Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Юридический институт
Кафедра «Уголовного процесса криминалистики и судебной экспертизы»

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ ПО ДЕЛАМ О ПОЖАРАХ

ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» – 40.05.03. 2015. 535 ВКР

Руководитель работы
доцент кафедры
_____ Александр Николаевич Войтюк
_____2020 г.

Автор работы,
студент группы Ю–535
_____ Дарья Павловна Окунева
_____2020 г.

Нормоконтролер,
канд.юрид.наук., доцент кафедры,
_____ Юлия Аскаровна Морозова
_____ 2020 г.

Челябинск
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ……..	3
1	ПОНЯТИЕ И ЗАДАЧИ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ	5
2	МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЧАГА И ПРИЧИНЫ ПОЖАРА	10
2.1	Исследование железобетонных конструкций	13
2.2	Определение условий теплового воздействия на металлы и стальные холоднодеформированные конструкции…….	22
2.3	Установление термических повреждений на обугленных остатках древесины …….	34
3	МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЧИНЫ ПОЖАРА	
3.1	Обнаружение и установление следов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (ЛВЖ и ГЖ) в вещественных доказательствах, изымаемых с места пожара……..	
3.2	Способы исследования проводников…….	51
3.3	Рассмотрение других электротехнических объектов, причастных к пожару……	62
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ……	72
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК…….	77

ВВЕДЕНИЕ

В процессе уголовного, гражданского или арбитражного судопроизводства по делам, относящимся к пожарам, необходимо установить его механизм, причину, условия, содействовавшие его развитию.

Восстановить обстановку, которая была до пожара, весьма трудно. Связано это со многими причинами. Под действием нагрева и горения, а также воздействия струй воды во время ликвидации пожара, в конструкциях происходят изменения, нарушается их механическая прочность. Кроме того, во время спасения людей и тушения огня происходят вскрытия конструкций и перемещение предметов. Разумеется, следователю или суду для решения таких проблем нужна помощь сведущих лиц в сфере изучения пожаров. Оказание такой помощи проводится в виде судебных пожарно-технических экспертиз.

Охват объектов пожарно-технической экспертизы весомый, потому как пожару могут быть подвергнуты любые сгораемые предметы и конструкции. Имеется много методов изучения пожара, причин его возникновения, предметов, найденных после тушения. Такие предметы могут быть изготовлены из разнообразных материалов, таких как металл, сплав, древесина, а также полимеров и строительных материалов.

Экспертиза по делам о пожарах требует большой затраты труда и ловкости, потому как чаще всего объекты ее исследования нельзя поместить под микроскоп или изучать на лабораторном столе. Размеры объектов исследования могут доходить до десятка тысяч квадратных метров, являясь всей зоной пожара. И каждый отдельный предмет в черте этой зоны был подвергнут воздействию огня. Именно поэтому, злоумышленники расценивают поджог лучшим средством скрыть следы своего преступления.

Каждый год на территории России фиксируется около 140 000–150 000 возгораний. По этой причине изучение данной темы очень актуально.

Место пожара является особым объект изучения. При его исследовании специалист может обнаружить сведения, позволяющие установить род некоторых предметов, следы сгоревших веществ и характер термических поражений материалов и конструкций. Причину пожара и место его возникновения можно определить, выяснив свойства материалов и их обгоревших остатков.

В данной работе мы проанализируем возможность современных инструментальных методов, которыми пользуются при исследовании места пожара и применяют к объектам, изъятым с места пожара для исследования.

Любому специалисту, будь то пожарно-технический эксперт, физик, химик, специалист по волокнам, металловед, не обойтись без знаний о процессах, возникающих во время пожаре, процессах, происходящих при горении с веществами различной природы, и следствием этих процессов – изменением структуры и свойств веществ; сведения о взаимосвязи структуры обугленных остатков с условиями горения.

На данный момент «экспертиза пожаров – это комплекс специальных познаний, необходимых для исследования места пожара, отдельных конструкций, материалов, изделий и их обгоревших остатков с целью получения информации, необходимой для установления очага пожара, его причины, путей распространения горения, установления природы обгоревших остатков, а также решения некоторых других задач, возникающих в ходе исследования и расследования пожара»[1].

Цель выпускной квалификационной работы состоит в исследовании способов выявления причин пожара, условий и механизма его возникновения, а также в исследовании вещественных доказательств, находящихся в зоне горения и изымаемых с места пожара.

Задачами выпускной квалификационной работы выступают:

[1] Чешко И.Д. Расследование и экспертиза пожаров. М., 2017. С. 15.

– рассмотрение объекта, предмета и задач пожарно-технической экспертизы, вопросов, ставящихся на разрешение пожарно-технического эксперта;

– изучение инструментальных методов, позволяющих определить очаг пожара и его причины;

– ознакомление с методами исследования вещественных доказательств с целью установления причины пожара.

Объектом выпускной квалификационной работы выступает пожарно-техническая экспертиза.

Предметом выпускной квалификационной работы выступают инструментальные методы исследования вещественных доказательств, которые используют при расследовании дел, связанных с пожарами.

Теоретическая основа. В научной литературе проблемы исследования инструментальными методами вещественных доказательств по делам о пожарах рассматривались в исследованиях И.Д. Чешко, Соколовой, А. Н., Шульгина, С.О. Л.В. Дашко и других авторов.

Нормативную и эмпирическую основу выпускной квалификационной работы составляют Федеральные законы, ГОСТы.

Структура выпускной квалификационной работы определена характером исследуемых в ней вопросов. Работа состоит из введения, трех глав, шести параграфов, заключения и библиографического списка.

1 ПОНЯТИЕ И ЗАДАЧИ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

«Пожарно-техническая экспертиза – это исследование поврежденного пожаром объекта с целью выявления причины и места возникновения пожара, способствовавших этому условий и действий людей, составление по данным этого исследования экспертного заключения для использования последнего в судопроизводстве»[1].

К предмету данной экспертизы относятся сведения о месте и причинах возникновения и распространения пожара, которые определяются с помощью исследования следов пожара и установления обстоятельств его возникновения и развития, которые могут быть запечатлены на фото- или видеоизображениях, переданы очевидцами.

В свою очередь к предмету экспертизы относятся сведения об объекте пожара до воздействия на него силы огня и о пожароопасных свойствах веществ и материалов деталей, из которых он (объект) изготовлен. Предметом экспертизы является и информация о требованиях по обеспечению пожарной безопасности на объекте пожара.

К объекту пожарно-технической экспертизы относят предметы или конструкции, которые подверглись воздействию пожара и видоизменились из-за термического воздействия. Такими объектами могут быть: строения различного назначении; хранилища материалов, различных предметов; конструкции; машины; леса, сельскохозяйственные угодья; люди и животные, пострадавшие от пожара.

Задачами пожарно-технической экспертизы являются установление:

– очага пожара, то есть места зарождения горения;

– причины возникновения пожара, первоначально возгоревшегося вещества или материала;

---

[1] Пожарно-техническая экспертиза Официальный сайт Российского федерального центра судебной экспертизы при Министерстве юстиции РФ. URL: http://www.sudexpert.ru.

– путей распространения пожара, при этом стоит учитывать размещение первоначально воспламенившегося предмета и окружающих его предметов, пожароопасных свойств веществ и материалов, из которых эти предметы выполнены и много других факторов;

– длительности протекания пожара;

–причастности к возгоранию аварийных режимов в работе электросетей, аппаратов, установочных изделий;

– причастности к возгоранию устройств и агрегатов, использующих в своей работе открытое пламя или сильно разогретые газы, металлы и пр.;

– организационно-технических причин, вызвавших возникновение пожара, действий (либо бездействия) людей, находящихся в причинной связи с возникновением пожара, создание условий для его быстрого либо чрезмерного распространения, затруднение (либо невозможностью) тушения пожара, эвакуация людей из опасной зоны;

– наличия либо отсутствия в действиях людей отступлений от требований по обеспечению пожарной безопасности, находящихся в связи с организационно-технической причиной возникновения пожара[1].

Чтобы решить все эти задачи необходимо учесть особенности физических и химических процессов, происходящих во время пожара, поэтому эксперт-пожаротехник применяет в своей работе знания из области физики, механики, оптики, химии, математики, логики.

В целях определения организационно-технической причины пожара изучается нормативная документация по пожарной безопасности, которая определяет деятельность людей при выполнении их работы, а также при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий, сооружений и технологического оборудования. Все вышеперечисленное требует знаний в области инженерии, в том числе строительства и техники безопасности.

[1] Пожарно-техническая экспертиза Официальный сайт Российского федерального центра судебной экспертизы при Министерстве юстиции РФ. URL: http://www.sudexpert.ru.

Также необходимо учитывать, что в результате серьезных повреждений или полного уничтожения значительной части объекта в ходе пожара, перемещений частей объекта из исходного (до пожара) положения, сведения, которые предоставляются эксперту, могут быть неполными. Немного восполнить информацию эксперту помогает опыт расследования подобных пожаров аналогичных объектов и специальные познания.

Очередная весомая особенность пожарно-технической экспертизы – это ситуационных характер исследований. Эксперт исследует и восстанавливает по уцелевшим признакам состояние объекта до его повреждения, воссоздает ситуацию, которая вызвала возникновение пожара. Иными словами эксперт анализирует течение ситуации во времени и пространстве, устанавливает особенности и причины возникновения горения.

Как правило, на разрешение пожарно-технического эксперта ставятся следующие вопросы:

– Где находился очаг пожара (в каком месте началось возгорание)?

– Какими путями распространялся пожар?

– Какова длительность пожара с учетом полученных объектов, термических повреждений и пожароопасных свойств материалов, из которых он изготовлен?

– Какова техническая причина пожара[1]?

В ситуациях, когда у следствия или суда появляются основания полагать, что причиной пожара могли служить несколько установленных ими в ходе следствия конкретных потенциальных источников возгорания (заведомо пожароопасных), ставятся белее четкие вопросы:

– Могло ли возгорание объекта произойти из-за тепловых проявлений аварийного режима работы электросети, имевшейся на объекте пожара? Если да, то в каком месте электросети и по какой причине этот аварийный режим возник?

---

[1] Пожарно-техническая экспертиза Официальный сайт Российского федерального центра судебной экспертизы при Министерстве юстиции РФ. URL: http://www.sudexpert.ru.

– Могло ли возгорание произойти из-за чрезмерного нагрева строительных конструкций строения деталями отопительного устройства (печи, обогревателя)?

– Могло ли возгорание объекта произойти из-за внесения открытого огня извне объекта? Каким способом это могло быть сделано? Имеются ли признаки применения при организации возгорания горючих или легковоспламеняющихся жидкостей или других интенсивно горящих веществ или материалов[1]?

Как правило, эти вопросы связаны с поджогами, однако при постановке вопросов эксперту такой термин применять не следует, поскольку в компетенцию эксперта не входит установление умысла в действиях людей.

Обычно, объекты пожарно-технической экспертизы – это жилые дома, склады, объекты транспорта, общественные и производственные здания.

Для производства пожарно-технической экспертизы необходимы документы, дающие информацию о произошедшем пожаре, такие как:

– акт пожара (он устанавливает факт пожара, его место и время);

– опросы очевидцев пожара, протоколы осмотров места пожара, фототаблицы и схемы с места пожара;

– дополнительные сведения о пожаре, оформленные в виде протоколов осмотров и фототаблиц к ним, допросов;

– полученная в установленном порядке, техническая документация на объект пожара, на электрооборудование, имевшееся на нем, отопительные устройства, применяемые материалы;

– справки о погодных условиях в день пожара[2].

