
СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

УДК 343.148

**А.А. Шеков,
В.С. Зырянов,
К.Л. Кузнецов,**

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ, ИЗЫМАЕМЫХ С МЕСТ ПОЖАРОВ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В статье анализируются основные направления применения термического анализа в судебно-экспертном исследовании объектов, изымаемых с мест происшествий, связанных с пожаром. Установлено, что методики выявления антипиренов на поверхности либо в составе материала, определения склонности веществ и материалов к тлению и самовозгоранию требуют доработки. Предложено применение методов термического анализа, совмещенных с ИК-спектроскопией, масс-спектрометрией либо хроматографией, для определения следов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, применяемых в качестве интенсификаторов горения при поджогах.

Ключевые слова: судебно-экспертное исследование, криминалистическая идентификация, судебная пожарно-техническая экспертиза, пожар, термический анализ, самовозгорание, поджог, инициаторы горения.

**A.A. Shekov,
V.S. Zyryanov,
K.L. Kuznetsov**

THERMAL ANALYSIS OF ITEMS SEIZED AT SCENES OF FIRES: PROBLEMS AND PROSPECTS

The authors analyze key directions of using thermal analysis in forensic examination of items seized at fire scenes. They have shown that the methods of identifying fire retardants on the surface or in the composition of material as well as the methods of determining if a substance is prone to smoldering or spontaneous combustion require of further development. They suggest using the methods of thermal analysis together with infrared spectroscopy, mass spectrometry or chromatography to identify the traces of highly inflammable or combustible fluids used as intensifiers of burning in arsons.

Keywords: forensic investigation, forensic identification, forensic fire-technical expertise, fire, thermal analysis, spontaneous combustion, arson, initiators of combustion.

Развитие пожара и действия участников его тушения, как правило, сопровождаются значительным изменением или полным уничтожением предметов

вещной обстановки, а также следов преступления [1, с. 147]. В связи с этим нет сомнений в том, что результаты раскрытия и расследования преступлений данной категории в значительной мере зависят от применения современных достижений науки и техники. Ведущая роль здесь принадлежит специальным знаниям, применение которых в ходе следственных действий с участием специалиста или судебного эксперта, ставит их в ряд наиболее объективных и, соответственно, ценных источников доказательств по уголовному делу [2, с. 2].

Традиционно в компетенцию судебного пожарно-технического эксперта входит решение трех основных задач, направленных на установление места и времени первоначального возникновения горения (очага пожара и признаков направленности распространения горения), механизма возникновения и развития горения (причины пожара), а также на выявление обстоятельств, способствующих возникновению и развитию пожара [3, с. 398]. В связи с увеличением количества пожаров, сопровождающихся многочисленными жертвами (пожары в ночном клубе «Хромая лошадь» г. Перми в 2009 году, в торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» г. Кемерово в 2018 году), на разрешение судебной пожарно-технической экспертизы органами следствия стали повсеместно ставиться вопросы о динамике пожара (скорость распространения горения, дыма, температура пожара) и пожарной опасности веществ и материалов с целью дальнейшего установления причинно-следственных связей между условиями эвакуации людей из зоны горения и наступившими последствиями [4, с. 70].

Расширение задач судебной пожарно-технической экспертизы требует развития её методического и технико-криминалистического обеспечения, в том числе ориентированного на использование методов анализа микроколичеств веществ и материалов, изымаемых с мест пожаров. На сегодняшний день одним из таких методов, активно внедряющихся в экспертно-криминалистическую деятельность, является термический анализ.

Термический анализ представляет собой совокупность физико-химических методов исследования, основанных на измерении тепловых эффектов превращений, протекающих в образце при тепловом воздействии. К ним относятся дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), дифференциальный термический анализ (ДТА), термогравиметрический анализ (ТГА), термомеханический анализ (ТМА), динамический механический анализ (ДМА), дилатометрия (ДИЛ) и диэлектрический анализ (ДА), отличающиеся измеряемой величиной и аппаратным обеспечением [5, с. 6]. Выбор метода термического анализа зачастую определяется его чувствительностью. Например, в работе Формана Д. [6, с. 13] по результатам исследования ненаполненных полимерных материалов на основе поликарбоната и полистирола методами ТМА, ДМА, ДА, ДСК и модулированной ДСК было установлено, что для определения температуры стеклования полимерного материала наиболее чувствительным методом измерения является ДМА. Тем не менее, в практике судебно-экспертной деятельности наибольшее применение получил метод синхронного термического анализа (СТА), позволяющий одновременно проводить ТГА совместно с ДТА или ДСК.

