

## ПОЖАРЫ НА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ: ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Пасовец В.Н., Ковтун В.А., Тагиев Ш.Ш.

*Цель.* Исследование причин возникновения пожаров на автотранспортных средствах.

*Методы.* Теоретический анализ причин возникновения пожаров на автотранспортных средствах.

*Результаты.* В работе рассмотрены основные причины возникновения пожаров на автотранспортных средствах. Подробно рассмотрены умышленные и непреднамеренные пожары. Представлены основные отличительные признаки данных групп пожаров. Показано, что умышленные пожары на автотранспортных средствах происходят по причине мошенничества со страховкой, из чувства мести, с целью угона для увеселительных поездок, а также для сокрытия следов использования автомобиля в преступных целях. В то же время основными причинами непреднамеренных пожаров на автомобильном транспорте являются технические неисправности систем, узлов и агрегатов двигателя внутреннего сгорания, а также короткое замыкание электрической аппаратуры автомобиля.

*Область применения исследований.* Представленные результаты могут быть использованы в сфере обеспечения пожарной безопасности на автомобильном транспорте.

*Ключевые слова:* автомобиль, возгорание, двигатель внутреннего сгорания, инициатор горения, пожар, поджог.

(Поступила в редакцию 11 апреля 2022 г.)

### Введение

В промышленно развитых странах пожары на автотранспортных средствах составляют 5–12 % от общего числа пожаров. При этом пожары на автомобилях наносят экономический ущерб, создают угрозу жизни и здоровью водителей и пассажиров, а также жителей зданий, которые находятся поблизости от горящего транспортного средства. Гибель людей при этом достигает 6–15 % от общего количества погибающих на пожарах [1].

Из литературных источников [2–4] известно, что доля горючих материалов, применяемых при производстве легковых автомобилей с бензиновым двигателем, составляет 9–12 % от его общей массы и с каждым годом возрастает. Основную пожарную нагрузку автомобиля составляют топливо, смазочные материалы и изделия, изготовленные из полимерных материалов<sup>1</sup>. Например, современный грузовой автомобиль в среднем содержит 120–450 кг резинотехнических изделий, 120–200 кг дизельного топлива, 50–70 кг моторного и трансмиссионного масла, 4–6 кг пенополиуретана, 1,8–2,9 кг полиэтилена, 2,6–3,8 кг полихлорвинила, 2,5–3,4 кг картона, 9–10 кг искусственной кожи. При этом теплота сгорания дизельного топлива составляет 43,59 МДж/кг, моторного и трансмиссионного масла – 41–42 МДж/кг, резинотехнических изделий – 32–34 МДж/кг, пенополиуретана – 24,3 МДж/кг, полиэтилена – 47,14 МДж/кг, полихлорвинила – 14,31 МДж/кг, картона – 13–14 МДж/кг, искусственной кожи – 17–18 МДж/кг. Пожарная нагрузка грузового автомобиля находится в пределах 10 300–14 500 МДж [5; 6].

Современные автомобили при сгорании имеют более высокие скорости выделения теплоты по сравнению с ранее произведенными, что связано с увеличившимся применением полимерных материалов [7; 8]. При этом высокие скорости выделения тепла из горящего автомобиля, расположенного, например, на автостоянке, могут вызвать возгорание

<sup>1</sup> Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: ТКП 474-2013 (02300). – Введ. 15.04.13. – Минск: УП «Промбытсервис», 2013. – 53 с.

находящихся рядом автомобилей. Однако проблемы пожаров на транспортных средствах, находящихся на территориях автостоянок, расположенных в зданиях, заключаются не только в уничтожении самих транспортных средств, но и в возникновении возможности разрушения здания. Крупные пожары на крытых автостоянках с участием нескольких автомобилей нередко приводят к гибели людей. Так, один из самых серьезных пожаров произошел в 2006 г. в Гретхенбахе (Швейцария). При его ликвидации семь пожарных погибли в подземной автостоянке из-за обрушения строительных конструкций [5]. Также необходимо обратить внимание на пожар в Бристоле (Великобритания) в 2011 г., когда 22 автомобиля были уничтожены и один человек погиб, и возгорание легкового автомобиля на подземном паркинге торгового центра в Минске в 2019 г. [9; 10].

Обследование места крупного пожара, произошедшего на подземной автостоянке в Гётеборге (Швеция) в 2011 г., показало, что несущие элементы бетонной конструкции сооружения получили серьезные повреждения. При этом пожар длился около трех с половиной часов и уничтожил 20 автомобилей. Анализ данного пожара показал: несмотря на отсутствие смертельных случаев, возгорание транспортных средств может представлять угрозу разрушения строительных конструкций. В то же время быстрое развитие новых материалов в автомобилестроении, а также новых видов топлива для транспортных средств ставит новые задачи по предупреждению возгораний транспортных средств [11; 12].

На основании вышеизложенного можно отметить, что пожары на транспортных средствах хотя и редко случаются, могут вызвать катастрофические последствия. Поэтому исследования, направленные на изучение причин пожаров на автомобилях и необходимые для понимания рисков возгорания транспортных средств, а также возможности потенциального снижения вероятности возникновения пожара и смягчения серьезности последствий в случае его возникновения не теряют актуальности [13–15].