Большинство исследований осуществляется для выявления места и причины возникновения пожара, для этого устанавливается первоначально загоревшийся материал и причины его возгорания.

---

[1] Пожарно-техническая экспертиза Официальный сайт Российского федерального центра судебной экспертизы при Министерстве юстиции РФ. URL: http://www.sudexpert.ru.

[2] Пожарно-техническая экспертиза Официальный сайт Российского федерального центра судебной экспертизы при Министерстве юстиции РФ. URL: http://www.sudexpert.ru.

Исследование проводится по следующим этапам:

– выявление и фиксация термических повреждений в различных частях поврежденного пожаром объекта;

– исследование конструкций и состояния объекта до пожара с целью выявления пожароопасных свойств материалов, из которых изготовлены его элементы;

– установление длительности горения на различных частях объекта;

– выявление путей распространения огня в ходе пожара, длительности горения на различных частях объекта, очага пожара;

– исследование конструкции и состояния объекта до пожара для выявления в нем потенциальных источников зажигания;

– выдвижение версий об источнике зажигания и первоначально загоревшемся материале либо веществе;

– анализ, выдвинутых версий, формирование вывода о технической причине возникновения пожара.

Рассмотрев основные моменты, касающиеся проведения судебной пожарно-технической экспертизы, мы перейдем к более детальному изучению причин пожара и методов исследования вещественных доказательств с мест пожара.

2 МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЧАГА И ПРИЧИНЫ ПОЖАРА

2.1 Исследование железобетонных конструкций

Искусственные неорганические конструкционные и отделочные строительные материалы изготавливаются, как правило, обжиговым и безобжиговым методами.

Материалы, которые получены первым способом (красный кирпич, строительная керамика, стеклоблоки и т.п.), как правило, не исследуются при поисках очага пожара, поскольку в процессе изготовления они подвергались высокотемпературному нагреву, превышающему характерные для пожара температуры. Но материалы, изготовленные вторым способом, могут служить при достижении указанной цели важным источником информации.

Чтобы изготовить материал безобжиговым методом для него необходимо связующее вещество. Существует три основных связующих – цемент, известь, гипс или их сочетание. Благодаря этим связующим можно изготовить бетонные и железобетонные конструкции, разнообразные виды штукатурок, силикатный кирпич, кладочный раствор, гипсовые перегородки, отделочные и звукоизолирующие плиты. При нагревании во время пожара в них происходят постепенные изменения структуры, компонентного состава, свойств.

Ниже разберем возможности фиксации таких изменений с помощью ультразвукового метода.

Ультразвуковой метод рассчитан на обнаружение скрытых очаговых признаков пожара по степени разрушения поверхностного слоя бетонных, железобетонных, гранитных и мраморных строительных конструкций.

Ультразвуковой метод построен на зависимости скорости распространения поверхностных ультразвуковых волн от длительности и температуры нагрева конструкций при пожаре. Иными словами, чем больше

зона разрушений поверхностного слоя, тем меньшая скорость прохождения УЗ-волн[1].

Наибольшие термические повреждения обнаруживаются на железобетоне, проявляется это отслоением защитного слоя и интенсивным растрескиванием. На участках, наиболее подвергшимся термическим воздействиям на протяжении длительного времени, наблюдаются глубокие повреждения бетонных и железобетонных элементов, а также их деформация. Это особенно свойственно железобетонным перекрытиям.

В местах с наибольшим воздействием тепла, штукатурка светлеет, покрывается трещинами и отслаивается. Такие признаки следует документально фиксировать. Не менее важно составить план с местом пожара, где указаны зоны локальных разрушений.

Однако нужно учесть и то, что растрескивание бетона и существенные обрушения штукатурки могут появиться вследствие тушения пожара, во время подачи воды из стволов на раскаленную конструкцию. При дальнейшем результате осмотра такая информация обязательно должна учитываться.

Для инструментального исследования отбираются пробы с бетонных и железобетонных конструкций потолка, стен, пола, даже сами конструкции; пробы с поверхностей, покрытых слоем штукатурки, стен и других элементов из силикатного кирпича, и всех конструктивных элементов из материалов на основе гипса.

В том случае, когда стена или перегородка в здании выложена из красного или огнеупорного кирпича, на ней не сложно обнаружить зоны термических поражений, отбирая пробы цементного камня, образовавшегося из кладочного раствора (связующего) между кирпичами. Бетонные и железобетонные конструкции изучаются сразу на месте пожара с использованием ультразвукового метода, о нем мы и поговорим подробно.

---

[1] Левин В.А., Зернов С.И. Пожарно-техническая экспертиза. М., 2017. С. 147.

Ультразвуковая методика обнаружения участков термических поражений опирается на измерение скорости прохождения ультразвукового импульса в разных зонах бетонных и железобетонных конструкций, находящихся на месте пожара. Существует два вида ультразвуковых волн: продольные и поверхностные. Как известно, поверхностные УЗ-волны фиксируют прохождения в слое бетона более результативно. Глубина их локализации в бетоне составляет 25–30 мм при рабочей частоте 90 МГц, это дает возможность проводить зондирование поверхностного слоя, который был более подвержен тепловому воздействию пожара.

Разрушение бетона под давлением температуры, образование в его массе микротрещин ведет к постепенному уменьшению скорости УЗ-импульса с увеличением температуры и длительности нагрева. От марки бетона или вида заполнителя зависит снижение скорости и ее абсолютные значения при разных значениях температуры, хотя тенденция снижения одинаковая.

Наличие корреляции скорости прохождения поверхностной УЗ-волны в бетоне с температурой и длительностью нагрева позволяет считать скорость критерием степени термического поражения бетонных и железобетонных конструкций на месте пожара. Из этого следует, что измеряя скорость прохождения УЗ-волн на разных участках конструкции, мы сможем обнаружить зоны термического поражения этих конструкций[1].

Прозвучивание конструкций проводится с помощью ультразвукового прибора «Ультратерм (далее по тексту прибор) (рисунок 2.1).

В своей работе Л.В. Дашко отметил: «Прибор предназначен для определения степени термического повреждения изделий из бетона и железобетона для обнаружения «скрытых» очаговых признаков пожара

[1] Федотов А,И., Ливчиков А,П., Ульянов Л.Н. Пожарно-техническая экспертиза. М.: Стройиздат, 1986. С. 120.

опираясь на измерения времени распространения ультразвука (УЗ) на выявленной базе прозвучивания»[1].

Прибор состоит из электронного блока с отсеком батарей, в котором устанавливаются четыре элемента питания напряжением 1,5 В, излучающего и приемного преобразователей, а также вспомогательных приспособлений. На передней панели электронного блока расположено цифровое табло. На боковой плоскости электронного блока расположен микропереключатель, предназначенный для включения/выключения прибора. На задней стенке электронного блока расположены разъемы для подключения соответствующих преобразователей.

Прибор измеряет время прохождения УЗ колебаний сквозь исследуемый участок материала объекта. Его работа построена на измерении временного интервала между моментом излучения УЗ-импульса в изучаемый объект и момент приема УЗ-импульса. Такое измерение возможно и при сквозном, и при поверхностном прозвучивании.

Работа с плоским преобразователем осуществляется в том случае, если необходимо провести сквозное прозвучивание бетонных и железобетонных конструкций для определения степени термических поражений последних. При этом необходим двухсторонний доступ к объекту исследования. Необходимо помнить, что объекты исследования должны быть однотипными и иметь одинаковую толщину в направлении прозвучивания. В противном случае полученные данные не будут соответствовать степени термического поражения. На практике в подавляющем большинстве случаев в качестве таких объектов выступают несущие колонны зданий и сооружений.

Чтобы исключить влияние воздушного зазора на результаты измерений перед началом исследования на рабочую поверхность преобразователей или на исследуемые участки изделия следует нанести тонкий слой контактной смазки (технический вазелин, тавот, солидол и т.п.). Необходимо стремиться

[1] Дашко Л.В. «Сириус» Техническое описание. Экспертно-криминалистический центр Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2017. С. 15.

к тому, чтобы рабочие поверхности были расположены строго напротив друг друга.

Прибор повесить на шею, взять в одну руку приемный преобразователь, в другую – излучающий. Прижать рабочие поверхности преобразователей к поверхности исследуемого участка изделия. Совершить несколько вращений преобразователей около оси корпуса на 30–40°, притерев таким образом поверхности преобразователей и контролируемого участка друг к другу. Усилие нажатия преобразователей к объекту должно составлять 3–4 кг. При этом необходимо выдерживать одинаковое усилие при проведении измерений в пределах партии однотипных объектов исследования.

Считывание результатов измерения времени прохождения УЗ-импульса через исследуемый объект проводить при неподвижных преобразователях после работы прибора в таком состоянии не менее 10 с.

После выполнения всех необходимых измерений контактная смазка удаляется с поверхности ультразвуковых преобразователей.

Разберем порядок работы прибора с коническими преобразователями. Для начала необходимо определиться, какие конструкции выступают в качестве объектов исследования. В том случае, если к объекту можно дотянуться рукой, преобразователи, установленные на рукоятке для проведения поверхностного прозвучивания (РПП) должны быть соединены с прибором короткими кабелями. Поместить прибор для поверхностного прозвучивания на контролируемый участок образца или изделия и придавить к контролируемому изделию. Усилие прижатия РПП должно составлять 3 – 4 кг. При этом необходимо выдерживать одинаковое усилие при проведении измерений в пределах партии однотипных объектов исследования. Считывание результатов измерения времени прохождения УЗ-импульса

через исследуемый объект проводить при неподвижных преобразователях после работы прибора в таком состоянии не менее 10 с[1].

В том случае, если к объекту невозможно дотянуться рукой, необходимо использовать дистанционную штангу. При этом преобразователи, установленные на РПП, должны быть соединены с прибором длинными кабелями. Собрать столько колен штанги, сколько необходимо для нормального доступа к объекту исследования. Оставшийся кабель свернуть «в кольцо» непосредственно рядом с прибором. Измерения проводить так же, как и для случая, когда РПП находится в руке.

И.Д. Чешко отмечал, что: «В точках прозвучивания поверхность конструкции зачищается от остатков штукатурки, шпатлевки и других наслоений для создания хорошего акустического контакта. Известно, что на результаты прозвучивания может оказывать влияние армирование бетона. Если направление распространения УЗ-волны и направление арматурного стержня совпадают, то скорость волны получается завышенной»[2].

«Если же направление прозвучивания перпендикулярно к арматуре, то арматура не влияет на результаты измерений. Поэтому в намеченной точке конструкцию необходимо прозвучиватъ при двух взаимно перпендикулярных положениях шаблона с концентраторами и из полученных данных выбирать наибольшие значения времени прохождения УЗ-импулъсов. Необходимо также учитывать наличие и направление стыков между плитами и панелями»[3].

В том случае, если прозвучиванию подвергаются вертикальные элементы конструкции (стены, колонны и т.д.), точки измерений желательно выбирать на одной высоте, прозвучивая стены по всему периметру помещения с шагом в 0,5–2 м (исходя из размеров помещения).

---

[1] Дашко Л.В. «Сириус» Техническое описание. С. 17.
[2] Чешко И.Д. Расследование и экспертиза пожаров. С. 312.
[3] Дашко Л.В. «Сириус» Техническое описание. С. 20.