В судебной пожарно-технической экспертизе термический анализ является достаточно универсальным методом исследования и позволяет решать широкий круг задач. Их можно разделить на следующие основные группы:

- определение свойств веществ и материалов, характеризующих их поведение при нагревании;
- идентификация веществ и материалов неизвестной природы;
- обнаружение и идентификация следов средств огнезащиты;
- определение степени термического повреждения строительных материалов и конструкций при установлении очага пожара;
- другие задачи, решение которых маловероятно при производстве судебной пожарно-технической экспертизы (исследование огнетушащих веществ и составов, пиротехнических составов).

К свойствам, характеризующим поведение веществ и материалов при нагревании, относятся фазовые переходы, температура стеклования полимерных материалов, температура плавления металлов, сплавов, полимерных материалов, температура начала термического разложения вещества (термостабильность) и возникновения пламенного горения, склонность вещества к самовозгоранию и тлению. Также методы термического анализа позволяют дифференцировать горючие и негорючие вещества и материалы, терморезистивные и термопластичные пластмассы [7, с. 251; 8, с. 4].

Наибольший интерес для органов следствия представляет информация о склонности объектов вещной обстановки к самовозгоранию. Обнаружение таких веществ и материалов в зоне первоначального возникновения горения позволяет исключить версию о причине возникновения пожара, связанной с умышленным занесением источника открытого огня (поджога), и соответственно, отказать в возбуждении уголовного дела, либо передать сообщение по подследственности.

Для возникновения и развития самовозгорания не требуется внешнего источника зажигания. Данный процесс связан с саморазогреванием веществ и материалов в результате протекания в них экзотермических реакций при относительно низких температурах окружающей среды [9, с. 64]. Основным условием возникновения горения при этом является аккумуляция тепла, когда скорость тепловыделения превышает скорость теплоотвода. В зависимости от процесса, вызывающего первоначальный разогрев вещества или материала традиционно выделяют тепловое, микробиологическое и химическое самовозгорание. В отдельных работах рассматривается физическое самовозгорание, как следствие тепловыделения при процессах сорбции [10, с. 285]. В отличие от химического самовозгорания, возникающего при контакте реагирующих веществ между собой, с водой, кислородом, входящим в состав воздуха, и иными окислителями, тепловое и микробиологическое самовозгорание развивается в объеме разрыхленного пористого материала, склонного к самоподдерживающему тлению.

В работах Е.Д. Андреевой [5, с. 29–30] и Л.В. Дашко [8, с. 111] на примерах термограмм хлоропренового каучука (наирита), табака и хлопчатобумажной ваты в качестве критерия, позволяющего определить склонность вещества или материала к тлению, относят наличие относительно слабого экзоэффекта в области 200 – 300 °С, сопровождаемого незначительной потерей массы образца.

В то же время авторы отмечают, что при анализе методом термического анализа не всегда можно выявить склонность вещества к тлению из-за очень малой навески и отсутствия условий для теплонакопления, а незначительный экзоэффект от возникшего тления бывает трудно выявить на фоне заканчивающегося эндоэффекта, обусловленного удалением физически связанной воды и дрейфа нулевой линии.

Таким образом, предложенная методика определения склонности веществ и материалов к тлению и, соответственно, к самовозгоранию является довольно сомнительной. Кроме того, наличие информации о склонности вещества к тлению, еще не дает основания для выводов о наличии причинно-следственной связи с возникновением пожара. Для возникновения горения в результате теплового или микробиологического самовозгорания необходимо соблюдение определенных условий, связанных с пористостью, компактностью укладки, объемом веществ и материалов, их влажностью, температурой окружающей среды. При этом к возникновению и развитию микробиологического самовозгорания склонны только материалы, которые могут служить питательной средой для микроорганизмов (сено, солома, силос, зерно, мука и др.) и имеют температуру самонагрева не выше 70-80 °С. Это связано с тем, что при температуре более 70–75 °С микроорганизмы гибнут, и выделение тепла резко сокращается [11, с. 74].