Цель работы – исследование причин пожаров на автотранспортных средствах.

### **Основная часть**

Выявление источника зажигания и причины возгорания транспортного средства – сложная задача, требующая знания составов и понимания свойств как конструкционных материалов, из которых изготовлено транспортное средство, так и горюче-смазочных материалов, необходимых для его эксплуатации [16]. Знание температур воспламенения, вспышки и плавления материалов, используемых в автомобилестроении, является обязательным при проведении исследований по установлению причин пожаров. Также достаточно важна информация, как и в каком режиме эксплуатировался автомобиль. Возгорание значительно чаще начинается в моторном отсеке автомобиля с прогретым до рабочих температур двигателем, где пламя будет гореть интенсивнее и распространяться быстрее. При этом пожары на транспортных средствах значительно отличаются от пожаров, происходящих в жилых домах. Огонь в автомобиле распространяется в течение короткого периода времени. Обычно в течение первых 15 минут происходит значительное повреждение или полное уничтожение автомобиля и сведений, указывающих на причину возникновения пожара. Существует две основные группы пожаров на транспортных средствах: умышленные и непреднамеренные.

*Умышленные пожары.* Мошенничество со страховкой является одной из основных причин умышленных пожаров, связанных с поджогом транспортных средств [17; 18]. При этом в большинстве таких случаев владельцем в правоохранительные органы сообщается о том, что автомобиль был угнан. Для обеспечения страховых выплат проводится инсценировка угона, заключающаяся в нанесении повреждений системе зажигания таким образом, чтобы можно было завести автомобиль и управлять им без ключа. Если система зажигания не повреждается, то создается видимость наличия у злоумышленника копии ключа, которая использовалась для запуска двигателя и управления автомобилем.

При проведении исследований по установлению причин пожара необходимо проявлять значительную осторожность, т.к. на сегодня на рынке доступно множество устройств для взлома и обхода замков. Если транспортное средство оборудовано сигнализацией или противоугонной системой, то данные компоненты автомобиля также повреждаются. Обычно владелец, желающий инсценировать кражу, удаляет из автомобиля что-то ценное. Многие владельцы автомобильного транспорта, желающие получить страховые выплаты, в большинстве случаев в результате своей неосведомленности не имеют возможности произвести все вышеперечисленные манипуляции, и просто сжигают автомобиль, надеясь скрыть свои ошибки. Однако если владелец застрахованного автомобиля выполнит все вышеперечисленные процедуры, связанные с инсценировкой угона, надлежащим образом, то доказать мошенничество будет практически невозможно.

Кроме того, транспортные средства угоняют также с целью развлечения или использования в преступных целях. Автомобили, угнанные для увеселительных поездок и совершения преступлений, во многих случаях сжигают, чтобы скрыть отпечатки пальцев или любые вещественные доказательства, которые могли быть оставлены.

Если пожар на автомобиле потушен в кратчайшие сроки, то возникает высокая вероятность установления причины пожара, а также обнаружения следов горючих или легко воспламеняющихся жидкостей или других быстро горючих материалов, используемых в качестве инициаторов горения. При этом пожары на автомобилях, происходящие в черте города, обычно тушат вскоре после обнаружения возгорания, и огонь не успевает уничтожить доказательства причин пожара. Такие пожары в большинстве случаев являются результатом поджога, но небольшое количество повреждений (незначительное выгорание салона, частичное повреждение краски, все шины находятся на своих местах и не повреждены огнем) может указывать на техническую неисправность, например короткое замыкание в электрической системе. Детальный осмотр места пожара и исследование изъятых вещественных доказательств позволяют точно установить причину пожара и в большинстве случаев получить доказательства, которые будут использоваться при проведении допроса, что часто приводит к признанию злоумышленника в совершенном преступлении.

Во многих случаях транспортное средство отвозят в отдаленное безлюдное место, куда невозможно быстро добраться, что позволяет ему почти полностью сгореть при поджоге. Однако и в данном случае возможно установить, что причиной пожара является поджог, т.к. в обломках можно найти ключи и другие предметы, свидетельствующие о том, что автомобиль не был украден.

Также к мотивам поджогов автомобилей относится месть. Расследование таких дел о поджогах автомобильного транспорта, совершенных из мести, затруднено, что связано с кажущимся отсутствием причин и мотивов, по которым автомобиль был сожжен, если жертве данного преступления не было передано какое-либо сообщение. Во многих случаях такие пожары связывают с вандализмом, а лица, совершившие поджог, остаются неустановленными. Характерной чертой данных пожаров является то, что они возникают вблизи места работы или проживания владельца транспортного средства. Автомобили достаточно редко угоняются с целью мести, что объясняется значительным чувством страха быть пойманным у лица, совершающего данный вид преступления.

