

Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. 2023. № 3 (106). С. 265–275.
 Vestnik of the East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2023.
 Vol. no. 3 (106). P. 265–275.

5.1.4. Уголовно-правовые науки (юридические науки)

Научная статья

УДК 343.148

DOI: 10.55001/2312-3184.2023.71.93.023

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ОЧАГА ПОЖАРА В АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

Харченко Ирина Владимировна¹, Гераськин Михаил Юрьевич²,
 Шеков Анатолий Александрович³

¹⁻² Волгоградская академия МВД России, Волгоград, Россия

³ Восточно-Сибирский институт МВД России, Иркутск, Россия

¹ irina_kharchenko_irina@mail.ru

² a258a216@mail.ru

³ shek@inbox.ru

Введение. Статья является логическим продолжением ранее опубликованной работы о применении современной методики установления очага пожара в автотранспортных средствах, основанной на изучении термических повреждений сохранившихся конструктивных элементов.

Материалы и методы. Для проведения исследования были использованы общенаучные и специальные методы научного познания, такие как системный, сравнительно-правовой, метод логической дедукции и индукции, а также методы толкования, структурного анализа и наблюдения.

Результаты исследования. Пожарно-технический специалист, выявив данные зоны и сопоставив взаиморасположение границ указанных зон способен установить месторасположение очагов пожара, их количество, пространственную взаимосвязь и, следовательно, определить причину пожара с технической точки зрения.

Использование метода зонирования термических повреждений металлоконструкций является наиболее приемлемым способом выявления очаговых признаков в тех случаях, когда в результате термического воздействия пожара полностью уничтожены все горючие и сгораемые материалы в автомобиле.

Выводы и заключения. Авторами предлагается использовать при осмотре сгоревшего автомобиля метод зонирования термических повреждений в сочетании с традиционной методикой выявления очаговых признаков, по степени термических повреждений дифференцированы четыре зоны, характерные для конструктивных элементов и деталей автотранспортных средств, выполненных из металлов и сплавов.

Ключевые слова: пожар, пожарно-технический специалист, очаг пожара, автотранспортное средство, металлы и сплавы, термические деформации, поджог.

Для цитирования: Харченко И. В., Гераськин М. Ю., Шеков А. А. Использование метода зонирования термических повреждений для установления очага пожара в автотранспортных средствах // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России : науч.-практич. журнал. Иркутск: Восточно-Сибирский институт МВД России. 2023. № 3 (106). С. 265–275.

DOI: 10.55001/2312-3184.2023.71.93.023

5.1.4. Criminal law sciences (legal sciences)

Original article

USE OF THE ZONING METHOD THERMAL DAMAGE TO DETERMINE THE ORIGIN OF A FIRE IN MOTOR VEHICLES

Irina V. Kharchenko¹, Mikhail Yu. Geraskin², Anatoly A. Shekov³

¹⁻²Volgograd Academy of the Interior Ministry of Russia, Volgograd, Russian Federation

³ East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Irkutsk, Russian Federation

¹ a258a216@mail.ru

² a258a216@mail.ru

³ shek@inbox.ru

Introduction. The article is a logical continuation of the previously published work on the application of modern methods of establishing the fire centre in motor vehicles, based on the study of thermal damage of preserved structural elements.

Materials and Methods: In order to conduct the research, we used general scientific and special methods of scientific cognition, such as systemic, comparative-legal, method of logical deduction and induction, as well as methods of interpretation, structural analysis and observation.

The Results of the Study: a fire-technical specialist, having identified these zones and comparing the relative position of the boundaries of these zones, is able to determine the location of fire foci, their number, spatial relationship and, therefore, determine the cause of the fire from a technical point of view.

The use of the method of zoning thermal damage to metal structures is the most acceptable way to identify focal signs in cases where, as a result of the thermal effects of fire, all combustible and combustible materials in the car are completely destroyed.