При необходимости дальнейшего исследования отбирают пробы бетона с целью определения остаточного содержания летучих веществ. Для этого намечают (и отмечают на плане) точки отбора проб, в том числе и в зонах сильного разрушения бетона, где УЗ-исследование невозможно. Поверхность бетона очищают от копоти и грязи, затем молотком в каждой из намеченных точек откалывают кусочек поверхностного (не более 3–5 мм вглубь) слоя бетона, массой от 1 до 10 грамм.

Для выявления зон термических поражений бетона и железобетона на вертикальных конструкциях, целесообразно отбирать пробы на одной высоте. В противном случае, при анализе результатов придется учитывать температурное зонирование по высоте помещения. Аналогичным образом отбирают пробы других материалов на основе цемента и извести.

Ультразвуковой метод на материалах и конструкциях на основе цемента и извести может быть применен только для выявления зон нагрева выше 700 °С.

Учитывая, однако, что ультразвуковой метод является к настоящему времени практически единственным экспресс-методом исследования такого рода объектов непосредственно на месте пожара, использование его даже в качестве метода предварительной оценки и выявления горячих зон нагрева можно считать целесообразным.

Для получения более полной информации, после такого предварительного исследования следует отобрать пробы цементного камня, штукатурки, силикатного кирпича и прочих материалов и исследовать их дальше другими методами.

Перейдем к установлению температурных зон на окружающих конструкциях. Кирпичные и бетонные стены, перекрытия и другие конструктивные элементы зданий и сооружений имеют небольшую теплопроводность и большую теплоемкость, нагреваясь во время пожара. А после его окончания понемногу отдают жар в окружающую среду.

В местах, где долговременно был пожар, стены нагреваются очень глубоко и до больших температур. Соответственно остывать такие стены будут дольше, чем те, которые пожар задел меньше. Именно эти теплые стены успевают застигнуть эксперты-практики, которые выезжают на место пожара.

Степень нагрева стены на различных ее участках может отличаться. Порой такой эффект хорошо различим и ощущается рукой. Такие участки можно различить после тушения пожара, они быстро сохнут и отличаются по цвету от других, более мокрых участков. Это хорошо заметно на оштукатуренной поверхности.

Из всего множества развитий пожара, значительную часть составляют те, где горение в очаговой зоне происходило на протяжении долгого времени. Соответственно, конструкции, окружающие очаговую зону нагреваются больше, чем в других местах, что и обнаруживается после пожара.

При установлении очага пожара, данные об остаточных температурных зонах на окружающих конструкциях дают много значимой информации. Остаточные температуры зон нагрева поверхностей устанавливают путем постепенного замера температуры на разных участках, и с помощью тепловизоров (сканирующих пирометров). Ключевая задача тепловизоров визуализация тепловых полей нагретых объектов. Однако гораздо эффективнее бесконтактные измерения с помощью пирометров. На них мы и остановимся.

Фиксировать температуру необходимо на равном расстоянии от точки фиксации до того места, где находится оператор, иными словами двигаться параллельно стене. Такой метод дает возможность специалисту (эксперту) выявить быструю информацию об очаге пожара.

Инфракрасный термометр КМ 810 (далее пирометр) предназначен для дистанционного определения остаточных температур на массивных конструкциях из неорганических строительных материалов (кирпич, бетон и

т.п.) с целью выявления очаговых признаков пожара «по горячим следам» (рисунок 2.2).

Применение пирометра на месте пожара заключается в определении остаточных температур конструкций из неорганических строительных материалов: капитальных стен, потолка помещения, несущих колонн и прочее[1].

Измерения производить целесообразно упорядоченно, то есть, двигаясь в каком-то одном направлении, например, против или по часовой стрелке при измерении температур стен, «зигзагом» или «змейкой» по всей площади при измерении температуры потолка.

Измерение температур на выбранных конструкциях необходимо производить, сохраняя примерно одинаковое расстояние от точки измерения до места, где находится исследователь, то есть, например, при исследовании стены – передвигаясь параллельно стене. Наиболее оптимальное удаление от исследуемого объекта составляет 1–2 м.

При замере температур на стенах и колоннах необходимо проводить измерения на одной высоте от пола. Полученные данные лучше всего наносить мелом непосредственно на то место, где они были получены. При невозможности их нанесения на исследуемые объекты (например, на потолке или в труднодоступных участках стен) целесообразно полученную информацию фиксировать путем голосовой записи на диктофон. Непосредственно в исследуемой зоне бегло выявить область (области) с наиболее высокими значениями остаточных температур.

В заключении стоит отметить, что пирометры и тепловизоры могут быть очень полезны для нахождения скрытых очагов горения, людей в задымленных помещениях, осмотра вентиляционный каналов для обнаружения потока горячего воздуха из помещений, где идет горение,

[1] Левин В.А. Пожарно-техническое оборудование. М., ЭКЦ МВД России, 2017. С. 117.

выявления перегревшихся кусков электроприборов, вакуумных насосов и другого оборудования.

2.2 Определение условий теплового воздействия на металлы и стальные холоднодеформированные конструкции

Термическое воздействие на металлы, сплавы и конструкции из них в ходе пожара ведет к определенным изменениям в структуре, свойствах материалов, формы конструкций. Кроме того, есть такие изменения, которые необратимы и их фиксация после пожара дает важную для эксперта информацию, которая упростит поиски очага[1].

Последствия теплового воздействия на металлы и конструкции из них можно разделить на пять основных видов, в соответствии с температурой их наступления

– деформации;

– образование окислов на поверхности металла;

–структурные изменения, сопровождающиеся изменением механических и физико-химических свойств;

– диффузия металла;

– расплавления и проплавления;

– горение металла (сплава)[2].

Остановимся на деформации конструкций и разберем их подробно. Деформации стальных конструкций встречаются в некоторой степени практически на любом пожаре. Связано это с низкой огнестойкостью стальных конструкций. Нагрев стали уже выше 300–350 °С приводит к заметному повышению ее пластичности, сопровождающемуся снижением прочности и увеличением деформаций ползучести. При 500–600 °С прочность углеродистой стали снижается вдвое, при 1000 °С примерно в 10

[1] Граненков Н.М., Зернов С.И. Экспертное исследование металлических изделий по делам о пожарах. М., 1993. С. 170.

[2] Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров: методическое пособие. ВНИИПО, 2002. С. 232.

раз. При температуре 300 °С у металлоконструкций появляются заметные деформации; после 550–600 °С деформации нагруженных элементов стальных конструкций, чаще всего, значительны по величине, и 15–20 минутный нагрев может даже привести к их обрушению.

Оценив величину и направленность деформаций металлоконструкций на пожаре, можно выявить информацию об относительной интенсивности и направленности теплового воздействия в тех или иных зонах. Например, известно, что деформации происходят в основном в сторону источника тепла или более интенсивного теплового воздействия. Будет не лишней и оценка величины деформаций металлоконструкций в различных зонах пожара. К сожалению, удается это не всегда легко[1].

Наибольшую деформацию (прогиб) металлический элемент может иметь, как не странно, не там, где он нагревался до наиболее высокой температуры и более длительно, а там, где данный элемент имеет наиболее высокую нагрузку или наибольшую степень свободы, вследствие конструктивных особенностей.

Рассмотрим окислы на поверхности металла. Окисные пленки (слои) присутствуют на большинстве металлов и сплавов. В том случае, когда пленка окисла в меру плотна, она защищает металл от дальнейшего окисления на воздухе и в некоторых агрессивных средах.

У меди пленка окисла при температурах до 100 °С черного цвета и состоит из окиси меди. Нагрев достаточной длительности при более высоких температурах приводит к образованию закиси меди, окрашивающей пленку в красный цвет.

На неокрашенных конструкциях из стали обыкновенного качества мы привыкли видеть либо очень тонкий плотный слой окалины, образовавшейся при изготовлении проката, либо, после определенного срока хранения или эксплуатации, рыхлый рыжий слой ржавчины.

---

[1] Граненков, Н.М., Зернов С.И. Экспертное исследование металлических изделий по делам о пожарах. С. 123.

Если же указанные выше слои окалины и ржавчины отсутствуют, а сталь имеет обработанную, достаточно гладкую поверхность, то первым признаком теплового воздействия на нее будут так называемые цвета побежалости. По ним можно примерно оценить температуру нагрева стали и, в частности, нагрева на пожаре[1].

Появление цветов побежалости связано с образованием на поверхности стали при температуре 200–300 °С микронной толщины слоев окисла. Цвет побежалости зависит от толщины окисной пленки, а та, в свою очередь, от температуры нагрева металла (при температуре нагрева 200–300 °С и толщине слоя окисла 0,04 мкм – светло-желтый цвет побежалости; при температуре нагрева 230–240 °С и толщине слоя окисла 0,045 мкм – соломенно-желтый; при температуре нагрева 240–260°С С и толщине слоя окисла 0,05 мкм – оранжевый; при температуре нагрева 260–280 °С и толщине слоя окисла 0,065 мкм – красно-фиолетовый; при температуре нагрева 280–300 °С и толщине слоя окисла 0,07 мкм – синий).

«Оценка температуры нагрева стали по цветам побежалости при обнаружении очага пожара производится относительно редко. Чаще она полезна при установлении причин пожаров, связанных, в частности, с трением, локальным перегревом в технологических установках, двигателях. Более информативной при поисках очага оказывается окалина – высокотемпературный окисел, образующийся на стали при более высокой температуре»[2].

На наиболее распространенных марках стали (углеродистых, обыкновенного качества) высокотемпературное окисление, приводящее к формированию плотного слоя окисла (окалины) в течение достаточно короткого времени, начинается при температуре около 700 °С. Чем выше температура нагрева, тем более толстый слой окалины на ней образуется.

---

[1] Чешко И.Д. Расследование и экспертиза пожаров. С. 205.

[2] Ильющенко А.Ф., Фомихина И.В., Юнчиц В.М. Определение очага пожара по фазовому составу окалины, образованной на поверхности металлоконструкций в условиях пожара. / Научная статья. 2012. С. 36.

«В зоне пожара для того, чтобы прозондировать слой окалины на стальных изделиях и выявить уровень термического воздействия используется прибор индуктивный «ВИХРЬ» (рисунок 2.3). Он определяет связь толщины окисной пленки на стальных изделиях, подвергавшихся термическому воздействию пожара, к толщине окисной пленки на стальном изделии, не подвергавшемся термическому воздействию»[1].

При исследовании конструкционных сталей для выявления очага пожара самым практичным методом будет анализ окалины. С его помощью можно выявить приблизительную температуру и продолжительность теплового воздействия на металлическую конструкцию в месте отбора пробы.

Для исследования отбираются только плотные слои окалины, полностью прилегающие к металлу. Отбор плотных (без пузырей) слоев является непременным условием получения достоверных результатов. Поскольку в месте, где образовался пузырь или окалина отошла от металла, кислород получает доступ к внутренним слоям окисла и все закономерности формирования слоя окалины нарушаются.

Выбранная поверхность металлоконструкции очищается от сгоревших остатков краски, пузырей окалины, и всего того, что можно удалить ножом или стамеской. Далее поверхность очищают от чешуек плотных слоев окалины зубилом, делать это нужно под углом 45 градусов. Для того чтобы чешуйки не отлетали далеко можно воспользоваться кольцевым магнитом, в его отверстие помещена свернутая в трубочку бумага.

Деформация конструкции считается самым простым и практичным методом отбора пробы окалины, так как при деформации окалина тут же скалывается.

Толщина окалины и ее компонентный состав являются функциями температуры и продолжительности теплового воздействия на металлическую

[1] Дашко Л.В. «Сириус» Техническое описание. С. 25.