Поджоги автомобилей, совершаемые для сокрытия других преступлений и уничтожения вещественных доказательств, также не всегда очевидны, потому что профессиональные воры обладают обширными знаниями по вскрытию и угону транспортных средств. Во многих случаях они имеют небольшие пробеги и обладают мощными двигателями. Такие транспортные средства находят с различными повреждениями, вызванными огнем, из данных автомобилей ничего не воруют. Если не будет установлено, что автомобиль был украден для использования в преступных целях, то страховая компания может заподозрить владельца. Именно здесь необходимо использовать все возможные методы расследования,

чтобы избежать обвинения невиновного человека в преступлении или отказа в выплате страхового возмещения.

При обследовании места пожара автотранспортного средства необходимо определить, не повреждена ли крышка бензобака на заливной горловине топливного бака. Для этого нужно провести осмотр фланцев заливной горловины на наличие повреждений. Если крышка была сорвана в результате взрыва внутри топливного бака, фланцы будут повреждены. Подтверждением взрыва внутри топливного бака является нарушение его геометрической формы и выпуклость стенок. Во многих случаях поджигатель снимает крышку бензобака, чтобы извлечь топливо из топливного бака и использовать его в качестве инициатора горения при поджоге автомобиля. Также важно осмотреть расположенную в нижней части топливного бака сливную пробку. Ее отсутствие при неповрежденной заливной горловине топливного бака указывает на преднамеренность действий, обычно с целью получения топлива для поджога транспортного средства. При наличии сливной пробки в месте ее установки необходимо произвести осмотр для установления наличия грязи, пыли или следов инструмента на ней, что указывает на недавнее снятие. То же касается осмотра топливопровода и мест его соединения с топливным баком с целью установления повреждений и следов воздействия инструментом. Если верхняя и нижняя части патрубков радиатора и отопителя, а также ремень привода вентилятора повреждены огнем, это указывает на использование инициаторов горения. Также на поджог могут указывать поврежденные огнем передние резиновые опоры двигателя, расположенные у основания двигателя.

Проверка технического состояния двигателя осуществляется путем измерения компрессии. При этом необходимо исключить причину пожара, связанную с серьезной неисправностью двигателя. Для этого проводится визуальный осмотр головки блока цилиндров и блока двигателя на наличие трещин. Если во время пожара капот был поднят, краска на его верхней части может вздуться, но не сгореть.

Необходимо обратить внимание на положение оконных стекол. Вызывают подозрения открытые окна в холодную погоду, что указывает на преднамеренное обеспечение достаточного количества кислорода для поддержки горения при поджоге. На открытые или закрытые двери транспортного средства во время пожара указывает рисунок, образованный при выгорании краски на дверях и рядом с дверями.

Весьма важно учитывать направление ветра во время пожара. Сильный ветер по-разному влияет на выгорание краски снаружи автомобиля. Если ветер дует со стороны задней части автомобиля, то его передняя часть будет больше повреждена огнем. Если ветер дует со стороны передней части автомобиля, то больше повреждений, вызванных огнем, будет наблюдаться в задней части автомобиля.

Необходимо обращать внимание и на наличие в автомобиле инструментов и запасного колеса. Анализ статистических данных показывает, что во многих преднамеренных случаях пожара инструменты и запасное колесо заранее снимаются с автомобиля его владельцем.

Необходимо обратить внимание на нахождение на месте пожара или на некотором расстоянии от него канистр, банок, бутылок или их уцелевших фрагментов, которые, возможно, были использованы для транспортировки инициаторов горения к месту пожара, а также шлангов и их фрагментов, используемых для слива топлива из топливного бака. Наличие спичек, спичечных коробок или зажигалок на месте пожара может указывать на поджог. Следы шин сгоревшего автомобиля и отпечатки шин других транспортных средств позволяют установить, была ли на месте пожара машина, не принадлежащая лицу, совершившему поджог.

*Непреднамеренные пожары.* Большинство непреднамеренных пожаров возникает в моторном отсеке транспортного средства. Это справедливо как для легковых автомобилей, так и для грузовиков и тяжелой техники. Предварительное знание мест установки узлов и агрегатов, а также плотности их расположения во многих случаях помогает понять,

насколько быстро распространялся огонь. Так, в моторных отсеках современных автомобилей располагается большое количество деталей, изготовленных из полимерных материалов, которые при воспламенении начинают интенсивно гореть и быстро распространяют огонь, что затрудняет установление места возгорания [19]. Следует отметить, что короткое замыкание электрического провода, расположенного в жгуте проводов, ведет к сильному нагреву, плавлению и воспламенению изоляции. Огонь, распространяясь по жгуту проводов, может перейти в место, где имеются другие горючие материалы, что приведет к их воспламенению. При этом возможно интенсивное горение образовавшегося вторичного пламени. Например, возгорание в области главного цилиндра или гидравлических линий в тяжелой технике приводит к воспламенению рабочей жидкости с последующим ее интенсивным горением. Внешний вид места горения вторичного пламени делает его похожим на место расположения источника зажигания. Это, в свою очередь, может навести на мысль, что короткое замыкание было вызвано термическим повреждением изоляции проводов. Как и при большинстве пожаров, наибольшая площадь горения не обязательно приходится на область возгорания.

