

УДК 656.13;614.84

Недобитков Александр Игнатьевич

кандидат технических наук, Восточно-Казахстанский государственный технический университет, г. Усть-Каменогорск
e-mail: a.nedobitkov@mail.ru

ЭКСПЕРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ПАРОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Дефлаграциялық жанудың бу фазасы бойынша тарала отырып, күрт қарқындауы шарттарында автокөлік құралдарының жануын зерттеу нәтижелері ұсынылған, жеңіл автокөліктің салқындатқыш сұйықтығының тұтануы нәтижесінде туындайтын өртті сипаттаушы криминалистік белгілер тізімі көрсетілген.

Түйін сөздер: су-ауа қоспасының тұтануы, өздігінен тұтану түрлері, салқындатқыш сұйықтығы, тұтану, өрт ошағы.

Представлены результаты исследований возгорания автотранспортных средств в условиях резкой интенсификации горения с распространением дефлаграционного горения по паровой фазе, показан перечень криминалистических признаков, характеризующих возникновение пожара в результате возгорания охлаждающей жидкости легкового автомобиля.

Ключевые слова: загорание паровоздушной смеси, виды самовозгорания, охлаждающая жидкость, вспышка, очаг пожара.

The article presents the results of studies of ignition of motor vehicles in a sudden intensification of combustion spread deflagration combustion in the vapor phase, is shown the list of forensic features that characterize the fire as a result of ignition of the coolant of the car

Keywords: ignition of vapor-air mixtures, spontaneous ignition, cooling liquid, flare, fire

В работе [1] отмечается, что пожары наносят значительный ущерб экономике, при этом в ряде регионов число пожаров автотранспортных средств растет более высокими темпами, чем рост автопарка.

Аналогичное мнение высказано в работе [2], где приводятся сведения, что темпы роста числа пожаров на автотранспорте уже опережают темпы роста парка автомобилей примерно в 2 раза. Автор работы [3], соглашаясь с мнением [1,2] подчеркивает, что нет другой более опасной технической причины возникновения пожаров на транспорте, чем аварийные режимы работы электросети.

В тоже время, статистические данные по странам Европы свидетельствуют о динамике снижения пожаров автотранспортных средств при неуклонном росте числа отзывных компаний, инициируемых различными заводами-изготовителями. Таким образом, налицо актуальная необходимость установления истинных причин пожара, а не «назначенных» по ряду причин, как показано в работе [4], и принятия мер организационного и конструктивного характера по их устранению.

В работе [2] пожары транспортных средств разделены на две группы:

- пожары, связанные с техническими

неисправностями и аварийными ситуациями;

- искусственно инициированные пожары (поджоги).

По мнению [2] первые происходят в основном либо в результате аварийных режимов в электросети автомобиля или его сервисных устройств, либо по причине утечки моторного топлива и иных горючих жидкостей, с загоранием их при контакте с нагретыми поверхностями автомобиля.

Также, в работе [2] указывается, что в отличие от бензина такие технические жидкости как тормозная и охлаждающая, не обладают столь значительной скоростью испарения. Но их возгорание при попадании на нагретые поверхности возможно, так как они также являются горючими веществами с относительно низкими значениями температуры воспламенения. Указанное обстоятельство полностью соответствует Техническому регламенту ЕАЭС «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» вступившему в действие с 01.01. 2020.

Но как показано в работе [5], в практике судебных пожарно-технических экспертов нередки случаи воспламенения газопаровоздушной смеси различной природы происхождения и при множестве

сопутствующих этому факторов. Ниже приведены результаты исследования двух автомобилей Chevrolet Captiva и Skoda Rapid. Выбор эти автомобилей обусловлен характерным видом разгерметизации системы охлаждения. Целью данной работы является определение криминалистически значимых

признаков, обнаружение которых позволит установить причинную связь между разгерметизацией системы охлаждения и пожаром автомобиля. Заводы-изготовители автомобилей Chevrolet Captiva и Skoda Rapid дают рекомендации по составу охлаждающей жидкости, приведенные в таблице 1.