Findings and Conclusions: the authors propose to use the method of thermal damage zoning in combination with the traditional method of detecting focal signs when examining a burned car, four zones are differentiated according to the degree of thermal damage, characteristic of structural elements and parts of motor vehicles made of metals and alloys.

Keywords: fire, fire-technical specialist, fire source, motor vehicle, metals and alloys, thermal deformations, arson.

For citation: Kharchenko I. V., Geraskin M. Yu., Shekov A.A. Ispol'zovanie metoda zonirovaniya termicheskikh povrezhdenij dlja ustanovlenija ochaga pozhara v avtotransportnyh sredstvah [Use of the zoning method thermal damage to determine the origin of a fire in motor vehicles]. Vestnik Vostochno-Sibirskogo instituta MVD Rossii – Vestnik of the East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2023, no. 3 (106), pp. 265–275. DOI: 10.55001/2312-3184.2023.71.93.023

В ранее опубликованной статье авторами рассматривалось применение современной методики установления очага пожара в автотранспортных средствах (далее – АТС), основанной на изучении термических повреждений сохранившихся конструктивных элементов [1]. Авторами предлагалось использование при осмотре сгоревшего автомобиля метода зонирования термических повреждений в сочетании с традиционной методикой выявления очаговых признаков. Данный метод основан на определении на пораженном огнем объекте границ зон, имеющих одинаковый характер поражения, и успешно применяется при осмотрах сгоревших сооружений из древесины.

В предыдущей статье авторы выделили четыре типичные зоны одинаковых по характеру термических повреждений лакокрасочного покрытия (далее – ЛКП) кузова АТС. Показано, что, сопоставляя взаиморасположение границ указанных зон с другими сохранившимися очаговыми признаками, специалист может достаточно точно установить местоположение очага (очагов) пожара и, следовательно, определить техническую причину пожара.

Особый интерес как для оперативных, так и для следственных подразделений представляет раскрытие и расследование поджогов АТС, совершенных с целью сокрытия других особо тяжких преступлений, таких как убийства, разбойные нападения и т. п. Раскрытие и расследование подобных преступлений представляет, как правило, одну из приоритетных задач, стоящих перед правоохранительными органами [2, 3].

Достаточно часто обнаружение сгоревшего АТС с человеческими останками происходит в условиях неочевидности. Только после проведенной судебно-медицинской экспертизы и установления причины смерти появляются основания для возбуждения уголовного дела по соответствующей статье Уголовного кодекса Российской Федерации (далее – УК РФ). Однако этот процесс может быть значительно ускорен в результате квалифицированного осмотра места пожара АТС. Выявление местоположения очага (очагов) пожара, их количества и взаимосвязи, выявление признаков горения в очаге (очагах) горючих или легковоспламеняющихся жидкостей (далее – ГЖ или ЛВЖ) с учетом условий и особенностей горения и введения огнетушащих средств при ликвидации пожара, в своей совокупности позволит уже при осмотре места происшествия (далее – ОМП) решить основную задачу осмотра места сгоревшего автомобиля – установление технической причины возгорания (в данном случае воспламенения горючих и сгораемых материалов в выявленном очаге пожара от источника открытого огня, то есть поджога) [4].

В предыдущей статье было показано, что для объективной оценки термических повреждений и выявления очаговых признаков пожарно-техническому специалисту, участвующему в ОМП, необходимо знать ориентировочную продолжительность горе-

ния. Из экспертного опыта пожарно-технических экспертов ЭКЦ МВД России и испытательных пожарных лабораторий МЧС России были дифференцированы три стадии протекания пожара в АТС [5, с. 34–35].

Первая стадия (возникновения и распространения горения) продолжительностью не более 10 минут характеризуется локальным (ограниченным) характером распространения термических повреждений, сосредоточенных в одном из отсеков автомобиля. Вторая стадия (интенсивного горения) продолжительностью 10–20 минут характеризуется выгоранием большей части горючих материалов в АТС [6]. В отличие от первой стадии локализовать место возникновения пожара можно лишь в вероятностной форме.