Идентификация веществ и материалов неизвестной природы, прежде всего волокон и пластмасс, основана на сравнении ТГ(ДТГ)- и ДТА(ДСК)-кривых анализируемого и эталонного образцов, анализе соответствующих эндо- и экзотермических эффектов, температур, при которых наблюдается изменение массы образцов, коксового и зольного остатков.

Например, в работе В. Филпа [12] доказано, что методом ДСК можно дифференцировать классы синтетических волокон, а в отдельных случаях выделить индивидуальные волокна. Э. Имс и Д. Бринкман [13] показали, что термический анализ применим для идентификации не только нативных пластмасс, но и подвергшихся разрушению в результате теплового воздействия. Свойства обугленных остатков полимерных материалов зачастую значительно отличаются от свойств исходного полимера. Кроме того, в расплавленном образце могут присутствовать включения полукокса и иных загрязняющих частиц, затрудняющих идентификацию материала методом ИК-Фурье спектроскопии. Авторы отмечают, что предложенная методика исследования позволяет различать полимерные материалы со значительной степенью термического повреждения (до 80% масс.). Однако, при столь значительной степени повреждения материала, когда процесс карбонизации практически завершен, и начинается тление коксового остатка, выявление характерных для определенного полимерного материала признаков на ТГ(ДТГ)- и ДТА(ДСК)-кривых становится труднорешаемой задачей. В связи с этим, для объективной идентификации пластмасс, изымаемых с мест происшествий, связанных с пожарами, и представляющими интерес для следствия, целесообразно производить их отбор для последующего исследования в зонах с наименьшим тепловым воздействием (на полу, под мебелью и т.д.).

Необходимость установления экспертом факта огнезащитной обработки конструкций из древесины, тканей, ковровых покрытий может возникнуть как до возникновения пожара, так и после пожара, когда в распоряжение эксперта нередко предоставляются лишь их обугленные остатки [14, с. 61].

Для выявления антипиренов на поверхности либо в составе материала, не подвергавшемуся тепловому воздействию, в соответствии с ГОСТ¹ проводят термический анализ в атмосфере воздуха самого объекта исследования и соответствующего эталонного образца с последующим сравнением их термограмм. Методика определения антипиренов в обгоревших остатках материалов методом термического анализа на сегодняшний день отсутствует. Эта задача решается установлением повышенного содержания элементов, характерных для огнезащитных составов (фосфор, бор, хлор и др.), методами атомной спектроскопии и сканирующей электронной микроскопией, совмещенной с микроанализатором элементного состава, или ИК-спектроскопией [14, с. 61; 5, с. 32; 8, с. 112]. Тем не менее, общая потеря массы антипирированной древесины при 555 °С примерно в 1,5 раза меньше, чем у исходной древесины [5, с. 34], что позволяет предположить о возможности установления методом термического анализа факта ее огнезащитной обработки.

Одной из приоритетных задач, решаемых методом термического анализа, является определение степени термического повреждения строительных материалов и конструкций с целью установления очага пожара и признаков направленности распространения горения.

Исследованию могут подвергаться образцы, изъятые на месте пожара с поверхности как неорганических материалов, изготовленных безобжиговым методом, так и органического происхождения (древесина, пластмассы и др.).

Основным параметром, характеризующим степень их термического повреждения, является потеря массы образца в процессе испытания. Для неорганических материалов на основе цемента этот процесс обусловлен испарением воды, дегидратацией гидросульфоалюмината, гидроалюмината, гидроферрита, гидросиликата и гидрооксида кальция, разложением карбоната кальция [15, с. 438], для материалов на основе древесины и полимеров – испарением воды (при ее наличии), термической и термоокислительной деструкцией органической составляющей, разложением иных компонентов, входящих в состав пластмасс. В результате удаления термолабильных компонентов из материалов во время пожара потеря массы при исследовании образцов с большей степенью термического повреждения, и, соответственно изъятых ближе к очагу, будет равномерно снижаться. Анализ завершенности стадий процессов разложения материалов позволяет получить дополнительную информацию о температуре их нагрева.

Одной из возможных областей применения СТА может быть обнаружение и идентификация на предметах-носителях следов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, нередко используемых в качестве инициаторов горения при

¹ГОСТ Р 53293-2009. Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа : дата введения 2009-02-18. М. : Стандартинформ, 2011. 24 с.