Таблица 1- Процентное соотношение компонентов охлаждающей жидкости

Температура окружающего воздуха	Процентное соотношение компонентов смеси (объем).	
	Антифриз	Вода
-15 °С	35	65
-25 °С	40	60
-35 °С	50	50
-40 °С	60	40

Данные таблицы 1 вполне соответствуют ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения, транспортировки в части воздействия климатических факторов внешней среды» и Техническому регламенту ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».

Оба автомобиля Chevrolet Captiva и Skoda Rapid загорелись во время прогрева двигателя после стоянки на морозе около -30 °С, причем запуск двигателя был произведен в штатном режиме, с первой попытки, что свидетельствует, во-первых, о соответствии моторного масла климатическим условиям, а, во-вторых, об исправности системы запуска двигателя. В этих двух случаях водители после запуска покинули транспортные средства, так как находится в холодном салоне для них было

некомфортно. Возгорание началось через 10-15 минут после запуска двигателя.

Исследованием автомобиля Skoda Rapid установлено, что возгорание произошло в моторном отсеке и носило поверхностный характер, при котором степень термических повреждений уменьшалась по направлению сверху вниз и на деталях, расположенных ниже каталитического нейтрализатора термические повреждения полностью отсутствуют (см. рис.1). На наружной стороне капота отмечаются локальные повреждения лакокрасочного покрытия, соответствующие вторичным очагам горения в виде корпуса воздушного фильтра, бачка тормозной системы. Наибольшая степень повреждения лакокрасочного покрытия отмечается в правой по ходу движения транспортного средства части капота, что по месту расположения соответствует расширительному бачку системы охлаждения (см. рис.1).

Рисунок 1- Термические повреждения автомобиля Skoda Rapid.



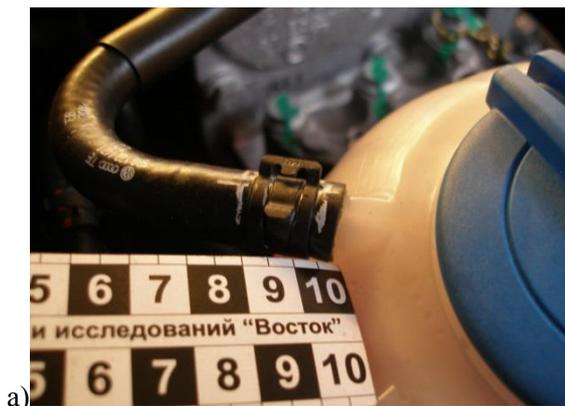
а- детали моторного отсека, стрелкой показан расширительный бачок системы охлаждения,

б- термические повреждения на наружной стороне капота.

Корпус расширительного бачка имеет термические повреждения, у трубки термические повреждения расположены только в непосредственной близости от бачка, а сама она находится в свободном состоянии, при этом штуцер расширительного бачка полностью выгорел (см. рис. 2). На сравнительном рисунке 2а показан способ

крепления трубки к расширительному бачку. Вполне очевидным является вывод, что штуцер не мог полностью выгореть, если бы на нем была закреплена трубка. Более того, вытекающая из штуцера охлаждающая жидкость способствовала выгоранию штуцера в первую очередь.

Рисунок 2- Сравнительные снимки.



а)

а-штатное крепление трубки,



б)

б –трубка имеет внешние термически повреждения, штуцер расширительного бачка полностью выгорел

Осмотром элементов электропроводки автомобиля Skoda Rapid признаков электродугового процесса не установлено. Осмотром предохранителей монтажного блока и блока предохранителей в салоне установлено, что все силовые предохранители не пострадали. Имеются перегоревшие предохранители номиналом 5А-7А, которые защищают цепи управления. Необходимо отметить, что в работе [6] указывается, что короткие замыкания в проводах малых сечений (0,5-1,5 мм²) редко приводят к возникновению очага возгорания. Это вызвано тем, что короткое замыкание на металлические детали автомобиля (двигателя в том числе) быстро самоликвидируется, так как контактное давление жилы провода незначительно. Жила провода не приваривается к металлу и быстро выгорает. Таким образом, остается только одна версия пожара.