Для поджогов, сопряженных с совершением других тяжких и особо тяжких преступлений, характерно обнаружение АТС с термическими повреждениями, формирующимися на третьей стадии протекания пожара (стадии затухания горения). Продолжительность данной стадии чаще всего не превышает 20–30 минут от момента возникновения пожара (в данном случае поджога). Когда пожар тушится на данной стадии, в АТС практически полностью выгорают все горючие и сгораемые материалы. Если пожар не тушится вообще, то есть происходит его постепенное затухание естественным путем, то третья стадия может продолжаться до 60 минут. Применяя на третьей стадии только традиционную методику, основанную на выявлении визуально определяемых признаков, образующихся на сгораемых конструктивных элементах, установить месторасположение очага пожара можно в редких случаях [7, с. 143–185], либо можно лишь предположить, в каком именно отсеке автомобиля возникло горение.

Возникающие при обнаружении АТС, потушенных на второй или третьей стадии, проблемы можно устранить лишь используя при осмотре метод зонирования термических повреждений, то есть определяя на сгоревшем АТС границы зон, имеющих одинаковый характер поражения. [8, с. 31–44].

Анализ взаиморасположения зон, имеющих различный характер термических поражений и их границ на различных геометрических поверхностях элементов конструкций автомобиля, фактически позволяет выявить признаки направленности горения и очаговые признаки (в совокупности с другой информацией – об условиях тушения пожара и т. п.) и установить местоположение очага (очагов) пожара.

В предыдущей работе авторами были рассмотрены типичные зоны одинаковых по характеру повреждений ЛКП на кузове АТС. Однако при осмотрах мест поджогов, сопряженных с такими преступлениями, как убийства и т. п., авторы неоднократно сталкивались с фактом, что на металлическом кузове автомобиля присутствует только одна зона повреждения лакокрасочного покрытия, а именно зона полного выгорания ЛКП с осыпанием наполнителя, с полным отслоением грунтовки от поверхности металла. В таких случаях наиболее визуально заметными являются термические повреждения металлических деталей автомобиля (в первую очередь кузова автомобиля). Следует отметить, что при возникновении горения АТС объектом исследования и источником информации об очаге пожара не всегда будет являться металлический кузов. Типичные зоны одинаковых по характеру повреждений металлических конструктивных элементов могут образоваться, например, на конструкциях кресел, агрегатов внутри моторного отсека, на жгутах электропроводки и т. д.

Проанализировав характер термических повреждений кузова автомобиля и других металлических деталей, можно выделить следующие типичные зоны одинаковых по характеру повреждений:

– зону термической деформации металлических конструктивных элементов АТС;

– зону образования оксидов на поверхности металлического кузова;

– зону проплавления и расплавления (сквозного прогара);

– зону выгорания металлов и сплавов.

Зоны деформаций металлических конструктивных элементов АТС довольно часто возникают при пожарах в автомобилях и относительно легко выявляются визуально. Температура горения при пожарах в АТС, начинающихся и протекающих в режиме тления (например, вследствие оставленного на кресле салона тлеющего табачного изделия), достигает 600° С. Первичные деформации стальных конструкций могут наблюдаться визуально уже при температуре пожара 300–350° С. При поджогах с использованием интенсификаторов горения, таких как разлитые горючие жидкости (далее – ГЖ) или легковоспламеняющиеся жидкости (далее – ЛВЖ), температура горения достигает 800–1200° С. Если при температуре 600° С прочность углеродистой стали (основного конструкционного материала кузовов большинства АТС) снижается в среднем в два раза, то при 1000° С прочность стали может снизиться в 10 раз [9, с. 45–46].