поджогах. Известно, что при проведении экстракции и дальнейшем упаривании полученных растворов неизбежно теряется часть анализируемых веществ. В дальнейшем это затрудняет обнаружение и идентификацию инициаторов горения методами хроматографии, ИК- и флуоресцентной спектроскопии.

В работе Дж.-Д. Лю и Ч. Биан [16] предпринимались попытки определения следов интенсификаторов горения на объектах-носителях методом термического анализа. Для проведения исследования исходные образцы полиэтилена, полиэтилентерефталата, древесины и хлопчатобумажной ткани, а также обработанные бензином и дизельным топливом, сжигались, а их обугленные остатки подвергались ТГА в потоке азота. В результате исследования было установлено, что применение интенсификаторов горения практически не влияют на вид ТГ(ДТГ)-кривых и температуры, характерные для начала интенсивного термического разложения образцов. Очевидно, что поднятая авторами проблема является достаточно актуальной, но для проведения анализа целесообразно использование более информативного метода СТА. Кроме того, аналитические возможности СТА в значительной мере могут быть увеличены путем совмещения приборов с ИК-Фурье спектрометрами, масс-спектрометрами и хроматографами [17, с. 74]. СТА позволяет проводить нагрев объекта-носителя в потоке инертного газа или воздуха, с последующим исследованием состава паров углеводородов современными аналитическими методами.

Таким образом, в результате анализа практики применения термического анализа в судебно-экспертном исследовании объектов, изымаемых с мест происшествий, связанных с пожаром, установлено, что существующие методики исследования требуют определенной доработки. Методы термического анализа, совмещенные с ИК-спектроскопией, масс-спектрометрией либо хроматографией позволяют получить большой объем криминалистически значимой информации, в том числе определить наличие следов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, применяемых в качестве интенсификаторов горения при поджогах.

Список использованной литературы

1. Плотникова Г.В. Ошибки и недостатки при осмотре места пожара / Г.В. Плотникова, А.Г. Уланов // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра. – 2018. – № 4. – С. 146–149.
2. Кривых Н.Н. Особенности использования специальных знаний об инициаторах горения при расследовании преступлений, связанных с поджогами : автореф. дисс. ... канд. юрид. наук : 12.00.09 / Н.Н. Кривых. – Волгоград, 2007. – 29 с.
3. Россинская Е.Р. Настольная книга судьи: судебная экспертиза / Е.Р. Россинская, Е.И. Галяшина. – Москва : Проспект, 2010. – 464 с.
4. Плотникова Г.В. Применение термоаналитических методов анализа при пожарно-технических исследованиях неорганических строительных материалов / Г.В. Плотникова, Л.В. Дашко, В.Ю. Ключников // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. – 2011. – № 1. – С. 69–79.