конструкцию. Толщину окалины можно определить микрометром, а состав одним из двух методов:

1. С помощью химического метода выявляют процентное содержание в окалине двухвалентного и трехвалентного железа, а по их содержанию по расчетным формулам определяются время температурного воздействия и средняя температура пожара в месте отбора пробы.

Для проведения исследования используется 0,2–0,5 г с точностью до 0,001 г навески измельченной окалины. Ее необходимо поместить в сухую колбу емкостью 250 мл, далее добавляется 0,5 г фтористого натрия, 2,5 г карбоната натрия, 20 мл концентрированной соляной кислоты. После этого кипятят до растворения 20–30 мин. Затем разбавляют раствор дистиллированной воды до 100–120 мл, переносят его в мерную колбу на 200 мл. После этого, доливают до метки и перемешивают.

Чтобы определить двухвалентное [Fe2+] и трехвалентное [Fe3+] железо, необходимо отобрать пипеткой аликвотную часть раствора в объеме 50 мл в колбу, нагреть до температуры 80–90 °С. Следом добавляют 1 мл 10% водного раствора сулъфосалициловой кислоты и нейтрализуют раствор аммиаком до pH = 1–2. Такой раствор становится фиолетовым. После этого титруют 0,1 М водным раствором трилона Б (V1). После чего добавляют 5 мл 10 % водного раствора надсульфата аммония, после перемешиванияя вновь титруют трилоном Б (V2).

Содержание двух- и трехвалентного железа в окалине можно рассчитать по следующим формулам:

$$[Fe2+] = (V2 \times 200 \times k \times 0{,}005584 \times 100) / (2\times 50\times т);$$

$$[Fe3+] = (V1\times 200 \times k \times 0{,}005584 \times 100) / (2 \times 50 \times т),$$

где V1, V2 – объемы раствора трилона Б, пошедшие на титрование аликвотной части раствора, мл;

200 – объем раствора, мл;

k – поправочный коэффициент 0,1 М раствора трилона Б;

50 – объем аликвотной части раствора, взятого на титрование, мл;

0,005584 – количество железа, соответствующее 1 мл точно 0,1 М раствора трилона Б, г;

т – навеска окалины, г.

С поправкой на разложение вустита содержание двух- и трехвалентного железа будет равно:

$$[Fe2+]^* = [Fe2+] + 3 \times (100 - 1{,}29 \times [Fe2+] - 1{,}43 - [Fe3+]).$$

В целях выявления в окалине металлического железа, навеску окалины (0,2–0,5 г), взвешенную с точностью до 0,0001 г, устанавливают в сухую колбу емкостью 250 мл. Затем добавляют 40 мл 18 % хлорного железа с кислотностью раствора 0,2–0,3 г – моль/л HCl, перемешать. Накрыть колбу пробкой и перемешивать еще 45 мин. Следом идет фильтрация раствора через слой асбеста, а остаток очищают дистиллированной водой, подкисленной соляной кислотой (3 мл на 1 л воды) [1].

Готовый фильтрат помещают в мерную колбу на 200 мл, добавляют воду до необходимой отметки, затем перемешивают. Следом пипеткой отбирается аликвотная часть (50 мл) в колбу.

Содержание металлического железа в окалине можно рассчитать по формуле:

$$«Fe = [(V3 - V4) \times 200 \times k \times 0{,}005584 \times 100] / 50 \times т»[2],$$

где V3 – объем раствора трилона Б, пошедший на титрование аналогичного количества хлорного железа, мл;

V4 – объем раствора трилона Б, пошедший на титрование аликвотной части фильтрата, мл.

Чтобы изготовить необходимый для титрования 0,1 М раствор трилона Б, 37,2 г трилона растворяют при нагревании в 400–500 мл дистиллированной воды и доводят в мерной колбе до объема 1 литр. Затем следует хорошо перемешать полученный раствор, отфильтровать и выявить поправочный коэффициент по чистому железу.

---

[1] Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). С. 171.

[2] Там же. С. 172.

2. Рентгенографический метод определения в окалине содержания вустита, магнетита и гематита.

Рентгеноструктурный анализ один из наиболее эффективных методов анализа окалины и установление ее фазового состава. Точная дифференциация окислов может быть ввиду существенных различий в их структуре.

Для рентгеноструктурного анализа веществ по дифракционным рентгеновским спектрам используют стационарный прибор «ФАРАД» (рисунок 2.4). Дифрактометр предназначен для определения методами рентгеноструктурного анализа фазового состава веществ и структурных параметров составляющих их фаз.

Прибор состоит из источника рентгеновского излучения (рентгеновской трубки), гониометра, позиционно-чувствительного детектора, блока электроники и персонального компьютера с принтером.

Принцип действия прибора основан на том, что пучок рентгеновского излучения, испускаемый рентгеновской трубкой, направляется на исследуемый образец, и возникающий дифракционный спектр регистрируется на выбранном участке посредством позиционно-чувствительного детектора.

Затем спектр обрабатывают с помощью персонального компьютера, снабженного специальным программным комплексом. Оперативный стол дифрактометра обеспечивает возможность расположения источника рентгеновского излучения с монохроматором и без него, держателя образцов и позиционно чувствительного детектора (ПЧД), необходимую для регистрации дифракционного спектра образца по схеме Дебая-Шеррера или одной из фокусирующих систем Брегга-Брентано или Зеемана-Болина.

Анализ проб окалины проводится следующим образом. Необходимо смешать порошок окалины и клей либо иное связующе, который не даст наложений спектральных линий на основной спектр. Следом устанавливают приготовленный образец в кювету, которая вставлена в рентгеновский

аппарат. Целесообразно осуществлять съемку на трубке с хромовым или железным анодом со скоростью сканирования – 2 град/мин. Другие факторы съемки выбираются путем проведения опытов[1].

Перейдем к исследованию холоднодеформированных стальных изделий с помощью магнитного метода. Холоднодеформированными изделиями называют изделия, которые созданы с помощью пластической деформации металла при относительно малой температуре с использованием холодной штамповки, высадки, волочения. Эти изделия изымаются из зоны пожара, а в дальнейшем являются объектами экспертного исследования, несущими значимую информацию.

Суть оценки плоских стальных изделий состоит в том, что: «при воздействии тепла пожара на такие изделия в них протекают процессы разупрочнения. При этом падает твердость, с которой, в свою очередь, связана величина тока размагничивания. В итоге ток размагничивания данной группы изделий падает по мере повышения степени термического поражения. Такой процесс устойчиво проходит вплоть до температуры окончания первичной рекристаллизации, когда все внутренние напряжения в холоднодеформированных изделиях снимаются. Данная температура индивидуальна для каждого типоразмера изделий и лежит в пределах 650–750 °С. Именно поэтому, объектами исследования выступают только однотипные изделия с одинаковыми геометрическими размерами»[2].

С помощью этого метода можно выявить участки термических поражений. Для этого нужно измерить ток размагничивания или коэрцитивной силы на однотипных холоднодеформированных стальных изделиях, таких как гвозди, болты, шурупы, винты, скобы и прочее, которые в момент пожара находились в разных зонах горения.

---

[1] Шульгин С.О. Дифрактометр рентгеновсикй настольный «ФАРАД». М., ЭКЦ МВД России, 2018. С. 19.

[2] Ключников В.Ю. «Сириус». Методические принципы применения. М., Экспертно-криминалистический центр Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2017. С. 60.

Данный метод построен на зависимости величины тока размагничивания от степени рекристаллизации холоднодеформированного металла, которая пропорциональна температуре нагрева при пожаре.

Пластическая деформация металла ведет к тому, что он переходит в неравновесное состояние, которое характеризуется повышенной внутренней энергией. В действительности, это та доля механической энергии деформации, которая аккумулируется в материале и находится в нем до окончания действия внешних сил.

В ходе пожарно-криминалистических исследований для определения относительной степени рекристаллизации холоднодеформированных изделий используется магнитный метод, так как он является наиболее безвредным и опирается на измерение коэрцитивной силы (или тока размагничивания предварительно намагниченного изделия). Коэрцитивной силой называют величину напряженности магнитного поля, которая необходима для изменения намагниченности изделия от остаточной до нулевой.

Объектами исследования при поисках очага пожара могут быть любые холоднодеформированные изделия, рассредоточенные по зоне горения, любые стальные изделия, полученные методом холодной штамповки (если они имеют достаточно высокую степень деформации и не подвергались отжигу на заводе)[1].

Для проведения исследования со всей зоны пожара изымаются однотипные стальные изделия, длиной не более 40 мм (гвозди, болты или скобы). Отбирать изделия нужно одного типа и размера в количестве более 10–12 штук. Желательно для сравнения изъять один экземпляр подобного изделия, который не был в месте горения.

Перед началом отбора холоднодеформированных изделий составляется план помещения. Места изъятия изделий наносятся на план помещения с указанием их порядковых номеров на плане и соответственных номеров на

[1] Чешко И.Д. Расследование и экспертиза пожаров. С. 174.

самих изделиях. На исследование направляется копия данного плана и изъятые изделия.

Измерения проводятся и на однотипных элементах конструкций, расположенных в различных зонах пожара. Исследуемое металлоизделие должно иметь длину не менее 40 мм (расстояния между полюсами выносного преобразователя) и может быть практически любым по конфигурации сечения. Особо тщательная подготовка поверхности изделия под установку полюсов преобразователя не требуется. Необходимо лишь счистить обгоревшие остатки краски и пузыри окалины.

Для исследования холоднодеформированных стальных изделий используется коэрцитиметр электронный «Каскад» (рисунок 2.5).

Прибор «Каскад» предназначен для относительных измерений тока размагничивания однотипных ферромагнитных изделий из магнитомягких материалов, изготовленных методом холодной деформации, сечением от 0,5 до 200 мм ^{2} с целью экспертной оценки теплового воздействия пожара на них. Прибор выполнен в виде единого блока, на верхней панели которого размещены полюсные наконечники измерительных преобразователей, управляющие кнопки, узел индикации, кнопка включения питания. Конструктивно измерительные преобразователи, индикаторный блок, узел микропроцессора с усилителями постоянного тока и блок управляющих ключей закреплены на верхней панели. На дне корпуса закреплены две аккумуляторных батареи и сетевой блок питания[1].

Работа прибора основана на намагничивании образца до индукции, близкой к индукции насыщения и последующем размагничивании измерительным током до получения нулевого значения напряженности магнитного поля.

Работой прибора управляет микропроцессор, который также обеспечивает зарядку аккумуляторных батарей и работу прибора при питании от сети. Блок питания обеспечивает необходимую температурную

[1] Дашко Л.В. «Сириус» Техническое описание. С. 21.

компенсацию выходного напряжения, что допускает работу аккумулятора в буферном (дежурном) режиме неограниченно долгое время.

В случае возникновения ошибок в работе прибора, либо разряда батарей на индикаторное табло выводится соответствующая информация.

Преобразователь прибора устанавливается на изделии (элементе конструкции) и после цикла «намагничивание-размагничивание» автоматически определяется величина размагничивающего тока Iр.

«Циклы измерений на одном объекте повторяются 4–6 раз, после чего рассчитывается среднее значение Iр . Время, затрачиваемое на одно измерение, не превышает одной минуты. Сравнительная оценка степени рекристаллизации проводится по величине тока размагничивания. Значение коэрцитивной силы по этим данным рассчитывать не обязательно. Величина тока размагничивания холоднодеформированного изделия последовательно снижается с увеличением температуры нагрева от 200 до 600–700 °С, то есть до температуры, при которой процесс рекристаллизации завершается»[1].