При обнаружении зоны деформации металлоконструкции специалист должен оценить, во-первых, ее величину (то есть площадь данной зоны), а во-вторых – ее направленность, так как прогибы металла (деформации) всегда будут происходить в сторону наиболее интенсивного теплового воздействия, то есть в направлении источника тепла. Например, прогиб металла в сторону внутреннего пространства багажного отсека (рис. 1) указывает на источник интенсивного теплового воздействия.



Рис.1. Термическая деформация крышки багажника сгоревшего автомобиля

Также специалист должен обладать определенными познаниями в области трасологии, чтобы уметь отличить термическую деформацию от механической. Часто при тушении пожара в автомобиле пожарные для получения доступа к аккумулятору в моторном отсеке в целях обесточивания электрических цепей АТС вскрывают с помощью лома крышку капота, деформируя ее. Не умея отличить механическую деформацию от термической, специалист может сделать неверный вывод о местонахождении очага пожара (рис. 2).



Рис. 2. Следы деформации крышки капота сгоревшего автомобиля в результате механического воздействия при тушении пожара

Следует отметить, что локальные деформации металлических конструкций АТС на их отдельных участках являются важнейшим очаговым признаком. Однако подобные деформации могут образоваться на первых двух стадиях развития пожара.

Не зная этих обстоятельств, можно прийти к ошибочному выводу о местонахождении очага пожара в передней по ходу движения части подкапотного пространства.

Указанная деформация не всегда может рассматриваться в качестве очагового признака, так как причина ее возникновения может заключаться в особенностях горения в данной зоне. Например, сгорание большого количества горючих материалов в салоне автомобиля часто приводит к интенсивной деформации конструкций крыши салона, что не является однозначно очаговым признаком. Также прогиб краев прогаров крышки капота из алюминий-магниевого сплава внутрь подкапотного пространства свидетельствует об источнике интенсивного теплового воздействия внутри капота (рис. 3). Не зная закономерностей образования зон термических повреждений на металлических конструкциях, можно прийти к ошибочному выводу о разливе ЛВЖ на крышку капота.



Рис. 3. Крышка капота из алюминиево-магниевого сплава с двумя локальными прогарами

Зоны образования оксидов на поверхности металлического кузова возникают гораздо раньше, чем зоны термических деформаций: уже при температуре 220–300 С. Первым визуально выявляемым признаком образования оксидных пленок вследствие термического воздействия пожара на металл является образование так называемых цветов побежалости, которые представляют собой ультратонкий слой окисной пленки (порядка нескольких микрон). Так как цвет побежалости зависит от толщины оксидной пленки, которая, в свою очередь, определяется температурой нагрева металла, то по цветам побежалости специалист может, как минимум в вероятностной форме, оценить температуру нагрева металлоконструкции в результате термического воздействия пожара. С ростом температуры термического воздействия пожара цвет побежалости меняется от желтого до оранжевого, далее – до красного и синего [10].

В случае развившегося пожара, протекающего в режиме пламенного горения, температура достигает 900–1200° С [11, 12]. В этих ситуациях более целесообразным является оценка специалистом толщины и цвета слоя окалины, которая образуется на углеродистых сталях уже при температуре 700° С. Окалина представляет собой смесь из оксидов железа (II) и (III) – FeO и Fe₂O₃. Толщина слоя окалины зависит от температуры пожара: чем выше температура, тем более толстый слой окалины образуется, но эта зависимость описывается не прямой пропорцией, а меняется по параболическому закону.