5. Применение термического анализа при исследовании и экспертизе пожаров : метод. рекомендации / Е.Д. Андреева, М.Ю. Принцева, С.А. Кондратьев [и др.]. – Москва : ВНИИПО, 2013. – 59 с.
6. Форман Д. Исследование чувствительности методов термического анализа к стеклованию / Д. Форман, С.Р. Зауэрбрюнн, С.Л. Маркоцци // Пластические массы. – 2010. – № 2. – С. 7–13.
7. Дашко Л.В. Применение метода термического анализа в экспертной деятельности / Л.В. Дашко, Г.В. Плотникова // Деятельность правоохранительных органов в современных условиях : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф., Иркутск, 29-30 мая 2014 г. – Иркутск, 2014. – С. 248–251.
8. Дашко Л.В. Экспертное исследование наиболее распространенных объектов пожарно-технической экспертизы с применением метода термического анализа : учеб. пособие / Л.В. Дашко, В.Ю. Ключников. – Москва : ЭКЦ МВД России, 2016. – 128 с.
9. Статистические данные о пожарах вследствие самовозгорания веществ и материалов / Л.П. Вогман, В.И. Сибирко, А.В. Хрюкин [и др.] // Хлебопродукты. – 2014. – № 10. – С. 64–65.
10. Троценко А.А. Некоторые аспекты химизма самовозгорания и самовоспламенения / А.А. Троценко // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2016. – № 1 (7). – С. 284–288.
11. Таубкин И.С. Микробиологическое самовозгорание как причина пожаров: методические рекомендации для следователей и экспертов / И.С. Таубкин // Теория и практика судебной экспертизы. – 2016. – № 4 (44). – С. 73–85.
12. Philp W. The Use of Differential Scanning Calorimetry in the Identification of Synthetic Fibers / W. Philp // Journal of Forensic Sciences. – 1972. – Vol. 17, iss. 1. – P. 132–140.
13. Ihms E. Thermogravimetric Analysis as a Polymer Identification Technique in Forensic Applications / E. Ihms, D.W. Brinkman // Journal of Forensic Sciences. – 2004. – Vol. 49, iss. 3. – P. 505–510.
14. Принцева М.Ю. Комплексный подход к экспертному исследованию антипирированной древесины и ее обгоревших остатков / М.Ю. Принцева, И.Д. Чешко // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2017. – № 1 (41). – С. 60–65.
15. Durability of sustainable concrete subjected to elevated temperature – A review / S.A.Memon, S.F.A. Shah, R.A. Khushnood [et al.] // Construction and Building Materials. – 2019. – Vol. 199, N 2. – P. 435–455.
16. Liu J.-D. Thermogravimetric Analysis of Arson Evidence / J.-D. Liu, C. Bian // Procedia Engineering. – 2018. – Vol. 211. – P. 456–462.
17. Горюнов В.А. Возможности применения прибора синхронного термического анализа STA 449 F5 JUPITER, совмещенного с ИК Фурье-спектрометром TENSOR 27, для анализа процесса термоокисления полимерных композиционных материалов / В.А. Горюнов, В.А. Чуйков, Е.А. Воробьев // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2017. – № 1 (22). – С. 72-76.

References

1. Plotnikova G.V., Ulanov A.G. Flaws and Weaknesses when Inspecting the Fire Scene. *Kriminalistika: vchera, segodnya, zavtra = Criminalistics: Yesterday, Today, Tomorrow*, 2018, no. 4, pp. 146–149. (In Russian).
2. Krivykh N.N. *Osobennosti ispol'zovaniya spetsial'nykh znaniy ob initsiatorakh goreniya pri rassledovanii prestuplenii, svyazannykh s podzhogami. Avtoref. Kand. Diss.* [Specific features of using expert knowledge on the initiators of burning in the investigation of crimes involving arson. Cand. Diss. Thesis]. Volgograd, 2007. 29 p.
3. Rossinskaya E.R., Galyashina E.I. *Nastol'naya kniga sud'i: sudebnaya ekspertiza* [Reference Book of the Judge: Forensic Examination]. Moscow, Prospekt Publ., 2010. 464 p.
4. Plotnikova G.V., Dashko L.V., Kljuchnikov V. Ju. Application of Thermo-analytical Methods of the Analysis at Fire-Technical Researches of Inorganic Building Materials. *Vestnik Vostochno-Sibirskogo instituta MVD Rossii = Vestnik of the Eastern Siberia Institute of the Ministry of the Interior of the Russian Federation*, 2011, no. 1, pp. 69–79. (In Russian).
5. Andreeva E.D., Printseva M.Yu., Kondratev S.A., Cheshko I.D. *Primenenie termicheskogo analiza pri issledovanii i ekspertize pozharov* [The Use of Thermal Analysis in the Investigation and Examination of Fires]. Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection Publ., 2013. 59 p.
6. Forman D., Zauerbryunn S.R., Markotsti S.L. Exploring the Sensitivity of Thermal Analysis Techniques to the Glass. *Plasticheskie Massy*, 2010, no. 2, pp. 7–13. (In Russian).
7. Dashko L.V., Plotnikova G.V. Using the method of thermal analysis in expert work. *Deyatel'nost' pravookhranitel'nykh organov v sovremennykh usloviyakh. Materialy XIX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Irkutsk, 29–30 maya 2014 g.* [The work of law enforcement bodies in modern conditions. Materials of the XIX International Scientific and Practical Conference, Irkutsk, May, 29–30, 2014]. Irkutsk, 2014, pp. 248–251. (In Russian).
8. Dashko L.V., Klyuchnikov V.Yu. *Ekspertnoe issledovanie naibolee rasprostranennykh ob'ektov pozharo-tekhnicheskoi ekspertizy s primeneniem metoda termicheskogo analiza* [Expert Study of the Most Common Objects of Fire-Technical Expertise using the Method of Thermal Analysis]. Moscow, Expert Criminalistic Center of the Ministry of Internal Affairs Publ., 2016. 128 p.
9. Vogman L.P., Cibirko V.I., Khryukin A.V., Senchikhin V.I. Statistical Data on Fires due to Spontaneous Combustion Substances and Materials. *Khleboprodukty = Bread Products*, 2014, no. 10, pp. 64–65. (In Russian).
10. Trotsenko A.A. Some Aspects of the Chemistry of Fire and Ignition. *Sovremennye tekhnologii obespecheniya grazhdanskoi oborony i likvidatsii posledstviy chrezvychainykh situatsii. Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii* [Modern Technologies Ensure Civil Defence and Elimination of Consequences of Emergency Situations. Materials of All-Russian Research Conference]. Voronezh, 2016, no. 1 (7), pp. 284–288. (In Russian).

