасаться с горючими материалами, возможно их самовоспламенение или воспламенение, а соприкосновение этих мест со взрывоопасными концентрациями горючих пылей, газов и паров легковоспламеняющихся жидкостей может явиться причиной взрыва.

При исследовании версии о возможности возникновения пожара от больших переходных сопротивлений следует иметь в виду, что предохранители, даже правильно выбранные, не могут предупредить пожар, т. к. в электрической сети ток не возрастает, а выделение большого количества тепла аккумулируется в материалах проводки в области большого переходного сопротивления.

Использование иных устройств защиты (УЗ) бортовой сети [6,7] не способствуют защите бортовой сети АТС от больших переходных сопротивлений, так как УЗ используют принцип защиты бортовой сети от больших бросков напряжений, от перенапряжения при работе генератора переменного тока, свечей зажигания, стартера, неисправной работы реле-регулятора и т.п, а так же защиты электронных схем автомобиля.

В качестве примера можно рассмотреть возникновение БПС в электросети автомобиля иностранного производства со штатной системой защиты. При возникновении большого переходного сопротивления в узле топливного насоса (рис.) автомобиля Subaru Forester 2004 года выпуска не произошло срабатывания предохранительного блока, рассчитанного на превышение токовой нагрузки, ни другие штатные системы защиты.



Рис. 2. Возникновение БПС в клеммном разъёме топливного насоса Subaru Forester 2004 года выпуска



Рис. 3. Возникновение БПС в ответной части клеммного разъёма топливного насоса Subaru Forester 2004 года выпуска

Таким образом, в клеммном разъёме, располагающемся в корпусе топливного насоса, образовалось отверстие в результате проплавления клеммной колодки, способствующее выходу паров бензина в область контактов

колодки, разогретых до высоких температур. Возникновение данного аварийного режима электросети автомобиля могло привести к воспламенению паров бензина прямо в салоне автомобиля, т. к. топливный насос монтируется непосредственно на бензобак автомобиля и располагается под сиденьем заднего пассажира. Стоит добавить, что ни одна штатная система защиты электросети автомобиля, а также дополнительно применяемые модули защиты на сегодняшний день не способны предотвратить возникновение БПС в электросети автомобиля, что говорит о высокой пожарной опасности проявления данного аварийного режима работы электросети автотранспортных средств.

#### Список использованной литературы:

1. Электричество в автомобиле: прогресс идёт по проводам // Зарулём.рф [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.zr.ru/content/articles/763474-elektrichestvo-v-avtomobile-progress-idet-po-provodam/>
2. ГОСТ 28751—90 Межгосударственный стандарт. Электрооборудование автомобилей. Электромагнитная совместимость. Кондуктивные помехи по цепям питания. Требования и методы испытаний.
3. ГОСТ 28279—89 Совместимость электромагнитная электрооборудования автомобиля и автомобильной бытовой радиоэлектронной аппаратуры. Нормы и методы измерений.
4. Черкасов В. Н., Костарев Н. П. Пожарная безопасность электроустановок: учеб. — М.: Акад. ГПС МЧС России, 2002. — 377 с.
5. Правила устройства электроустановок (седьмое издание). Все действующие разделы ПУЭ-7 2018 год. — М.: Моркнига, 2018. — 584 с.
6. Большой Воронежский форум [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://bvf.ru/forum/showthread.php?p=13855770>
7. Электротехнические причины пожара [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/elektrotexnicheskie-prichiny-pozhara/>