Окалина, как правило, состоит из трех слоев: оксида железа (II) – вустита (FeO), оксида железа (III) – гематита (Fe₂O₃) и находящегося между ними смешанного оксида железа магнетита (Fe₃O₄). Существует определенная зависимость толщин слоев окалины от температуры: чем выше температура термического воздействия, тем больше в окалине толщина слоя оксида железа (II) – вустита и меньше толщина слоя оксида железа (III) – гематита. Эти слои достаточно легко дифференцируются визуально по цвету, так как вустит имеет черный цвет, а гематит – рыжий. То есть при ОМП специалист на основании предварительного исследования цвета и толщины окалины может

оценить интенсивность термического воздействия на металл. Так, если на поверхности стальной детали АТС выявлен достаточно толстый слой окалины черного цвета, то это указывает на высокую температуру нагрева этой детали (не менее 900°C), что характерно для пламенного режима горения и косвенно может указывать на поджог. Тонкие слои окалины светло-рыжего цвета обычно свидетельствуют о более низких температурах теплового воздействия (не более 750°C). Достаточно распространенной ошибкой при ОМП является обнаружение специалистом на металле слоя рыжего цвета рыхлой консистенции, который на самом деле представляет собой не окалину, а так называемую ржавчину (то есть гидроксид железа (III) – $\text{Fe}(\text{OH})_3$ [9, с. 46–47]).

Зоны проплавления и расплавления (сквозных прогаров) металлов, в отличие от двух вышеописанных зон, образуются при температурах, соответствующих исключительно пламенному режиму горения, чаще всего при наличии интенсификаторов горения. С точки зрения выявления очаговых признаков интерес для специалиста при ОМП представляют четко выраженные локальные повреждения, которые чаще всего образуются при нагреве металла до температуры его плавления. Так как температура, соответствующая пламенному режиму горения, находится в пределах $800\text{--}1200^{\circ}\text{C}$, то можно сделать вывод о том, что подобные зоны характерны для таких конструкционных материалов АТС, как алюминий (температура плавления – 660°C), медь (температура плавления – 1084°C), латунь (температура плавления – $880\text{--}906^{\circ}\text{C}$), и не характерны для стали (температура плавления в зависимости от марки – $1300\text{--}1500^{\circ}\text{C}$). Однако разрушение металлоконструкций кузова из такого сплава, как сталь, может произойти при температуре более низкой, чем температура его плавления. Такие повреждения характерны для тонких металлических листов (из них в основном изготавливаются кузова АТС), которые достаточно долго подвергались процессу коррозии, а также при наличии в зоне повреждения интенсификаторов горения. Процесс образования сквозных повреждений в тонких стальных листах, как правило, связан с интенсивностью процесса окалинообразования в ходе пожара.

В экспертной практике авторов статьи были зафиксированы случаи, когда специально оставлялся рядом с автомобилем баллон с углеводородным газом, горящая струя из которого, фактически являясь интенсификатором горения, направлялась на АТС. В месте контакта стального листа кузова со струей горящего газа образовывалось локальное сквозное отверстие (прогар). Следует отметить, что все прогары находились в центре зоны интенсивного окалинообразования с образованием пузырчатости поверхности окалины.

Зоны выгорания металлов и сплавов образуются в тех случаях, когда в качестве конструкционных материалов таких металлов, как алюминий и его сплавы. Хотя алюминий не считается горючим металлом, но в условиях развившегося пожара, протекающего в пламенном режиме (и особенно при интенсивном газообмене), он по мере увеличения температуры выше температуры его плавления начинает окисляться с образованием оксида алюминия Al_2O_3 . Локальные участки выгорания деталей из алюминия или алюминиево-магниевых сплавов, безусловно, могут рассматриваться в качестве очаговых признаков.



Рис.4. Локальное выгорание алюминиевого диска колеса указывает на местоположение очага пожара

