

УДК 343.985.44

Особенности разгерметизации топливной системы автомобиля при пониженных температурах окружающего воздуха

Р.Ф. Ворошилов; И.Н. Татаркин

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация

Статья посвящена особенностям разгерметизации топливной системы автотранспортных средств в условиях пониженных температур при резко континентальном климате Сибирского региона. Показан механизм разрушения топливопроводов, выполненных из полимерных материалов, в результате снижения упругости трубки топливопровода под воздействием низких температур и предложен способ исследования остатков топливопровода на инвертированном микроскопе МЕТАМ РВ.

Ключевые слова: автомобиль, пожар, пониженные температуры, эксплуатация.

Features of depressurization of the vehicle's fuel system at low ambient temperatures

R.F. Voroshilov; I.N. Tatarkin

FSBEI HE Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia

Annotation. The article is devoted to the features of depressurization of the fuel system of motor vehicles in conditions of low temperatures in the sharply continental climate of the Siberian region. The mechanism of destruction of fuel lines made of polymer materials as a result of reducing the elasticity of the fuel line tube under the influence of low temperatures is shown, and a method for studying the remains of the fuel line on an inverted metamorphic microscope is proposed.

Keyword: car, fire, reduced temperatures, operation

В автотранспортных средствах конструктивно присутствуют узлы и агрегаты которые могут быть потенциально опасны для возникновения и развития пожара. Например, система электроснабжения с большим количеством проводников, контактных соединений и потребителей электрической энергии, топливная система с топливными трубопроводами, проходящими как в нижней части кузова автомобиля, так и в моторном отсеке, где находятся потенциальные источники зажигания (выпускной коллектор, искрообразующие агрегаты).

Таким образом, возникает постоянная необходимость в совершенствовании конструкции транспортных средств, повышении их не только пассивной и активной безопасности, но и пожарной безопасности за счет применения конструктивных и отделочных материалов, обладающих повышенной пожаробезопасностью. В современном автомобиле сочетание полимерных и резинотехнических материалов, как в моторном отсеке, так и в салоне транспортного средства, а также большого количества топлива представляет значительную опасность с точки зрения возникновения и развития пожара в автомобиле.

Согласно статистическим данным, в 2019 году на территории Российской Федерации зарегистрировано 471 357 пожаров, при которых погибло 8567 человек и получило травмы 9477 человек, в том числе на транспортных средствах – 17 896 ед. (3,8 % от общего количества пожаров). При пожарах, возникших на

транспортных средствах, в прошлом году погибло 108 человек (1,3 % от общего количества погибших), получило травмы 364 человека (3,85 % от общего количества травмированных). Распределение количества пожаров представлено на рисунке 1 [3].

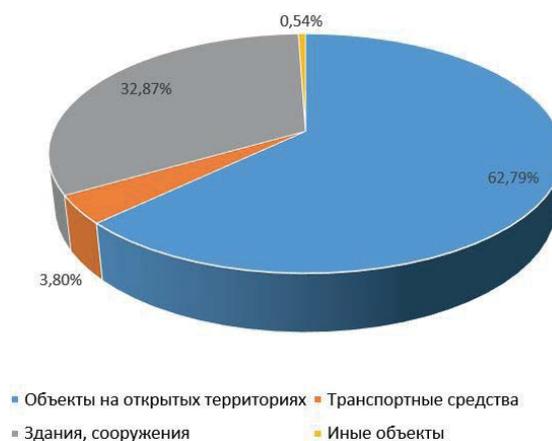


Рис. 1. Распределение количества пожаров, произошедших в Российской Федерации в 2019 году, по объектам возникновения

Пожарная безопасность автотранспортных средств, в основном оценивается на основе анализа статистики происшедших пожаров в предыдущие годы, реже при проведении натуральных экспериментов (испытаний) и инженерных расчетов [1].

Пожары в автотранспортных средствах возникают по следующим причинам:

- аварийные режимы работы в электросистемах (короткое замыкание, искрение и перегрев проводников в контактных соединениях, тепловые и механические повреждения электрической проводки), а также в дополнительных сервисных устройствах (охранная сигнализация, подогрев топлива и охлаждающей жидкости);
- утечка горючих жидкостей (топлива, моторного масла и охлаждающей жидкости), их загорание при контакте с горячими поверхностями или с искрообразующими узлами автомобиля (стартер, генератор);
- утечка горючих газов из газобаллонного оборудования;
- загорание отделочных и теплоизоляционных материалов кузова при контакте с горячими поверхностями;
- загорание автомобиля от внешнего теплового воздействия (от другого автомобиля на стоянке или в результате пожаров в частном жилом секторе);
- загорание автомобиля во время ремонтных работ;
- действия посторонних лиц:

Одной из возможных причин возникновения пожара на транспорте может являться аварийный режим топливной системы (механическая разгерметизация трубопроводов). Данные аварийные режимы работы происходят наиболее часто в зимнее время года в условиях резко континентального климата Сибирского региона Российской Федерации.