Исследованием автомобиля Chevrolet Captiva установлено, что возгорание произошло в моторном отсеке и носило поверхностный характер, при котором степень

термических повреждений уменьшалась по направлению сверху вниз и слева направо по ходу движения транспортного средства, при этом на деталях, расположенных ниже каталитического нейтрализатора термические повреждения полностью отсутствуют (см. рис.3). На наружной стороне капота отмечаются локальные повреждения лакокрасочного покрытия, в общепринятом понимании указывающие на очаг горения. Наибольшая степень повреждения лакокрасочного покрытия отмечается в левой по ходу движения транспортного средства части капота, что по месту расположения соответствует расширительному бачку системы охлаждения и бачку тормозной системы (см. рис.3).

Корпус расширительного бачка имеет термические повреждения, у трубки термические повреждения расположены только в непосредственной близости от бачка, а сама она находится в свободном состоянии, при этом штуцер расширительного бачка полностью выгорел (см. рис. 4).

Рисунок 3- Термические повреждения автомобиля Chevrolet Captiva.



Рисунок 4- Месторасположение расширительного бачка системы охлаждения автомобиля Chevrolet Captiva



На рисунке 4б показан разрушенный хомут крепления трубки к расширительному бачку. Вполне очевидным является вывод, что штуцер не мог полностью выгореть, если бы на нем была закреплена трубка. Более того, вытекающая из штуцера охлаждающая жидкость способствовала выгоранию штуцера в первую очередь.

Осмотром элементов электропроводки автомобиля Chevrolet Captiva признаков электродугового процесса не установлено. Осмотром предохранителей монтажного блока и блока предохранителей в салоне установлено, что все силовые предохранители не пострадали. Имеются перегоревшие предохранители номиналом 5А-7А, которые защищают цепи управления. Необходимо отметить, что в работе [6] указывается, что короткие замыкания в проводах малых сечений (0,5-1,5 мм²) редко приводят к возникновению очага возгорания. Это вызвано тем, что короткое замыкание на металлические детали автомобиля (двигателя в том числе) быстро

самоликвидируется, так как контактное давление жилы провода незначительно. Жила провода не приваривается к металлу и быстро выгорает. Таким образом, и в этом случае остается только одна версия пожара.

Но каким образом установить причинную связь между течью охлаждающей жидкости и пожаром транспортного средства? Скептики могут заявить, что поджечь охлаждающую жидкость спичкой просто невозможно, и даже продемонстрировать этот факт.

Жители Сибири и Алтая знакомы с явлением, когда выплеснутый из кружки кипятка на 30-40 градусном морозе превращается в белое облако [7]. Необходимо отметить, что водяной пар прозрачен и невидим. В обыденной жизни, то, что люди обычно называют паром, например - то, что поднимается от кипящего чайника, - это уже остывший и конденсировавшийся пар, мелкодисперсные капельки тумана. Вполне очевидно, что возле горячей воды в горячем воздухе пара больше и, соответственно,

наоборот, когда температура понижается - пар начинает конденсироваться. Из таблицы 1 видно, что антифриз, то есть горючая жидкость, может составлять до 50-60% охлаждающей жидкости.