В ряде случаев пожары на транспортных средствах возникают из-за неисправности узлов трения, износа деталей, работающих в условиях трения, плохого качества обработки поверхностей контактирующих деталей, старения и разрушения полимерной изоляции, а также из-за отсутствия надлежащего технического обслуживания. Современные автомобили содержат большое количество изделий из композиционных полимерных материалов, что приблизительно составляет от 120 до 170 кг в зависимости от размера транспортного средства. Большинство из них являются термопластами, наполненными антипиренами. Температура плавления термопластов находится в пределах 110–200 °С. В процессе плавления полимерных композитов антипирены могут вытесняться, а материал терять противопожарные свойства и воспламеняться [20].

Автомобили с гибридными установками и электрические транспортные средства также содержат в составе большое количество деталей, изготовленных из полимеров и стекловолокна и сгорают практически полностью, оставляя незначительное количество вещественных доказательств, позволяющих установить причину пожара. Большинство автомобилей полностью сгорают за время от 45 минут до часа без добавления каких-либо инициаторов горения. В данном случае изъятие значительного количества проводников, которые были обнаружены в результате осмотра места пожара, является обоснованным и часто позволяет получить информацию о причинах возникновения пожара.

Полиуретан весьма распространенный материал в интерьере современного автомобиля. Он содержится в подушках сидений, приборной панели, обшивке потолка, дверных панелях, консолях и подлокотниках. Данный материал интенсивно горит после воспламенения. Анализ проведенных натурных испытаний показал, что небольшое возгорание за приборной панелью от источника, сопоставимого с горящей газетой, приводит к тому, что внутреннее пространство автомобиля будет охвачено пламенем в течение 5 минут. При этом не имеет большого значения, горит ли автомобиль с открытыми или закрытыми окнами. Даже при закрытых окнах в современных автомобилях через вентиляционные отверстия поступает достаточное количество воздуха, который подпитывает медленно нарастающий огонь. Разница температур внутри и снаружи салона в большинстве случаев быстро приводит к разрушению оконных стекол, что, в свою очередь, способствует проникновению кислорода воздуха внутрь салона. В этот момент автомобиль будет гореть, как большой контейнер, огонь будет сжигать верхнюю часть сидений и развиваться вниз к полу. На уровне пола недостаточно кислорода, поэтому единственное, что может произойти – это плавление синтетических материалов и образование легковоспламеняющихся газов за счет теплового излучения. Если бы в данный момент на полу был инициатор горения, он бы не сгорел полностью из-за нехватки кислорода. По этой причине даже после сильного пожара можно наблюдать присутствие остатков, инициирующих горение веществ в несгоревших

фрагментах транспортных средств. В зависимости от типа транспортного средства через 10–15 минут после возгорания огонь перейдет в моторный отсек и в область багажника. Огонь будет распространяться по V-образной схеме изнутри наружу и распространится на весь автомобиль в течение 45–50 минут [21].

Значительное число пожаров на легковых и грузовых автомобилях связано с утечкой антифриза и его последующим попаданием на горячие поверхности двигателя. Воспламенение антифриза является достаточно распространенной причиной возгорания двигателей старых автомобилей. При этом пожары происходят по следующему сценарию. Водитель обращает внимание на повышение температуры двигателя либо видит пар, идущий из моторного отсека. После остановки автомобиля двигатель загорается. Причина возгорания заключается в следующем. Антифриз представляет собой смесь этиленгликоля и воды в соотношении 50/50. Этиленгликоль имеет температуру самовоспламенения 380 °С, температура воспламенения его паров в воздухе составляет 112 °С, нижний и верхний пределы взрываемости соответственно равны 3,2 и 15,3 % [22]. Также известно, что коллектор в работающем бензиновом двигателе или турбокомпрессор дизельного двигателя могут нагреваться до температуры 500–600 °С, что превышает температуру самовоспламенения этиленгликоля. Когда горячий антифриз вытекает на нагретые поверхности двигателя, водный раствор этиленгликоля начинает кипеть до тех пор, пока вода не выкипит. В этот момент остается чистый этиленгликоль, который испаряется и нагревается до температуры вспышки, которая составляет 116 °С. Если в данном объеме пространства, заполненном парами этиленгликоля, произойдет образование искры от электрических компонентов двигателя, произойдет воспламенение. При отсутствии искры этиленгликоль будет продолжать нагреваться и испаряться. При контакте этиленгликоля с горячим коллектором или поверхностью турбокомпрессора произойдет его воспламенение. Далее может произойти возгорание нефтепродуктов или деталей двигателя, выполненных из горючих материалов. Это обусловлено тем, что этиленгликоль является многоатомным спиртом, а его температура сгорания составляет 704 °С. Данной температуры достаточно для плавления алюминиевых и цинковых компонентов двигателя, таких как радиатор, корпус генератора, насос кондиционера, клапанные крышки. При этом возгорание холодных двигателей, непосредственно связанное с воспламенением антифриза, встречается очень редко.