Таким образом, сопоставляя взаиморасположение границ вышеописанных зон с другими очаговыми признаками, пожарно-технический специалист может достаточно точно выявить местоположение очага (очагов) пожара, их количество и пространственную взаимосвязь даже в условиях полного выгорания всех конструктивных элементов и деталей АТС, выполненных из горючих и сгораемых материалов и в конечном счете установить техническую причину пожара по итогам ОМП, что позволит значительно ускорить процесс раскрытия и расследования преступлений, связанных в пожарами в АТС, в том числе поджогов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Харченко, И. В., Гераськин, М. Ю., Шеков, А. А. Использование метода зонирования термических повреждений для установления очага пожара в автотранспортных средствах // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. 2022. № 3 (102). С. 241–252.
2. Гераськин, М. Ю., Довбня, А. В. Применение современной передвижной пожарно-технической лаборатории при осмотре места пожара и производстве пожарно-технической экспертизы // Судебная экспертиза. 2016. № 1 (45). С. 119–130.
3. Collender M.A., Doherty K.A.J., Stanton K.T. An investigation into the factors that influence toolmark identifications on ammunition discharged from semi-automatic pistols recovered from car fires // Science & Justice. 2017. Vol. 57. Is. 1, pp. 41–52.
4. Панышина, Н. В., Шаевич, А. А. Осмотр места происшествия с использованием специальных знаний при расследовании поджогов автомобилей // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра. 2017. № 3 (3). С. 56–61.
5. Булочников, Н. М., Зернов, С. И., Становенко, А. А., Черничук, Ю. П. Пожар в автомобиле: как установить причину? : практич. пособие. М.: ООО «НПО «ФЛОГИСТОН», 2006. 224 с.
6. 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; 12(8):1465.

7. Мегорский, Б. В. Методика установления причин пожаров. М.: Стройиздат, 1966. 350 с.
8. Данилов, А. В. Техника установления обстоятельств возникновения пожара. Волгоград: УГПС УВД Волгоградской области, 1997. 108 с.
9. Богатищев, А. И. и др. Исследование причин возгорания автотранспортных средств: Учебное пособие / Под ред. канд. техн. наук А.И. Колмакова. М.: ЭКЦ МВД России, 2003. 82 с.
10. Горбунов, А. С., Елфимова, М. В., Безбородов, Ю. Н. Исследование изменений цветовых характеристик стали при термическом воздействии // Омский научный вестник. 2022. № 2 (182). С. 119–124. URL: <https://doi.org/10.25206/1813-8225-2022-182-119-124>.
11. Okamoto, K., Otake, T., Miyamoto, H., Honma, M., Watanabe, N. (2013). Burning behavior of minivan passenger cars // Fire Safety Journal. Vol. 62, 2013, P. 272–280. URL: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2013.09.010>.
12. 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. URL: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.12.016>.

REFERENCES

1. Kharchenko I.V., Geraskin M.Yu., Shekov A.A. Ispol'zovanie metoda zonirovaniya termicheskikh povrezhdenij dlya ustanovleniya ochaga pozhara v avtotransportnyh sredstvakh [Using the method of zoning thermal damage to establish a fire in motor vehicles]. Vestnik Vostochno-Sibirskogo instituta MVD Rossii – Vestnik of the East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2022, no. 3 (102), pp. 241–252. <https://doi.org/10.55001/2312-3184.2022.11.75.021>.
2. Geraskin M. Yu., Dovbnya A.V. Primenenie sovremennoj peredvizhnoj pozharnotekhnicheskoy laboratorii pri osmotre mesta pozhara i proizvodstve pozharno-tekhnicheskoy ekspertizy [The use of a modern mobile fire-technical laboratory during the inspection of a fire site and the production of fire-technical expertise]. Sudebnaja jekspertiza – Forensic examination. 2016, no. 1 (45), pp. 119–130. <https://doi.org/10.24411/2587-9820-2020-10027>.
3. Collender M.A., Doherty K.A.J., Stanton K.T. An investigation into the factors that influence toolmark identifications on ammunition discharged from semi-automatic pistols recovered from car fires. Science & Justice. 2017, vol.57, Is. 1, pp. 41–52. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2016.10.002>.
4. Panshina N.V., Shaevich A.A. Osmotr mesta proisshestviya s ispol'zovaniem special'nyh znaniy pri rassledovanii podzhogov avtomobilej [Inspection of the scene with the use of special knowledge in the investigation of arson of cars]. Kriminalistika: vchera, segodnja, zavtra – Criminalistics: yesterday, today, tomorrow. 2017, no. 3 (3), pp. 56–61.
5. Bulochnikov N.M., Zernov S.I., Stanovenko A.A., Chernichuk Yu.P. Pozhar v avtomobile: kak ustanovit' prichinu?: prakticheskoe posobie [Fire in the car: how to establish the cause?: a practical guide]. M.: LLC "NPO "PHLOGISTON", 2006, 224 p.
6. 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(8), no. 1465. <https://doi.org/10.3390/en12081465>.
7. Megorsky B.V. Metodika ustanovleniya prichin pozharov [Methodology for determining the causes of fires]. M.: Stroyizdat, 1966, 350 p.
8. Danilov A.V. Tekhnika ustanovleniya obstoyatel'stv voznikoveniya pozhara [Technique of establishing the circumstances of a fire]. Volgograd: UGPS of the Volgograd region Department of Internal Affairs, 1997, 108 p.
9. Bogatyshchev A.I. et al. Issledovanie prichin vozgoraniya avtotransportnyh sredstv: Uchebnoe posobie [Investigation of the causes of ignition of motor vehicles]. M.: Forensic center of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2003, 82 p.
10. Gorbunov A.S., Elfimova M.V., Bezborodov Yu.N. Issledovanie izmenenij cvetovyh harakteristik stali pri termicheskom vozdejstvii [Investigation of changes in the color characteristics