Полнота протекания рекристаллизационных процессов зависит не только от температуры, но и от длительности нагрева. Таким образом, ток размагничивания является функцией двух величин – температуры и длительности нагрева, и использовать его следует как тестовую величину для выявления на месте пожара зон термических поражений конструкций.

Результаты измерения величины тока размагничивания наносятся на план места пожара, после чего на плане вычерчиваются зоны с одинаковыми значениями, а также выявляются зоны с экстремально низким значением данного параметра, что соответствует экстремально высоким термическим поражениям.

«Возможность выявления зон термических поражений по величине тока размагничивания обусловлена монотонным снижением величины Iр по мере увеличения температуры и длительности нагрева вследствие развития процессов рекристаллизации. Поэтому для практического применения

[1] Дашко Л.В. «Сириус» Техническое описание. С.22.

метода принципиально важно выяснить, насколько реальна опасность обратной тенденции в изменении тока размагничивания – его возрастания»[1].

2.3 Установление термических повреждений на обугленных остатках древесины

При пожаре в помещении местные температуры в некоторых точках могут достигать 1100 °С, соответствующее излучение черного тела при этом составит 200 кВт/м2, что может вызвать скорости горения древесины порядка 4,4 мм/мин. В целом, скорость обугливания в зависимости от указанных факторов может меняться в пределах от 0,3 до 4,5 мм/мин, то есть в 15 раз.

Обугливание древесины происходит за счет продвижения пиролизного слоя с температурными границами 250–520 °С, его называют волной обугливания. Передний фронт волны представляет собой экзотермическую зону с границами 250–340 °С, за ней следует эндотермическая зона с температурой 340–520 °С. Толщина волны обугливания зависит от величины теплового потока, воздействующего на древесину и составляет около 0,5–1,0 см. В ней происходят активные реакции, сопровождаемые быстрыми изменениями твердой фазы. Впереди волны существует эндотермическая зона начального разложения, а за волной – экзотермический слой угля с температурой до 800 °С.

Волна обугливания движется вглубь древесины довольно равномерно. При увеличении внешнего теплового потока, воздействующего на поверхность образца, скорость ее движения возрастает. Толщина же волны обугливания с увеличением теплового потока и, соответственно, температуры на поверхности, уменьшается.

---

1 Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). /Под науч. ред. канд. юр. наук Н.А.Андреева. - 2-е изд., стереотип. - СПб.: СПбИПБ МВД России. 1997. С.153.

Визуальный осмотр обугленных древесных изделий. При осмотре места пожара следует выявлять на деревянных конструкциях и деталях мебели:

– потемнение лака или краски на поверхности (степень потемнения, размер зоны, ее нахождение и геометрию);

– поверхностное обугливание (уголь рыхлый, с крупными трещинами образуется обычно при интенсивном пламенном горении; уголь плотный, с коричневатым оттенком и даже сохранившейся текстурой древесины (рисунком годовых колец) образуется при низкотемпературном пиролизе (тлении), когда процесс обугливания происходит медленно и летучие вещества выделяются понемногу, уходя через мелкие трещины и не разрыхляя уголь);

– обугливание и его глубину на отдельных участках (глубина обугливания измеряется с помощью любого острого металлического предмета – колумбуса, шила, гвоздя, металлической линейки).

Металлический предмет достаточно свободно протыкает уголь, но хуже входит в более плотную древесину. Обратим внимание, что кроме толщины слоя угля, в точке измерения следует определить величину потери сечения конструкции. Глубина обугливания рассчитывается как сумма этих двух величин. Особый интерес для эксперта представляют прогары в полу, особенно, когда они немногочисленны или прогар один, поскольку полы на пожаре, как правило, сохраняются, поэтому причину прогара обязательно надо выяснить – возможно, это очаговая зона.

«В ходе горения древесины на пожаре изменяется структура углей. Свойства угля, которые появляются вследствие пожара, определяются большей частью температурой и длительностью теплового воздействия. С температурой и продолжительностью связана электропроводность углей в зонах теплового воздействия на деревянные конструкции. В связи с этим более легким методом исследования обугленных остатков древесины будет измерение их электросопротивления в точках отбора проб. В ходе

исследования выявляются значения продолжительности теплового воздействия и температуры пожара в местах отбора проб»[1].

При отборе проб следует учитывать, что свойства угля меняются слоями, поэтому слой нужно отбирать по возможности точно и аккуратно. В местах сплошных прогаров уголь отбирают по склону кратера прогара (в 2–3 точках), отдельными пробами. При крупных трещинах пробу отбирают не в трещине, а на поверхности элемента конструкции. Здесь же измеряют толщину обугленного слоя.

Уголь необходимо отбирать со стороны, обращенной к источнику теплового воздействия. Если не ясно, с какой стороны оказалось тепловое воздействие, то отдельные пробы отбирают с двух сторон. Отобранный уголь упаковывают в бумажный или полиэтиленовый пакет, снабжают специальным ярлыком, на котором отмечают номер пробы и места ее отбора. При этом составляется специальная таблица, в которой фиксируются измерения линейных параметров угля и конструкций.

Для исследования древесно-стружечных плит (ДСП) и обугленных остатков древесины используется прибор «Пресс» (рисунок 2.6), тестер и оборудование для подготовки проб.

«Методика исследования древесины и ДСП позволяет определять приблизительные значения температуры и длительности горения данных объектов исследования. Определение длительности горения особенно важно, так как является прямым очаговым признаком. Высокая чувствительность электросопротивления угля к условиям теплового воздействия на древесину при его образовании, а также относительная простота определения этой характеристики делают метод определения электросопротивления основным методом исследования углей в полевых условиях»[2].

---

[1] Методические рекомендации по определению очага пожара и изъятию вещественных доказательств с места пожара. Официальный сайт МЧС России URL: https://35.mchs.gov.ru.

[2] Ключников В.Ю. «Сириус». Методические принципы применения. С. 26.

«Тенденция в изменении электросопротивления обугленных остатков в зависимости от температуры и длительности процесса карбонизации у ряда полимеров так же, как у древесины. Электросопротивление последовательно снижается с увеличением температуры и длительности теплового воздействия. Это обстоятельство дает возможность использовать метод определения электросопротивления не только для исследования древесных углей, но и углей полимеров»[1].

В отличие от исследования изделий из древесины и ДСП, где определяются температура и длительность горения, исследование полимерных материалов позволяет, используя значение удельного электросопротивления или величину его логарифма в качестве интегрального показателя, выявлять только относительные зоны их термических поражений на месте пожара.

Отбор проб необходимо провести в нескольких точках (20–30) равномерно по всех очаговой зоне. Это дает возможность объективно воссоздать картину развития пожара и ответить на вопрос о путях распространения горения.

При назначении мест отбора проб необходимо руководствоваться следующим:

Не допускается отбор проб в тех местах, где внешний слой угля сколот, так как в этом случае на исследование попадают глубинные слои угля, а они отличаются по своим свойствам от поверхностных слоев, для исследования которых разработана данная методика.

В местах сплошных прогаров уголь необходимо отбирать по склону кратера прогара, желательно в двух или трех точках, отдельными пробами.

В случае крупных трещин пробу следует отбирать не в трещине, а на внешней поверхности угля. Здесь же измеряют толщину обугленного слоя.

[1] Ключников В.Ю . Указ.соч. С. 27.

Уголь необходимо отбирать со стороны, обращенной к источнику теплового воздействия. Если неясно, откуда происходило огневое воздействие, то отдельные пробы необходимо отбирать с двух сторон.

Составить план расположения исследуемых изделий в масштабе и сделать разметку для исследования на плане очаговой зоны. Рекомендуется параллельно с этим мелом сделать разметку для исследования на самих изделиях. Это повысит точность отображения информации на графическом плане.

Разберем алгоритм исследования обугленных деревянных изделий.

1.Подключить прибор «Пресс» к тестеру. Подготовить приспособление для осушения проб угля. Для этого извлечь фильтр Шотта, грушу с трубкой и резиновой пробкой, который затыкается фильтр Шотта при осушении пробы, емкость с чистым ацетоном и емкость для сбора отработанного ацетона, который используется при осушении. Подготовить рабочую таблицу, в которую будут заноситься получаемые во время работы данные. Бланки таблицы входят в комплект.

2. В выбранных точках с помощью штангенциркуля определяются:

2.1 Толщина слоя угля hy. Замер необходимо проводить хвостовиком штангенциркуля (колумбусом), который легко протыкает слой угля и практически не входит в древесину (схема измерения линейных параметров угольного слоя в месте отбора пробы приведена на рисунке 2.7);

2.2 Величина потери сечения конструкции hn. Глубина обугливания для каждой точки будет равна:

$$«H = hy + hn, \text{ мин}»[1];$$

2.3 Первоначальная толщина элемента конструкции. Это можно сделать путем измерения конструкции на уцелевшем участке, либо путем обмеров аналогичных конструкций элементов. Занести полученные значения в таблицу.

[1] Ключников В.Ю. Указ.соч. С. 29.

3. С помощью кисточки удалить хлопья золы и пожарного мусора с поверхности, где будет отбираться проба.

4. Приступить к отбору пробы. Ножом или шпателем срезать верхний слой угля на глубину не более 3–5 мм. Отобранный уголь ссыпать в фильтр Шотта и измельчить его фарфоровым пестиком. Пробу залить чистым ацетоном в таком количестве, чтобы слой ацетона над ней составлял 2 см. Плотно закрыть воронку резиновой пробкой с трубкой и грушей. Продавить жидкость через фильтр в емкость для отработанного ацетона. Операцию по осушению данной пробы повторить 2 раза, затем продуть уголь воздухом. После продувки воздухом пробу выгрузить на фильтрованную бумагу и выдержать ее до тех пор, пока не перестанет чувствоваться запах ацетона. Сборник отобранного ацетона и емкость с чистым ацетоном плотно закрыть пробками. Повторное использование отработанного ацетона не допускается.

5. Высушенную пробу угля необходимо тщательно измельчить в фарфоровой ступке фарфоровым пестиком.

6. Извлечь из прибора «Пресс» пресс-форму. Снять с нее верхний пуансон.

7. Измельченную пробу угля из ступки ссыпать на фильтрованную бумагу и аккуратно загрузить в собранную пресс-форму. Вставить верхний пуансон и поместить пресс-форму и прибор «Пресс». Путем вращения верхнего маховика создать давление в 40 атм. Провести измерение электросопротивления пробы угля тестером, не снимая давления. Занести полученное значение в таблицу.

«Снять давление с прибора и извлечь пресс-форму. Разобрать ее и тщательно очистить от исследованного угля. Остатки угля, оставшиеся с предыдущего исследования, могут внести искажение в результаты последующего исследования. Продолжать исследование для остальных выбранных точек исследования по п.п.2–8»[1].

[1] Ключников В.Ю. Указ. соч. С. 30

9. Вычислить соответствующее значение для всех исследованных точек и занести их в таблицу. Определить значения температуры и длительности горения древесины по формулам:

$$«T = 4540 / \{\ln [H \cdot P / (10 – P)\ ] + 2,5\}, K$$

$$\tau r = \exp\{1,38 \ln H + 0,38 \ln [P / (10 – P)\ ] – 1.19\}, мин$$

В том случае, если температура оказалась менее 620 °С, необходимо определить время «индукционного периода» по формуле:

$$\tau_0 = 77 – 0,086t, мин»[1].$$

Если температура оказалась выше 620 °С значение τ_0 принимается равным нулю. Время горения древесины в точке отбора пробы определяется по формуле:

$$\tau = \tau_0 + \tau_r$$

В случае если исследуется проба угля, извлеченного с изделия, обугленного на всю глубину, необходимо определить время выгорания угля по формуле:

$$\tau\ y = \Delta Hy \cdot \exp(690 \cdot T^{-1}),$$

где ΔНу – толщина выгоревшего слоя угля. Для данного случая общее время теплового воздействия в зоне отбора пробы находится по формуле:

$$\tau = \tau_r + \tau_0 + \tau\ y,$$

10. Нанести значение температуры горения (t) и общего времени теплового воздействия (τ) напротив исследованных точек на плане места пожара. Окончательно заполнить рабочую таблицу. Выделить места с наибольшими значениями τ.