Пожары, связанные с воспламенением топлива, преимущественно происходят из-за различных неисправностей соединений топливной аппаратуры. Температура самовоспламенения бензина составляет 255–370 °С<sup>2</sup>. При этом температура электрической искры превышает 2000 °С [23], что позволяет мгновенно воспламенить пары бензина. Необходимо обратить внимание на то, что обнаружение негерметичных соединений в металлической топливной магистрали при определении причины пожара не представляет серьезных затруднений. Однако в случае использования магистралей, изготовленных из полимерных материалов, определение причины утечки топлива становится весьма затруднительным, т.к. они сгорают. Следует отметить, что попадание топлива на горячие поверхности двигателя или турбокомпрессора также может привести к пожару.

В случае утечки топлива и его попадания под автомобиль наблюдаются серьезные повреждения задней части автомобиля, например сгоревшие задние шины, а также признаки пожара на земле. В данном случае целесообразно взять образец почвы глубиной 15–20 см. При этом необходимо учитывать рельеф местности и погодные условия, такие как дождь, мороз или жара.

Также автомобильные пожары могут возникать из-за утечки моторного масла и попадания его на горячую поверхность коллектора. Масло самовоспламеняется при температуре 450 °С. Возгорание рабочей жидкости гидроусилителя руля и тормозной жидкости

<sup>2</sup> Бензины автомобильные. Технические условия: ГОСТ 2084-77. – Введ. 01.01.79. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 9 с.

достаточно редко является причиной пожара на автомобиле [24]. Однако при воспламенении от открытого источника огня данные жидкости горят с большой интенсивностью. Так, вытекающая из главного цилиндра тормозная жидкость во время пожара интенсивно сгорает, создавая впечатление источника возгорания.

Определенные трудности при установлении причин вызывают пожары, возникающие при преобразовании электрической энергии в тепловую, что объясняется большим количеством проводников, расположенных в жгутах [25]. При этом обнаруженные провода могут быть сплавлены между собой или охрупчены в результате значительного теплового воздействия. Признаком короткого замыкания может являться разряженный аккумулятор. Необходимо учитывать, что в случае отсутствия аккумулятора на автомобиле короткое замыкание не может стать причиной возгорания. Кроме того, если в момент возгорания аккумуляторная батарея находилась в автомобиле, в ней остается большой ток, и можно утверждать, что возгорание произошло не по причине короткого замыкания. Однако разряженный аккумулятор не обязательно указывает на то, что автомобиль сгорел в результате короткого замыкания. При проверке электропроводки электрической системы автомобиля необходимо иметь в виду, что при коротком замыкании происходит расплавление жил провода с образованием узлов расплавленного провода. В то же время провода, сгоревшие в пламени пожара, будут остроконечными. Также при установке места короткого замыкания при определении причины пожара необходимо учитывать, что небольшое пламя, образующееся при коротком замыкании, должно быть расположено достаточно близко к какому-то горючему веществу или материалу, чтобы произошло распространение огня.

Причины непреднамеренных пожаров на транспортных средствах часто очевидны, но заслуживает рассмотрения динамика их развития. Так, ветер может иметь большое значение в развитии пожара на транспортном средстве, вызывая неправильные представления о развитии пожара.

### Заключение

В работе рассмотрены основные причины возникновения пожаров на автотранспортных средствах. Выполнена классификация большинства причин пожаров, происходящих на транспортных средствах. Подробно рассмотрены умышленные и непреднамеренные пожары. Представлены основные отличительные признаки данных групп пожаров.

Показано, что умышленные пожары на автотранспортных средствах происходят по причине мошенничества со страховкой, из чувства мести, угона для увеселительных поездок, а также для сокрытия следов использования автомобиля в преступных целях. В то же время основными причинами непреднамеренных пожаров на автомобильном транспорте являются технические неисправности систем, узлов и агрегатов двигателя внутреннего сгорания, а также короткое замыкание электрической аппаратуры автомобиля.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Исхаков, Х.И. Пожарная безопасность автотранспортных средств / Х.И. Исхаков, А.В. Пахомов; науч. редактор Р.Д. Гаврикова. – М.: НИИНавтопром, 1986. – 42 с.
2. Tamura, Y. The spread of fire from adjoining vehicles to a hydrogen fuel cell vehicle. / Y. Tamura, M. Takabayashi, M. Takeuchi // International Journal of Hydrogen Energy. – 2014. – Vol. 39, Iss. 11. – P. 6169–6175. – DOI: 10.1016/j.ijhydene.2014.01.140.
3. Shipp, M. Measurements of the severity of fires involving private motor vehicles / M. Shipp, M Spearpoint // Fire and Materials. – 1995. – Vol. 19, Iss. 3. – P. 143–151. – DOI: 10.1002/fam.810190307.
4. Chen, Y. Experiment Research of Motorcar Fire / Y. Chen, R. John // Journal of China University of Mining and Technology. – 2002. – Vol. 31, No. 6. – P. 556–560.
5. Experimental investigation of burning scenario of loaded 3.49-ton pickup trucks / Y.-J. Chuang [et al.] // Journal of Applied Fire Science. – 2005. – Vol. 14, No. 1. – P. 27–46.
6. Lonnermark, A. Gas temperatures in heavy goods vehicle fires in tunnels / A. Lonnermark, H. Ingason // Fire Safety Journal. – 2005. – Vol. 40, No. 6. – P. 506–527. – DOI: 10.1016/j.firesaf.2005.05.003.