11. Taubkin I.S. Microbiological Self-Ignition as a Cause of Fire: Guidelines for Investigators and Forensic Examiners. *Teoriya i praktika sudebnoi ekspertizy = Theory and Practice of Forensic Investigation*, 2016, no. 4 (44), pp. 73–85. (In Russian).
12. Philp W. The Use of Differential Scanning Calorimetry in the Identification of Synthetic Fibers. *Journal of Forensic Sciences*, 1972, vol. 17, iss. 1, pp. 132–140.
13. Ihms E., Brinkman D.W. Thermogravimetric Analysis as a Polymer Identification Technique in Forensic Applications. *Journal of Forensic Sciences*, 2004, vol. 49, iss. 3, pp. 505–510.
14. Printseva M.Yu., Cheshko I.D. An Integrated Approach to Expert Studies Wood, Processed Flame Retardant and its Charred Remains. *Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere = Problems of Technosphere Risk Management*, 2017, no. 1 (41), pp. 60–65. (In Russian).
15. Memon S.A., Shah S.F.A., Khushnood R.A., Baloch W.L. Durability of Sustainable Concrete Subjected to Elevated Temperature – A Review. *Construction and Building Materials*, 2019, vol. 199, no. 2, pp. 435–455.
16. Liu J.-D., Bian C. Thermogravimetric Analysis of Arson Evidence. *Procedia Engineering*, 2018, vol. 211, pp. 456–462.
17. Goryunov V.A., Chuikov A.M., Vorobyev E.A. Possible Applications of the Device Simultaneous Thermal Analysis STA 449 F5 JUPITER, Combined with a Fourier Transform Infrared Spectrometer TENSOR 27 for the Analysis of the Thermal Oxidation of Polymer Composite Materials. *Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii = Bulletin of the Voronezh Institute of the State Fire Service of the Emergencies Ministry of Russia*, 2017, no. 1 (22), pp. 72–76. (In Russian).

Информация об авторах

Шеков Анатолий Александрович – кандидат химических наук, доцент кафедры пожарно-технической экспертизы, Восточно-Сибирский институт МВД России, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 110; e-mail: shek@inbox.ru

Зырянов Вадим Семенович – кандидат технических наук, начальник кафедры пожарно-технической экспертизы, Восточно-Сибирский институт МВД России, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 110; e-mail: zyrvadim@mail.ru

Кузнецов Константин Леонидович – кандидат химических наук, начальник ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение ФПС «Испытательная пожарная лаборатория» по Иркутской области», 664007, г. Иркутск, ул. Култукская, 10; e-mail: kuznets84@inbox.ru

Information about the authors

Shekov, Anatoly A. – Ph.D. in Chemistry, Ass. Professor, Chair of Fire Technical Examination, East-Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Lermontova st., 110, Irkutsk, 664074, the Russian Federation; e-mail: shek@inbox.ru

Zyryanov, Vadim S. – Ph.D. in Technical Sciences, Head, Chair of Fire Technical Examination, East-Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Lermontova st., 110, Irkutsk, 664074, the Russian Federation; e-mail: zyrvadim@mail.ru

Kuznetsov, Konstantin L. – Ph.D. in Chemistry, Head, Federal State Budgetary Institution “Forensic Expert Institution of the Federal Fire Service “Test Fire Laboratory” in Irkutsk Region”, Kultuuskaya st., 10, Irkutsk, 664007, the Russian Federation; e-mail: kuznets84@inbox.ru