Алгоритм исследования обугленных изделий из ДСП аналогичен алгоритму исследования обугленных изделий из древесины. Отличия заключаются в следующем:

– Толщину слоя hy, определять не следует. Необходимо определить только значение величины потери сечения hn. Это можно сделать либо путем

[1] Ключников В.Ю. Указ.соч. С.31.

прямого замера, либо по разнице между толщиной плиты в точке отбора пробы и толщиной ее на участке, не подвергавшемся термическому воздействию.

– Расчет ориентировочных значений температуры и длительности горения в ходе пожара необходимо определять по формулам:

$$T = 4080 / \{\ln [hn \cdot P / (11 - P)] + 3 / 61, K$$

$$\tau \exp\{1{,}51 \ln (hn) + 0.51 \ln P / (11 - P)] + 0.51\}, \text{ мин.}$$

3 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТ С ЦЕЛЬЮ УСТАНОВЛЕНИЯ ПРИЧИНЫ ПОЖАРА

3.1. Обнаружение и установление следов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (ЛВЖ и ГЖ) в вещественных доказательствах, изымаемых с места пожара

Задачи, решаемые при поисках и исследовании остатков инициаторов горения:

– обнаружение;

– классификация (диагностика);

– идентификация.

При отработке версии о поджоге с использованием инициатора горения важной задачей является обнаружение его остатков. По мнению С.М. Михайлова: «эти остатки могут быть обнаружены в количествах и в состоянии, не позволяющем получить дополнительную информацию о них, кроме как констатировать их присутствие на месте пожара. Тем не менее, даже решение этой задачи, полезно, поскольку присутствие остатков ЛВЖ (ГЖ) там, где их быть не должно, о многом говорит эксперту и следствию»[1].

Под диагностическими задачами понимают установление ситуационной связи между исследуемой жидкостью (нефтепродуктом) и обстоятельствами ее появления или изменения в обстановке преступления. А отнесение исследуемого вещества к какому-либо общепринятому классу предложено называть решением классификационной задачи[2].

Под идентификацией принято понимать установление принадлежности частей единому разделенному целому, например, объему жидкого вещества. Идентификация связана со сравнительным исследованием двух объектов, в

---

[1] Михайлова С.М., Шарифуллина Л.Р. Обнаружение остатков легковоспламеняющихся жидкостей на месте пожара. Академия гражданской защиты МЧС России. М.,2015. С. 181.
[2] Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). С. 302.

отношении которых решается задача установления проявлений признаков одного и того же конкретного объекта или отнесения к одному и тому же роду, группе[1].

Две первые задачи нужно рассматривать как основные. Третья задача в редких случаях, но тоже может быть поставлена перед экспертом, участвующим в расследовании пожара. Необходимость идентификации может, например, возникнуть при сравнительном исследовании остатков горючей жидкости в таре, найденной на пожаре, и остатков ГЖ на обгоревшем объекте-носителе. Задача эта, правда, не всегда разрешима, особенно, если один (или оба) сравниваемых объекта подверглись испарению, частично выгорели и прочее.

В своей работе И.Д. Чешко упоминал: «Как показывает экспертная практика, из традиционных инициаторов горения – легковоспламеняющихся и горючих жидкостей – наиболее часто (в 70–80 % случаев) поджигателями используются светлые нефтепродукты – бензин, керосин, дизельное топливо. Сравнительно реже применяются другие нефтепродукты, а также растворители для лаков и красок, олифа, клеи, другие органические жидкости, вплоть до дезодорантов, духов, одеколона»[2].

Нахождение остатков нефтепродуктов наиболее вероятно в зоне очага пожара, поэтому их поиски необходимо начать с внешнего осмотра. Внешними признаками выгорания горючей жидкости является образование на полу, конструкциях, предметах характерных пятен, участков обгорания с резко очерченной конфигурацией.

При возникновении пожаров и взрывов от жидкого горючего его следы могут обнаруживаться на элементах деревянных конструкций, обратной стороне мебели и внутри ее, покрытии пола, в щелях и трещинах, позади плинтусов, в пазах, между ступеньками и под ступенями на лестницах, на отделке помещения, подушках, матрацах, в воде, образовавшейся при

[1] Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). С. 303.
[2] Там же. С 305.

тушении пожара. В углублениях, щелях (между половицами) образуются более глубокие прогары, чем на мебели, в том числе мягкой мебели.

Если жидкое горючее попало, например, на обивочный материал дивана или кушетки, то следы его могут находиться за обугленной поверхностью. Такая поверхность способна защитить горючее от действия огня. То же возможно в щелях, за плинтусами. Следы также могут обнаруживаться на земле в результате просачивания под пол помещения, в котором произошел пожар.

В большинстве случаев интенсивное тепловое воздействие приводит к очень быстрой потере остатков ГЖ, следовательно, на реальном развившемся пожаре следы ЛВЖ и ГЖ следует искать в местах, подвергавшихся минимальному тепловому воздействию. Таковыми местами являются:

– полы зданий; идеальным местом для сохранения остатков ЛВЖ и ГЖ на пожаре являются внутренние поверхности конструкций деревянных полов (чернового пола), а также трещины, пазы и другие углубления. Если пол в зоне очага пожара завален золой и обгоревшими предметами, необходимо предварительно произвести их раскопку и разборку, обращая внимание на наличие каких-либо стеклянных сосудов и их осколки, пластмассовые и металлические емкости и.т.п.

– различные ткани; они прекрасно впитывают нефтепродукты (особенно легковоспламеняющиеся) и сохраняют их остатки, несмотря на то, что сами воспламеняются и обгорают в значительной степени.

– грунт; длительное время может сохранять разлившиеся (просочившиеся) легковоспламеняющиеся нефтепродукты[1].

Существенно повышает шансы на обнаружение паров ЛВЖ в воздухе концентрирование следовых количеств ЛВЖ на сорбенте. Для этого на месте пожара воздух прокачивают через капсулу или колонку с сорбентом (обычно

[1] Методические рекомендации по определению очага пожара и изъятию вещественных доказательств с места пожара. Официальный сайт МЧС России. URL: https://35.mchs.gov.ru.

это твердый адсорбент), который поглощает микроколичества ЛВЖ и таким образом концентрирует их. Затем (уже, как правило, в лаборатории) поглощенные вещества десорбируют и исследуют обычно хроматографическим методом. Поглотительные устройства могут представлять собой колонки диаметром в несколько миллиметров и длиной от 2–5 см до полуметра. Через такую колонку продувают с помощью воздуходувки или ручного насоса до 200 л воздуха со скоростью 1000–4000 мл/мин.

Успех работы специалиста (эксперта) по обнаружению и установлению природы (типа, марки) горючей жидкости определяется не только исследованием доставленного в лабораторию образца, но и быстрым, квалифицированным отбором пробы, правильной упаковкой, своевременной доставкой на исследование, а также квалифицированными методами подготовки пробы – извлечением остатков искомого вещества, концентрированием пробы. Учитывая это, представляется целесообразным прежде, чем перейти к методам анализа, остановиться на указанных выше стадиях.«Остатки легковоспламеняющихся и горючих жидкостей могут быть обнаружены в зоне очага пожара или в непосредственной близости от него. Характерным внешним признаком выгорания горючей жидкости является образование на полу, прочих конструкциях и предметах специфических участков обгорания с резко очерченной конфигурацией, сходной по форме с разлитой лужицей» [1].

При горении жидкостей в углублениях, щелях между половицами образуются более глубокие обгорания на этих участках. Подобные пятна от выгорания ЛВЖ и ГЖ могут обнаруживаться и на мебели, в том числе мягкой. Пятна и прогары от выгорания ЛВЖ не следует путать со щелевыми

[1] Юн Н.В., Чешко И.Д., Плотников В.Г. Осмотр места пожара: Методическое пособие. М.: ВНИИПО, 2004. С. 204.

прогарами, которые могут образовываться, например, на стыках досок пола по пути выхода горения из внутренней конструкции пола наружу[1].

Следует также иметь в виду, что на неокрашенных горизонтальных деревянных поверхностях характерные пятна и подпалины остаются лишь при сгорании керосина, дизельного топлива и более тяжелых нефтепродуктов, а также других относительно высококипящих жидкостей. Бензины и легкие органические растворители (ацетон, гексан, серный эфир и т.п.) сгорают, практически не оставляя следов на древесине. Таким образом, отсутствие подпалин еще не исключает факта сгорания ЛВЖ и возможности обнаружения его остатков.

Как известно, закономерности процесса горения таковы, что температура в помещении и, соответственно, термические поражения материалов, зонируются по высоте. У потолка они значительно выше, чем у пола. Поэтому, если обугливание днища шкафа, комода или иного предмета оказывается столь же сильным, как и в верхней части или еще сильнее, такое аномальное явление следует рассматривать как явный признак горения жидкости или другого инициатора горения.

Отбор проб ЛВЭ, ГЖ и ГСМ. Вещественные доказательства в виде остатков различных нефтепродуктов (капли и лужицы) могут быть собраны шприцем, стеклянными капиллярными трубками. В отсутствии вышеуказанных предметов, для отбора проб нефтепродуктов могут быть использованы ватные тампоны или фильтровальная бумага. Поскольку большинство нефтепродуктов обладают большой летучестью, то отобранные вещественные доказательства лучше всего помещать в чистые стеклянные сосуды с притертыми пробками и заливать их для герметичности парафинов или воском. Не допускается использование пробок из резины для закрытия склянок с веществами (например, нефтепродуктами), разъедающими ее. В случае обнаружения на месте пожара остатков ГЖ в бутылках, их следует

[1] Юн Н.В., Чешко И.Д., Плотников В.Г. Осмотр места пожара: Методическое пособие. С. 206.

закупорить чистыми полиэтиленовыми или корковыми пробками, если остатки горючей жидкости обнаружены в таре, которую трудно герметизировать (банка, бидон, деформированная или разбитая емкость и.т.п.), жидкость нужно перелить в чистую стеклянную емкость или пробирку с пробкой. Если остатки жидкости, обнаруженные на полу или другой поверхности, не успели впитаться или испариться, их необходимо собрать чистой ватой (марлей, тряпкой, фильтровальной бумагой) и поместить в такую же посуду. Для отбора горючей жидкости в качестве вещественного доказательства, нельзя применять бутылки из пластика, а для закупорки тары резиновые пробки.

Отбор проб древесины. Если древесина не имеет дефектов (сучков, трещин, сколов) следует отобрать пробу древесины с поверхности на глубину не более 1 мм, при помощи ножа или стамески. Особое внимание при отборе проб следует уделять трещинам и сучкам, высверливая или вырубая их на всю глубину и отбирая стружку или щепки. ЛВЖ и ГЖ или их остатки на торцевой поверхности вдоль волокон изымаются с торцевой части длиной 9–10 см, способом спила или отруба. Стружку следует снимать в наиболее вероятных для наличия нефтепродуктов участках древесины, отбирая пробы со стороны без обугливания. В случаях, когда нефтепродукт успел впитаться в древесину, необходимо вырезать (выпилить) его образцы с пятнами жидкости. Когда нефтепродукт успел стечь или просочиться, то его следы можно обнаружить под первичными обугленными деревянными конструкциями (например, под подоконниками нефтепродукты могут скапливаться на венцах сруба, мхе или пакле).