7. Du, X. Research of combustion characteristic of car external decoration materials / X. Du, L.Zhao, J. Qin // *Fire Science and Technology*. – 2013. – Vol. 33, No. 3. – P. 243–246.
8. Исхаков, Х.И. Пожарная безопасность автомобиля / Х.И. Исхаков, А.В. Пахомов, Я.Н. Каминский. – М.: Транспорт, 1987. – 87 с.
9. Bo, S. Experimental Study on Combustion Characteristic of Ordinary Car / S. Bo [et al.] // *China Safety Science Journal*. – 2013. – Vol. 23, No. 7. – P. 26–31.
10. Теребнев, В.В. Противопожарная защита и тушение пожаров на транспорте / В.В. Теребнев, Н.С. Артемьев, А.И. Думилин. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. – 404 с.
11. Нгуен, С.Х. К вопросу особенностей подземных автостоянок Республики Вьетнам с точки зрения их пожарной безопасности / С.Х. Нгуен // *Промышленное и гражданское строительство*. – 2011. – № 10. – С. 70–71. – EDN: OHXJOR.
12. Merçi, B. Smoke and heat control for fires in large car parks: Lessons learnt from research. / B. Merçi, M. Shipp // *Fire Safety Journal*. – 2013. – Vol. 57. – P. 3–10. – DOI: 10.1016/j.firesaf.2012.05.001.
13. Пожаротушение на транспорте: учеб. пособие / В.В. Теребнев [и др.]; под общ. ред. М.М. Верзилина. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – 340 с.
14. Li, Y. Analysis of vehicle fire statistics in New Zealand parking buildings / Y. Li, M. Spearpoint // *Fire Technology*. – 2007. – Vol. 43, No. 2. – P. 93–106. – DOI: 10.1007/S10694-006-0004-2.
15. Tohir, M. Development of Fire Scenarios for Car Parking Buildings using Risk Analysis / M. Tohir, M. Spearpoint // *Fire Safety Science*. – 2014. – Vol. 11. – P. 944–957.
16. Tohir, M. Distribution analysis of the fire severity characteristics of single passenger road vehicles using heat release rate data / M. Tohir, M. Spearpoint // *Fire Science Reviews*. – 2013. – Vol. 2, No. 5. – P. 1–26. – DOI: 10.3801/iafss.fss.11-944.
17. Туртаев, Ю.Г. Расследование преступлений, связанных с пожарами. Актуальность установления причин пожара / Ю.Г. Туртаев, Г.И. Сметанкина // *Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций*. – 2016. – Т. 7, № 1. – С. 52–55. – EDN: WDHKUR.
18. Русецкая, Э.А. Страховое мошенничество и способы борьбы с ним как фактор обеспечения экономической безопасности субъектов рынка страховых услуг / Э.А. Русецкая // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. – 2009. – Т.43, № 10. – С. 75–83. – EDN: KGEFAJ.
19. Okamoto, K. Burning behavior of sedan passenger cars / K. Okamoto [et al.] // *Fire Safety Journal*. – 2009. – Vol. 44, No. 3. – P. 301–310. – DOI: 10.1016/j.firesaf.2008.07.001.
20. Mangs, J. Characterization of the fire behavior of a burning passenger car Part II: Parameterization of measured rate of heat release curves / J. Mangs, O. Keski-Rahkonen // *Fire Safety Journal*. – 1994. – Vol. 23. – P. 37–49. – DOI: 10.1016/0379-7112(94)90060-4.
21. Li, D. Flame spread and smoke temperature of full-scale fire test of car fire / D. Li [et al.] // *Case Studies in Thermal Engineering*. – 2017. – Vol. 10. – P. 315–324. – DOI: 10.1016/j.csite.2017.08.001.
22. Теддер, Дж. Промышленная органическая химия / Дж. Теддер, А. Нехватал, А.Джубб. Перевод с англ. Г.Я. Легина. Под ред. О.В. Корсунского. – М.: Мир, 1977. – 704 с.
23. Кузяков, Ю.Я. Методы спектрального анализа: учеб. пособие для хим. спец. ун-тов / Ю.Я. Кузяков, К.А. Семенов, Н.Б. Зоров. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 212 с.
24. Jiang, X. Full-scale Experimental Study of Fire Spread Behavior of Cars / X. Jiang [et al.] // *Procedia Engineering*. – 2018. – Vol. 211. – P. 297–305. – DOI: 10.1016/j.proeng.2017.12.016.
25. Park, Y. Experimental Study on the Fire-Spreading Characteristics and Heat Release Rates of Burning Vehicles Using a Large-Scale Calorimeter / Y. Park, J. Ryu, H.S. Ryou // *Energies*. – 2019. – Vol. 12, No. 8. – P. 1465–1476. – DOI: 10.3390/en12081465.