Следует отметить, что у современных автомобилей в системе охлаждения рабочее давление достигает около 1,2 атм. Рабочая температура охлаждающей жидкости колеблется в диапазоне 105-110 градусов, но жидкость не кипит за счет повышенного давления. При разгерметизации системы охлаждения горючая жидкость (вода со антифризом) при температуре более 100 градусов выбрасывается в моторный отсек, где имеется нагретый примерно до 500-800 градусов каталитический нейтрализатор. Следует напомнить, что на тридцатиградусном морозе жидкость превращается в мелкодисперсный туман [7]. И вот здесь происходят одновременно два процесса, первый – это пары антифриза контактируют с нагретой поверхностью каталитического нейтрализатора. А второй – это пары антифриза контактируют с холодной поверхностью капота (наружная температура отрицательная, поскольку зима), конденсируются в виде капель и также попадают на поверхность каталитического нейтрализатора и на детали моторного отсека.

В работе [5] показано, что дефлаграционное горение (объемный взрыв) газоздушных смесей возможен в замкнутом пространстве. Дефлаграция -это распространение волны горения по газовой (парогазовой) смеси с дозвуковой скоростью. Следует отметить, что моторный отсек стоящего автомобиля- это и есть замкнутой пространство сравнительно небольшого объема.

Вполне очевидно, что если автомобиль стоит, то и поток воздуха, проникающий в моторный отсек снаружи весьма незначителен. Более того, зимой многие автовладельцы дополнительно утепляют моторный отсек, затрудняя приток холодного воздуха снаружи.

Необходимо отметить, что в работе [8] были рассмотрены процессы тепломассопереноса при деформации и растекании капель горючих жидкостей по поверхности массивного нагретого тела, проводилось сравнение режимов зажигания жидкостей источниками ограниченной энергоемкости малых размеров и капель горячей жидкости массивной поверхностью. При этом установлено, что при

малых скоростях растекания и высоких температурах подложки скорость выхода паров горючего превышает гидродинамические скорости течения слоев капли. Разогретые пары горючего вступают в химическую реакцию с окислителем, которая ускоряется при достижении критических температур и концентраций [8].

В свою очередь, в работе [9] проводились экспериментальные исследования распространения пламени по открытым горючим газо- и паровоздушным смесям. По результатам теоретических и экспериментальных исследований была предложена методика расчета видимой скорости пламени в неоднородном открытом плоском слое [9].

Авторами работы [10] указаны условия, при которых возможен переход от дефлаграции к детонации в газообразных горючих смесях.

Необходимо отметить, что условия, описанные в работах [8,9,10], не противоречат характеристикам моторного отсека легкового автомобиля, в котором расположен каталитический нейтрализатор, нагретый до температуры 800 °С.

Также в работе [5] дается ссылка на то, что при расследовании инцидентов, связанных с воспламенением газо-паро-пыле-воздушных смесей, нет смысла пытаться устанавливать точное место расположения очага пожара, так при таком сценарии горение возникает во всем объеме практически мгновенно. Эксперту необходимо оценить возможность образования пожаровзрывоопасной концентрации смеси в конкретном объеме, а также установить источник, способный воспламенить эту смесь.

Таким образом, при исследовании автомобилей Chevrolet Captiva и Skoda Rapid установлен источник образования паровоздушной смеси, а также объект, способный воспламенить эту смесь. Работы [8,9,10] экспериментально и теоретически подтверждают возможность распространения пламени по паровоздушной смеси в условиях моторного отсека легкового автомобиля. То есть технической причиной пожара явилось загорание паровоздушной смеси (паров этилового спирта с воздухом) от источника высокой температуры (каталитический нейтрализатор) с последующим распространением горения по паровой фазе за пределы очаговой зоны.

В вышеописанных случаях, пожар автотранспортных средств был достаточно

быстро ликвидирован, и признаки разгерметизации системы охлаждения были, что говорится, налицо. В случае, если автомобиль полностью сгорает, то криминалистически значимыми признаками, свидетельствующими о возможности дефлаграционного горения в моторном отсеке могут быть:

- низкая температура окружающего воздуха;
- отсутствие признаков электродугового процесса на элементах электропроводки, способных по площади своего сечения быть источником возгорания;
- длительное неподвижное состояние

автомобиля;

- громкий хлопок непосредственно перед появлением открытого пламени;
- очаговые признаки в моторном отсеке.