Отбор проб грунта. Отбор проб грунта на предмет наличия нефтепродуктов рекомендуется производить на глубине 20–30 мм ниже его прокаленного слоя при помощи лопаты, шпателя или широкого ножа. Во всех случаях отбора образцов для анализа надо брать контрольные образцы того же материала, не содержащие следов пропитки. Ввиду того, что некоторые виды нефтепродуктов имеют свойство стекать, просачиваться, то

целесообразно отбирать пробы грунта у основания очагового конуса возле наружных стен зданий, под дощатыми настилами и несгораемыми покрытиями.

Отбор проб тканей. В отличие от древесины отбор проб тканей не вызывает затруднений. В том случае, если объект изъятия нельзя отправить на исследование (экспертизу), вырезается ножницами участок, на котором обнаружены или предполагается обнаружить следы ЛВЖ или ГЖ. На исследование можно отбирать и обгоревшие (участки) фрагменты тканей. При отборе проб с мягкой мебели целесообразно отбирать также пробы материала, находящегося под обивкой[1].

Пробы грунта, древесины, тканей и других материалов (кроме ЛВЖ и ГЖ) допускается упаковывать в полиэтиленовую пленку, желательно в несколько целлофановых пакетов. Упаковка и транспортировка изъятых вещественных доказательств должна обеспечивать их полную сохранность и исключить возможность утраты характерных признаков и качеств. Упакованные предметы опечатываются, снабжаются надписью, содержащей наименование предмета, место его обнаружения, дату изъятия, должность и фамилию изъявшего.

Для обнаружения в очаговой зоне пожара следов ЛВЖ и ГЖ используется полевой газоанализатор «Колион» (рисунок 2.8). Переносной фотоионизационный газоанализатор в области исследования пожаров предназначен для определения наличия в очаговой зоне пожара следов традиционных инициаторов горения (средств поджога – легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) и установления места их наибольшей концентрации с целью отбора проб для последующей их идентификации в лабораторных условиях.

---

[1] Методические рекомендации по определению очага пожара и изъятию вещественных доказательств с места пожара. Официальный сайт МЧС России URL: https://35.mchs.gov.ru.

Принцип действия прибора состоит в следующем: «анализируемый воздух непрерывно прокачивается через фотоионизационный детектор (ФИД), установленный в газоанализаторе с помощью встроенного микрокомпрессора. В измерительной камере детектора происходит ионизация контролируемых веществ вакуумным ультрафиолетовым (ВУФ) излучением. Ионы под действием электрического поля перемещаются в ионизационной камере»[1].

Получаемый токовый сигнал пропорционален концентрации анализируемых веществ. При этом компоненты чистого воздуха не ионизуются. Значения концентрации в мг/м ^{3} представляется в цифровом виде на жидкокристаллическом индикаторе. Для работы в условиях пониженной освещенности предусмотрена подсветка индикатора. Специально для работы на месте пожара пробоотборник прибора укомплектован металлическим наконечником с легкосъемным фильтром (для исключения попадания золы, грязи и т.п. веществ в микрокомпрессор). Прибор оснащен сигнальным устройством, которое формирует звуковой и световой сигнал, когда измеряемая концентрация превышает установленный уровень.

Далее рассмотрим лабораторный метод исследования ЛВЖ и ГЖ – газожидкостную хроматографию: «Этот метод является основным аналитическим методом, который применяется при анализе сложных смесей, в том числе бензинов и других светлых нефтепродуктов, а также различных составных растворителей, которые часто используются как инициаторы и ускорители горения при поджогах, так как являются легковоспламеняющимися и горючими жидкостями. С помощью газожидкостной хроматографии устанавливают тип, марку инициатора горения. Характерные особенности состава различных ЛВЖ и ГЖ, выявляемые данным методом, настолько индивидуальны, что позволяют

[1] Дашко Л.В. Указ. соч. С.21.

четко диагностировать и, при необходимости, идентифицировать исследуемый инициатор горения даже без применения проб сравнения»[1].

Газохроматографический анализ проводится на хроматографе «Кристалл» (Россия) модели 5000.2 (рисунок 3.9) на капиллярных колонках без деления пробы. Данный вариант имеет следующее преимущество: в процессе ввода пробы одновременно происходит и концентрирование. Температура колонки в момент ввода пробы должна быть на 100–300 °С ниже температуры кипения растворителя. Это вызвано тем, что растворитель (диэтиловый эфир, гексан) конденсируется на начальном участке колонки, что в свою очередь приводит к образованию узкой зоны присутствующих в пробе относительно низкокипящих компонентов, то есть к их концентрированию (эффект «растворителя»). Компоненты с более высокими температурами кипения (выше 1500 °С) концентрируются за счет резкого охлаждения (температура испарителя 220–2500 °С). Величина пробы может достигать 10 мкл (обычно 0,5–2 мкл).

При использовании ввода пробы без деления потока обязательно применение перегнанных растворителей, так как происходит концентрирование не только извлеченных компонентов, но и примесей самого растворителя. При этом даже если применен заведомо чистый растворитель, все равно необходим его предварительный анализ для учёта компонентов, не имеющих отношения к исследуемому образцу.

Качественную интерпретацию результатов анализа проводят с использованием чистых стандартных веществ. Другой способ – анализ предварительно испаренных образцов бензина, уайт-спирита, керосина и дизельного топлива и сравнение полученных данных с экспериментальными.

Для количественной оценки целесообразно применять методы нормировки и соотношения отдельных компонентов или групп компонентов. Как известно, светлые нефтепродукты имеют весьма сложный

[1] Шарапов С.В. Экспертная диагностика остатков легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, изымаемых с места пожара, и критерии их классификации. М., 2008. С. 147.

индивидуальный состав: парафины нормального и изостроения, нафтены, непредельные и ароматические углеводороды. Основным процессом, влияющим на изменение состава этих нефтепродуктов, является испарение. Смоделировать данный процесс с учетом всех внешних факторов (температурное воздействие; влияние поверхности предмета-носителя; условия отбора, хранения, транспортировки; состояние внешней среды до отбора образцов и прочее) конкретной ситуации практически невозможно. Общая закономерность – уменьшение (вплоть до полного исчезновения) относительно легких фракций нефтепродукта и увеличение относительно тяжелых.

При качественной и количественной оценке результатов анализа решаются в основном два вопроса. Во-первых, необходимо определить, какие компоненты и в каком соотношении входят в состав исследуемого образца. Во-вторых, на основании полученных данных и общих закономерностей процесса испарения следует установить исходный, первоначальный вид нефтепродукта, выполнить своего рода реставрацию объекта исследования[1].

В заключении стоит отметить, что анализ полученных хроматограмм позволяет получать весьма значительный объем информации об индивидуальном составе нефтепродуктов. Рекомендуется наряду с распределением н-парафинов учитывать относительное содержание некоторых ароматических углеводородов, соотношение площадей пиков нормальных углеводородов и суммы площадей пиков компонентов, элюирующихся между пиками нормальных парафинов.

---

[1] Колычев И. А. Установление следов нефтепродуктов, измененных в процессе термического воздействия, высокоэффективной жидкостной хроматографией. М., 2001. С.89.

3.2 Способы исследования проводников

Причастность к возгоранию электротехнических приборов, электропроводок и устройств в обязательном порядке нужно выявить в случае нахождения в очаговой зоне электрооборудования и, если электросеть была под напряжением. Это и не удивительно, ведь электрооборудование пожароопасно и его причастность к возникновению пожара обязательно нужно установить.

Есть всего три пожароопасных режима. Первый режим – короткое замыкание, при нем происходит соединение разнополярных проводников, находящихся под напряжением, через малое сопротивление, не предусмотренное режимом работы цепи, машины или аппарата. Второй режим – перегрузка, когда в проводниках возникают токи, превышающие величины, допускаемые нормами. Третий режим – большие переходные сопротивления (БПС) в местах перехода тока с одной контактной поверхности на другую через площадки их действительного соприкосновения, которые локально выделяют большое количество тепла.

Следами короткого замыкания можно назвать разнообразные оплавления проводников и проплавления в металлических деталях. Своеобразная форма оплавлений (шаровая, овальная, каплеобразная с гладковытянутой или неровной поверхностью, либо в виде выемок с неровными наплывами) и их локальный характер свидетельствует о коротком замыкании. Локальное оплавление на медном проводнике приведено на рисунке 3.10.

Ключевая проблема исследования проводников заключается в диагностировании механизма и условий их разрушения для установления связи между возможным аварийным режимом работы электросети и возникновением пожара.

Существует ряд признаков больших переходных сопротивлений – хрупкость и растрескивание изоляции, изъязвление контактных площадок вследствие искрения, цвета побежалости на металле.

Самый главный признак для аварийных режимов работы электрооборудования – обугливание изоляции на кабелях, шнурах и проводах со стороны токопроводящих жил (то есть изнутри).

Стоит отметить, что повреждения на электротехнических изделиях могут быть не только вследствие воздействия электрического тока, но и иными факторами, например, механические повреждения или воздействие температуры пожара. Оплавления, вызванные теплом пожара приведены на рисунке 3.11.

Поскольку исследование проводников проводится комплексно, оно состоит из нескольких этапов:

– визуальный осмотр;

– морфологический анализ;

– рентгеноструктурный анализ;

– металлографический анализ;

– испытание на изгиб[1].

У специалиста, устанавливающего причину пожара и обнаружившего в очаговой зоне характерные разрушения токоведущих проводов, должно возникать, по крайней мере, два вопроса:

– «являются ли данные разрушения (оплавления) следствием электрического дугового процесса или провода разрушились по другой причине, например, под воздействием пламени пожара?

– если в расплавлении провода повинен все-таки дуговой процесс, то первично или вторично короткое замыкание (КЗ)»[2]?

---

[1] Воронов С.П., Булочников Н.М., Черничук Ю.И., Москвич С.В. Исследование медных проводников с целью установления признаков очагов пожара // Материалы восьмой международной конференции. Системы безопасности СБ-99. МИПБ МВД России. М., 1999. С. 33.

[2] Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). С. 235

Посредством визуального осмотра можно сделать промежуточные выводы о причине разрушения проводника. Оплавления, которые появились под действием электрической дуги при коротком замыкании, имеют локальный характер и округлую форму, а сечение проводника может быть изменено только рядом с зоной оплавления.

Для проводников, оплавленных в результате термического воздействия пожара, характерна протяженная зона оплавления, значительные изменения сечения по длине провода.

Под воздействием сверхтока КЗ в проводнике изоляция отслаивается от жилы и легко снимается. А при нагреве внешними тепловыми потоками в ходе пожара, изоляция размягчается, течет, но в остальных не нагретых местах плотно прилегает к проводнику.

Вторым режимом, при котором плавится или разрушается проводник, является перегрузка. При ней возникают признаки, схожие с теми, что возникают под действием теплового воздействия пожара.

Есть четыре основных вида воздействий, которые могут разрушить токопроводящую жилу:

– «внешнее термическое воздействие в ходе пожара;

– аварийный режим в электросети (КЗ, перегрузка);

– взаимодействие разнородных металлов в условиях внешнего нагрева;

– воздействие значительных механических нагрузок на проводник (например, при обрушении строительных конструкций)»[1].