of steel under thermal exposure]. *Omskij nauchnyj vestnik – Omsk Scientific Vestnik*. 2022, no. 2 (182), pp. 119—124. <https://doi.org/10.25206/1813-8225-2022-182-119-124>.

11. Okamoto K., Otake T., Miyamoto H., Honma M., Watanabe N. (2013). Burning behavior of minivan passenger cars. *Fire Safety Journal*. 2013, Vol. 62, pp. 272—280. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2013.09.010>.

12. 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. <https://doi.org/10.1016/j.pro-eng.2017.12.016>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Харченко Ирина Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры криминалистической техники учебно-научного комплекса экспертно-криминалистической деятельности. Волгоградская академия МВД России. 400075, г. Волгоград, ул. Историческая, 130.

ORCID: 0000-0001-9479-1445

Гераськин Михаил Юрьевич, старший преподаватель кафедры криминалистической техники учебно-научного комплекса экспертно-криминалистической деятельности. Волгоградская академия МВД России. 400075, г. Волгоград, ул. Историческая, 130.

ORCID: 0000-0003-0906-0897

Шеков Анатолий Александрович, кандидат химических наук, доцент, заместитель начальника кафедры судебно-экспертной деятельности. Восточно-Сибирский институт МВД России. 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 110.

ORCID: 0000-0003-2111-718X.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Irina V. Kharchenko, Candidate of Biological Sciences, associate Professor, associate Professor of the Department of Forensic Techniques of the Educational and Scientific Complex of Expert and Forensic Activities. Volgograd Academy of the Ministry of the Interior of Russia. 130, Historical st., Volgograd, Russia, 400075.

ORCID: 0000-0001-9479-1445

Mikhail Yu. Geraskin, senior lecturer of the Department of Forensic Techniques of the Educational and Scientific Complex of Expert and Forensic Activities. Volgograd Academy of the Ministry of the Interior of Russia. 130, Historical st., Volgograd, Russia, 400075.

ORCID: 0000-0003-0906-0897.

Anatoly A. Shekov, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Deputy Head of the Department of Forensic Activity. East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 110, Lermontov st., Irkutsk, Russia, 664074.

ORCID: 0000-0003-2111-718X

Статья поступила в редакцию 01.02.2023; одобрена после рецензирования 08.02.2023; принята к публикации 04.09.2023.

The article was submitted 01.02.2023; approved after reviewing 08.02.2023; accepted for publication 04.09.2023.