В заключение необходимо отметить, что по мнению И. Д. Чешко [4] использование результатов инструментальных исследований в качестве «промежуточного продукта» в экспертном исследовании по пожару не снижает их ценности как важнейшего источника объективной информации, без которой выводы о причине пожара будут малоубедительными

Список использованной литературы

1. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. Мировая пожарная статистика в начале XXI века // Пожарная безопасность. - 2005. - № 5. - С. 78-88.
2. Елисеев Ю.Н., Тумановский А.А., Чешко И.Д. Компьютерное моделирование температурных зон в моторном отсеке автомобиля с учетом штатной пожарной нагрузки // Пожарная безопасность многофункциональных и высотных зданий и сооружений: Материалы XIX научно-практической конференции. - М.:ВНИИПО, 2005. - С. 382-385.
3. Сысоева, Т.П. Особенности расположения дендритных структур в оплавлениях медных проводников на транспортных средствах / Т.П. Сысоева, Ю.Д. Моторыгин // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2014 - №4.
4. Чешко И. Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). — 2-е изд., стереотип. – СПб. : СПб ИПБ МВД РФ, 1997. — 562 с.
5. Сысоева Т.П., Кухарев А.А., Елисеев Ю.Н., Особенности экспертного исследования загорания паровоздушной смеси. // «Проблемы управления рисками в техносфере». – 2019. – № 2(50). – с. 137–141.
6. Исхаков Х.И., Пахомов А.В., Каминский Я.Н. Пожарная безопасность автомобиля. -М.:Транспорт,1987-87 с.
7. <https://yandex.kz/video/preview?filmId=17999441393017965150&text=кружка%20кипятка%20на%20морозе%20превращается%20в%20пар&noreask=1&path=wizard&parent-reqid=1571109374481140-1214634690981062875200106-man1-3597&redircnt=1571109865>.
8. Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Зажигание конденсированных веществ при локальном нагреве. - Новосибирск: Издательство СО РАН, 2010. - 269 с.
9. Полетаев А.Н., Полетаев Н.Л. Моделирование распространения гладкого пламени в открытой однородной газообразной горючей смеси. //Пожаровзрывобезопасность, 2004. Т. 13. №5. с. 49-57.
10. Иванов М.Ф., Киверин А.Д., Гальбурт В.А. Об одном способе ускорения перехода от дефлаграции к детонации в газообразных горючих смесях.// Вестник МГТУ им. Баумана.-2008.-№4 (31).- с. 38-45.

Недобитков Александр Игнатьевич

Лауазымы: техника ғылымдарының кандидаты, аға ғылыми қызметкер «VERITAS» озық даму орталығы, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті, Өскемен қ.

Почталық мекен-жайы: Индекс 070002, Өскемен қ., Серікбаев көшесі 19
сot. тел: 87772833545

Жеңіл автокөліктің салқындатқыш сұйықтығының су-ауа қоспасының тұтану белгілерін сараптамалық зерттеу

Недобитков Александр Игнатьевич

Должность: кандидат технических наук, старший научный сотрудник Центра опережающего развития «Veritas» Восточно-Казахстанского государственного технического университета им.Д.Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

Почтовый адрес: Индекс 070002 г. Усть-Каменогорск, ул. Серикбаева, 19
сot. тел: 87772833545

Экспертное исследование признаков воспламенения паровоздушной смеси охлаждающей жидкости легкового автомобиля

Nedobitkov Alexander Ignatievich

Position: Candidate of Technical Sciences, Senior Research of Priority development center of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, Ust-Kamenogorsk city

Mailing address: Index 070002, Ust-Kamenogorsk, st. Serikbayev, 19
cells. ph: 87772833545

Expert study of signs of ignition of stream-air mixture of cooling liquid of the car