## Пожары на автотранспортных средствах: причины возникновения

### Fire on vehicles: causes of their appearance

#### **Пасовец Владимир Николаевич**

кандидат технических наук, доцент  
Государственное учреждение образования  
«Университет гражданской защиты  
Министерства по чрезвычайным ситуациям  
Республики Беларусь», факультет подготовки  
научных кадров, начальник факультета  
Адрес: ул. Машиностроителей, 25,  
220118, г. Минск, Беларусь  
Email: pasovets\_v@mail.ru  
ORCID: 0000-0001-9451-9513

#### **Vladimir N. Pasovets**

PhD in Technical Sciences, Associate Professor  
State Educational Establishment «University  
of Civil Protection of the Ministry  
for Emergency Situations of the Republic  
of Belarus», Faculty of Postgraduate  
Scientific Education, Head of Faculty  
Address: Mashinostroiteley str., 25,  
220118, Minsk, Belarus  
Email: pasovets\_v@mail.ru  
ORCID: 0000-0001-9451-9513

#### **Ковтун Вадим Анатольевич**

доктор технических наук, профессор  
Гомельский филиал государственного  
учреждения образования «Университет  
гражданской защиты Министерства  
по чрезвычайным ситуациям  
Республики Беларусь», кафедра  
оперативно-тактической деятельности  
и техники, профессор  
Адрес: пр-т Речицкий, 35А,  
246023, г. Гомель, Беларусь  
Email: vadimkov@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-9510-132X

#### **Vadim A. Kovtun**

Grand PhD in Technical Sciences, Professor  
Gomel Branch of the State Educational  
Establishment «University of Civil Protection  
of the Ministry of Emergency Situations  
of the Republic of Belarus»,  
Chair of Operational-Tactical Activity  
and Technical Equipment, Professor  
Address: ave. Rechitskiy, 35A,  
246023, Gomel, Belarus  
Email: vadimkov@yandex.ru  
ORCID: 0000-0001-9510-132X

#### **Тагиев Шамхал Шахин оглы**

Государственное учреждение образования  
«Университет гражданской защиты  
Министерства по чрезвычайным ситуациям  
Республики Беларусь», факультет подготовки  
руководящих кадров, магистрант  
Адрес: ул. Машиностроителей, 25,  
220118, г. Минск, Беларусь  
Email: keksss2007@mail.ru

#### **Shamkhal Sh. Tagiev**

State Educational Establishment «University  
of Civil Protection of the Ministry  
for Emergency Situations of the Republic  
of Belarus», Administration Training Faculty,  
graduate student  
Address: Mashinostroiteley str., 25,  
220118, Minsk, Belarus  
Email: keksss2007@mail.ru

**FIRE ON VEHICLES: CAUSES OF THEIR APPEARANCE****Pasovets V.N., Kovtun V.A., Tagiev Sh.Sh.***Purpose.* Investigation of the causes of fires on vehicles.*Methods.* Theoretical analysis of the causes of fires on vehicles.*Findings.* The main causes of fires on vehicles are considered in this paper. Intentional and unintentional fires are discussed in details. The main distinguishing features of these groups of fires are presented. Intentional fires on motor vehicles occur due to insurance fraud, based on a sense of revenge, for the purpose of stealing for pleasure trips, to cover up traces of the car being used for criminal purposes. The main causes of unintentional fires on motor vehicles are technical malfunctions of systems and components of the internal combustion engine and short circuits in the electrical equipment of the car.*Application field of research.* The results of this work can be used in the field of fire safety on motor vehicles.*Keywords:* automobile, fire, internal combustion engine, combustion initiator, fire, arson.

(The date of submitting: April 11, 2022)