Пример последствий такого пожара в автотранспортном средстве приведен на рисунке 2.

В топливной системе при работе двигателя постоянно поддерживается повышенное давление и, при негерметичности системы, из неё будет под давлением выходить топливо. Причем, если происходит интенсивное струйное истечение топлива, то это приведет к перебоям в работе двигателя. При разгерметизации топливной системы под в моторном отсеке или под днищем автомобиля создаются благоприятные условия для образования легковоспламеняющейся топливно-воздушной смеси. При попадании топлива в свободный объем кузова автомобиля он интенсивно испаряется, а пары, смешиваясь с воздухом окружающей среды, образуют горючую среду. Если автомобиль находится с работающим двигателем в статическом положении (например, на стоянке) или движется с небольшой скоростью (например, в плотном транспортном потоке) происходит увеличение концентрации горючих паров топлива и их дальнейшее воспламенение от нагретых поверхностей двигателя или системы отвода отработавших газов.



Рис. 2. Зона горения в автомобиле Ford Mondeo. Стрелкой показан район разгерметизации топливной системы

На современных автомобилях трубопроводы системы подачи и отвода топлива изготавливаются из полимерных материалов. Это обусловлено, что современные полимерные материалы относительно дешевы, но обладают необходимыми свойствами, такими как: механическая прочность, износостойкость и стойкость к химическим и физическим воздействиям. Но, при эксплуатации в резко континентальном климате Сибири, года холодное время года продолжается от 5 до 8 месяцев, а морозы достигают минус 40-50°C, а местами в минус 60°C происходит разгерметизация топливной системы. С изменением температуры механические свойства полимерных материалов сильно изменяются, причем работоспособность изделий из него уменьшается как при нагревании, так и при охлаждении. С понижением температуры окружающей среды предел прочности полимерных материалов растет, а эластичность падает.

Автором в период 2017-2019 гг. были проанализированы пожары в автотранспортных средствах, произошедших по причине разгерметизации топливной системы в зимний период времени на территории Красноярского края. С мест пожаров были отобраны образцы топливопроводов, выполненные из полимерных материалов, и исследованы в лабораторных условиях. Изображение поверхности топливопроводов получено с помощью микроскопа «ЕС МЕТАМ РВ-21» и присоединенной к нему цифровой видео камеры «VEC 335» 3.2 Mega Pixels.

В результате проведенных исследований установлено, что примерно в 15% случаев, на частично сохранных полимерных трубопроводах обнаружены продолговатые разрушения с овалообразными отверстиями: обычно размерами от 2 до 4 мм. Края отверстий имеют хребтообразную составляющую (подъем материала из внутренней поверхности топливопровода во внешнюю сторону), края хребтов оплавлены, боковые поверхности оплавлены. В непосредственной близости от краев отверстий с внешней стороны на поверхности полимерной трубки присутствуют следы локального термического воздействия (в виде кратеров).

По характеру слеодообразования можно сделать вывод о том, что отверстия образуются под воздействием внутреннего давления (края отверстий направлены во внешнюю сторону (рисунок 3)).



Рисунок 3 — Пример разрушения топливной магистрали

Характер повреждений свидетельствует о том, что происходит поперечный разрыв полимерной трубки топливопровода. Указанный поперечный разрыв мог произойти в результате наличия давления в топливной системе (при заведенном двигателе) либо в результате растрескивания или размягчения трубки (в процессе предшествующей эксплуатации), в результате чего она потеряла свою герметичность.

Причиной разгерметизации топливной системы автомобиля, в данных условиях, по нашему мнению, является сочетание значительного снижения упругости трубки топливопровода под воздействием низких температур со значительным увеличением механической нагрузки на трубопровод, связанной с колебаниями силового агрегата на подвеске при запуске или работе двигателя.

Таким образом, данные об особенностях разрушения топливной магистрали в автотранспортных средствах, выполненной из полимерных материалов, позволят повысить достоверность экспертных выводов в рамках проведения пожарно-технических экспертиз при исследовании пожаров на автотранспорте.

Литература

1. Исхаков Х.И. Пожарная опасность автомобиля // Автомобильная промышленность. 1985. № 8. С. 19-21.
2. Исхаков Х.И., Пахомов А.В., Каминский Я.Н. Пожарная безопасность автомобиля // М.: Транспорт, 1987. – 85 с.
3. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 году – М. : МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020. – 259 с.