**REFERENCES**

1. Iskhakov Kh.I., Pakhomov A.V. *Pozharnaya bezopasnost' avtotransportnykh sredstv* [Fire safety of motor vehicles]. Moscow: NIINavtoprom, 1986, 42 p. (rus)
2. Tamura Y., Takabayashi M., Takeuchi M. The spread of fire from adjoining vehicles to a hydrogen fuel cell vehicle. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2014. Vol. 39, Iss. 11. Pp. 6169–6175. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2014.01.140.
3. Shipp M., Spearpoint M. Measurements of the severity of fires involving private motor vehicles. *Fire and Materials*, 1995. Vol. 19, Iss. 3. Pp. 143–151. DOI: 10.1002/FAM. 810190307.
4. Chen Y, John R. Experiment Research of Motorcar Fire. *Journal of China University of Mining and Technology*, 2002. Vol. 31, No. 6. Pp. 556–560.
5. Chuang Y.-J., Tang Ch.-H., Chen P.-H., Lin Ch.-Y. Experimental investigation of burning scenario of loaded 3.49-ton pickup trucks. *Journal of Applied Fire Science*, 2005. Vol. 14, No. 1. Pp. 27–46.
6. Lonnermark A., Ingason H. Gas temperatures in heavy goods vehicle fires in tunnels. *Fire Safety Journal*, 2005. Vol. 40, No. 6. Pp. 506–527. DOI: 10.1016/j.firesaf.2005.05.003.
7. Du X., Zhao L., Qin J. Research of combustion characteristic of car external decoration materials. *Fire Science and Technology*, 2013. Vol. 33, No. 3. Pp. 243–246.
8. Iskhakov Kh.I., Pakhomov A.V., Kaminskiy Ya.N. *Pozharnaya bezopasnost' avtomobilya* [Car fire safety]. Moscow: Transport, 1987, 87 p. (rus)
9. Bo S. [et al.] Experimental Study on Combustion Characteristic of Ordinary Car. *China Safety Science Journal*, 2013. Vol. 23, No. 7. Pp. 26–31.
10. Terebnev V.V., Artem'ev N.S., Dumilin A.I. *Protivopozharnaya zashchita i tushenie pozharov na transporte* [Fire protection and extinguishing fires in transport]. Moscow: Academy of State Fire Service of the EMERCOM of Russia, 2006. 404 p. (rus)
11. Nguen S.Kh. K voprosu osobennostey podzemnykh avtostoyanok Respubliki V'etnam s tochki zreniya ikh pozharnoy bezopasnosti [On the question of the features of underground parking lots of the Republic of Vietnam in terms of their fire safety]. *Industrial and civil construction*, 2011. No. 10. Pp. 70–71. (rus). EDN: OHXJOR.
12. Merci B., Shipp M. Smoke and heat control for fires in large car parks: Lessons learnt from research. *Fire Safety Journal*, 2013. Vol. 57. Pp. 3–10. DOI: 10.1016/j.firesaf.2012.05.001.
13. Terebnev V.V., Artem'ev N.S., Podgrushnyy A.V., Grachev V.A. *Pozharotushenie na transporte* [Fire fighting in transport]: tutorial. Ed. by M.M. Verzilin. Moscow: Academy of State Fire Service of the EMERCOM of Russia, 2014, 340 p. (rus)
14. Li Y., Spearpoint M. Analysis of vehicle fire statistics in New Zealand parking buildings. *Fire Technology*, 2007. Vol. 43, No. 2. Pp. 93–106. DOI: 10.1007/S10694-006-0004-2.
15. Tohir M., Spearpoint M. Development of Fire Scenarios for Car Parking Buildings using Risk Analysis. *Fire Safety Science*, 2014. Vol. 11. Pp. 944–957. DOI: 10.3801/iafss.fss.11-944.

16. Tohir M., Spearpoint M. Distribution analysis of the fire severity characteristics of single passenger road vehicles using heat release rate data. *Fire Science Reviews*, 2013. Vol. 2, No. 5. Pp. 1–26.
17. Turtaev Yu.G., Smetankina G.I. Rassledovanie prestupleniy, svyazannykh s pozharami. Aktual'nost' ustanovleniya prichin pozhara [Investigation of crimes related to fires. The relevance of establishing the causes of the fire]. *Modern technologies for civil defense and emergency response*, 2016. Vol. 7, No. 1. Pp. 52–55. (rus). EDN: WDHKUR.
18. Rusetskaya E.A. Strakhovoe moshennichestvo i sposoby bor'by s nim kak faktor obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti sub"ektov rynka strakhovykh uslug [Insurance fraud and ways to combat it as a factor in ensuring the economic security of subjects of the insurance services market]. *National Interests: Priorities and Security*, 2009. Vol. 43, No. 10. Pp. 75–83. (rus)
19. Okamoto K., Watanabe N., Hagimoto Y. [et al.] Burning behavior of sedan passenger cars. *Fire Safety Journal*, 2009. Vol. 44, No. 3. P. 301–310. DOI: 10.1016/j.firesaf.2008.07.001.
20. Mangs J., Rahkonen O. Characterization of the fire behavior of a burning passenger car Part II: Parameterization of measured rate of heat release curves. *Fire Safety Journal*, 1994. Vol. 23. Pp. 37–49. DOI: 10.1016/0379-7112(94)90060-4.
21. Li D., Zhu G., Zhu H., Yu Zh., Gao Y., Jiang X. Flamespread and smoke emperature of full-scale fire test of car fire. *Case Studies in Thermal Engineering*, 2017. Vol. 10. Pp. 315–324. DOI: 10.1016/j.csite.2017.08.001.
22. Tedder J.M., Nechvatal A., Jubb A.H. *Promyshlennaya organicheskaya khimiya [Industrial organic chemistry]*. Moscow: Mir, 1977, 704 p. (rus)
23. Kuzyakov Yu.Ya., Semenenko K.A., Zorov N.B. *Metody spektral'nogo analiza [Methods of spectral analysis]*: textbook for chemical specialties of universities. Moscow: Moscow State University, 1990, 213 p. (rus)
24. Jiang X., Zhu G., Zhu H., Li D. Full-scale Experimental Study of Fire Spread Behavior of Cars. *Procedia Engineering*, 2018. Vol. 211. Pp. 297–305. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.12.016.
25. Park Y., Ryu J., Ryou H.S. Experimental Study on the Fire-Spreading Characteristics and Heat Release Rates of Burning Vehicles Using a Large-Scale Calorimeter. *Energies*, 2019. Vol. 12, No. 8. Pp. 1465–476. DOI: 10.3390/en12081465.