В таблице 3.1 приведен перечень признаков на поверхности разрешенных проводников, указывающих на причину разрушения.

Эти признаки устанавливаются осмотром проводов и под металлографическим микроскопом. В том случае, когда морфологический

[1] Чешко И.Д. Указ. соч. С.256.

анализ (визуальный осмотр) не дает эксперту ответ на вопрос о причине разрушения провода, проводится металлографическое исследование. В этом случае можно в полном объеме определить причину разрушения токопроводящей жилы.

Далее рассмотрим рентгенографическую методику исследования медных и алюминиевых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия. Преимущество рентгеновской методики состоит в том, что, наряду с возможностью получить определенную информацию о моменте возникновения короткого замыкания (КЗ), она позволяет сохранить само место оплавления для дальнейших исследований другими методами.

Рентгенографическая методика исследования медных проводников основывается на том, что результат взаимодействия меди с кислородом зависит от условий протекания процесса и сопровождается образованием окиси меди, либо закиси меди, причем последняя термодинамически устойчива при температуре 800 °С.

Условия окисления медного проводника (состав окружающей среды, а также температура и особенности ее изменения) при первичном коротком замыкании (ПКЗ) и вторичном (ВКЗ) различны.

В случае ПКЗ температура проводника вблизи дуги, где затем наблюдается оплавление, превышает температуру плавления меди (1083 °С) и постепенно понижается вдоль проводника по мере удаления от места оплавления. Вследствие этого на поверхности проводника закись меди, которая устойчива выше 800 °С и сохраняется при быстром охлаждении, наблюдается вблизи зоны оплавления на участке, где температура была выше 800 °С и почти отсутствует, либо ее содержание гораздо меньше вдали от оплавления.

На расстоянии уже 25–30 мм от места оплавления условия взаимодействия меди с кислородом таковы, что содержание меди соответствует содержанию в исходном состоянии или общему уровню окисления.

При ВКЗ события развиваются совершенно иным образом: «так как образованию дуги предшествует одновременный интенсивный нагрев и окисление всего проводника, вследствие чего нет условий для возникновения выраженного различия в содержании закиси меди по длине проводника»[1].

Далее необходимо рассмотреть рентгенографическую методику, которая направлена на установление присутствия закиси меди на поверхности изъятого проводника. Кроме того, она позволяет установить изменения содержания меди по мере удаления от места оплавления.

Подготовка к исследованию проводится следующим образом. От проводников, изъятых на месте пожара, отделяют отрезки, примыкающие к месту оплавления (МО), вместе с оплавлением. Эти образцы необходимо аккуратно промыть в этиловом спирте, протереть марлевым тампоном для удаления с поверхности загрязнений и налета окиси меди. Это целесообразно делать, поскольку две сильные дифракционные линии окиси и меди лежат по обе стороны и очень близко от аналитической линии закиси меди.

Рентгенографирование включает в себя регистрации дифракционных линий закиси меди, по крайней мере, в двух местах каждого образца, подлежащего исследованию. Одно место должно непосредственно примыкать к месту оплавления (МО). Однако необходимо следить, чтобы МО не попадало в рентгеновский пучок, направляемый на образец, поскольку место оплавления имеет крупнозернистую структуру литого металла и его дифракционный спектр может существенно исказить получаемый результат, влияя на интенсивность дифракционной линии меди, используемой в расчете. Второе место для рентгенографирования должно быть взято на расстоянии примерно 30 мм от МО.

Для рентгенографического исследования таких образцов следует использовать штатную приставку для проволочных образцов дифрактометра

[1] Митричев Л.С., Колмаков А.И., Степанов Б.В., Российская Е.Р., Вртанесьян Э.В., Зернов С.И. Исследование медных и алюминиевых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия. М.: ВНИИ МВД СССР, 1986. С. 135.

РДУ-01 «ФАРАД», как раз и предназначенную для работы с образцами в виде проводников и исследования микроколичеств вещества, наносимого на стержень из рентгеноаморфного материала или материала внутреннего стандарта. Приставка является легко съемной в связи с тем, что имеется необходимость юстировки каждого образца, закрепляемого в держателе приставки, имеющей посадочное гнездо для установки держателей образца.

Приставка снабжена тремя держателями образца с отверстиями по оси диаметром 0,8 мм, 2мм и 5 мм для удобной установки в одном из них проводника подходящего размера. Для закрепления образца, введенного своим свободным концом в канал держателя, можно использовать штатный режим, выполненный из упругого материала, или любые подсобные средства, в том числе пластилин. Однако в последнем случае надо следить, чтобы пластилин не попадал на рентгенографируемые участки образца, поскольку в результате неоднократного использования в пластилине могут задержаться посторонние кристаллические вещества, в том числе и оксиды меди.

Держатель с образцом надо ставить в приставку, перенести ее и установить в гнездо поворотного столика юстировочной приставки, снабженной микроскопом. Цель этой юстировки заключается в том, чтобы вывести ось исследуемого проводника (на участке, который будет затем рентгенографироваться) на ось вращения поворотного столика приставки. Это необходимо для того, чтобы исключить смещение рентгенографируемой поверхности проводника при его вращении во время съемки.

Для выполнения юстировки образца следует установить поворотный столик юстировочной приставки таким образом, чтобы один из нажимных регулировочных винтов рабочей приставки находился справа или слева. Поворачивая этот регулировочный винт, надо совместить ось образца с центром перекрестия. Затем следует повернуть столик приставки на 90° и, вращая другой регулировочный винт, добиться опять совмещения оси образца и перекрестия. После этого, поворачивая столик, следует убедиться в

отсутствии биения того участка образца, который будет в дальнейшем рентгенографироваться. При этом другие участки могут совершать значительные колебания, если образец изогнут, но на это не следует обращать внимание. В том случае, если отъюстированный образец все же совершает недопустимые колебания (>0,1мм), то надо повторить юстировку более тщательно.

По завершении юстировки образца рабочую приставку надо перенести и установить на оперативном столе аппарата, предварительно открыв крышку защиты. На корпус ловушки прямого пучка рунтгеновского излучения следует установить диск с флуоресцентным экраном. Закрыв крышку защиты, можно включить высокое напряжение. На флуоресцентном экране появится изображение сечения пучка рентгеновских лучей и в нем тень от образца, которая должна быть примерно в середине, если диаметр образца не превышает сечение пучка. Поправить положение тени образца можно с помощью диска с накаткой, край которого выступает рядом с установленной рабочей приставкой. Вращение диска вызывает поступательное перемещение всей рабочей приставки в направлении, перпендикулярном оси образца. Если диаметр образца больше или соизмерим с горизонтальным сечением пучка, то в центр пучка следует вывести не ось образца, а его край. При этом сама тень образца должна находиться ближе к передней стороне оперативного стола, а не затененная, оставшаяся часть пучка – дальше.

Теперь можно приступить к рентгенографированию. Для этого надо, открыв крышку оперативного стола, удалить с ловушки диск с флуоресцентным экраном, закрыть крышку, включить высокое напряжение, включить двигатель вращения образца, приступить к регистрации дифракционного спектра от участка вблизи оплавления, нажать клавишу СТАРТ, расположенную на экране компьютера.

По завершении регистрации следует выключить высокое напряжение, открыть крышку и перенести рабочую приставку на поворотный столик

юстировочной приставки. Образец следует держать на 30–35 мм вдоль оси держателя таким образом, чтобы перекрестие попало на второй, то есть удаленный от МО участок образца. Затем необходимо произвести юстировку этого участка, а по завершении ее вернуть в рабочую приставку на оперативный стол. Произвести повторное рентгенографирование, регистрируя дифракционный спектр удаленного на 30–35 мм от МО участка на нижнюю панель экрана монитора.

Существует еще один наиболее простой способ – испытание проводника на изгиб, к сожалению, он не совсем точный и надежный. Этим способом можно установить места с разной внутренней структурой, ведь в местах с рекристаллизацией твердость гораздо меньше, и гнутся они лучше.

Перейдем к другому методу исследования проводников – металлографическому исследованию. Оно проводится после рентгеноструктурного и несет больше информации, поэтому можно легче определить условия, в которых произошло короткое замыкание. В лаборатории исследуемый участок провода (шарик оплавления) заливают в специальный твердеющий состав и делают так называемый «шлиф» на шлифовальном станке.

ИМЛ «ШЛИФ» – это полный спектр оборудования, необходимого для обеспечения и проведения металлографического исследования (рисунок 3.12).

Установка для приготовления металлографических шлифов ШЛИФ-2М (рисунок 3.13) предназначена для предварительной подготовки образцов к проведению металлографического исследования методом механической шлифовки (последовательная шлифовка исследуемой поверхности образцов на наждачной бумаге разной зернистости – от грубой до тонкой)[1].

Установка для приготовления металлографических шлифов ШЛИФ-1М (рисунок 3.14) предназначена для предварительной подготовки образцов к проведению металлографического исследования методом механической

[1] Левин В.А. Пожарно-техническое оборудование. М.: ЭКЦ МВД России, 2017. С. 96.

полировки (полировка исследуемой поверхности образцов на сукне или фетре с добавлением полирующих суспензий).

Установка электрохимического полирования ШЛИФ-2ТМ (рисунок 3. 15) предназначена для окончательной доводки поверхности металлографических шлифов перед проведением исследования.

Важной особенностью установки является возможность наблюдения внутренней микроструктуры исследуемых объектов во время проведения электрохимической полировки и травления, что особенно важно для получения качественной поверхности и структуры.

Шлиф обрабатывают кислотным составом («травят») для того, чтобы проявлялась структура металла. Далее рассматривают ее с помощью металлографического микроскопа (рисунок 3.16). Он позволяет проводить исследования сразу после окончания травления без перестановки образца. Структура оплавления при разных условиях отличается: «Короткое замыкание в нормальных условиях происходит при относительно низкой температуре окружающей среды, поэтому рост кристаллов меди при охлаждении их расплава происходит в основном в направлении максимального оттока тепла по проводнику, в результате образуется зона вытянутых кристаллов – столбчатых дендритов». [1]

Исходные медные и алюминиевые провода имеют волокнистую, а медь – еще и мелкозернистую нерекристаллизованную структуру. На проводе, который подвергся тепловому воздействию пожара, с приближением к зоне нагрева иногда можно разглядеть участки, на которых произошла частичная, полная и собирательная рекристаллизация, пережог, плавление и разрушение. Зону пережога можно увидеть только в алюминиевых проводниках.

Структура проводников после КЗ меняется локально в месте разрушения. У алюминиевых проводников на металлографическом шлифе можно установить участки с литым рекристаллизованным зерном.

[1] Левин В.А. Указ.соч. С. 131.

Изменений структуры металла на других участках провода не наблюдается, поскольку КЗ не приводит к нагреву проводов, способному обеспечить протекание процесса рекристаллизации[1].

Исходная и рекристаллизованная структуры алюминиевого провода приведена на рис.3.17, 3.18.

В медных проводниках локально изменена структура в зоне разрушения (литая, равноосная рекристаллизованная, смешанная, исходная нерекристаллизованная). Разрушенный под действием механических нагрузок, проводник в месте разрыва имеет структуру вытянутых вдоль его оси зерен.

Особой задачей является дифференциация перегрузки и внешнего теплового воздействия пожара как причин термического поражения (разрушения) проводника.

Начнем с алюминиевых проводников: «Как при перегрузке, так и при расплавлении проводника под действием внешнего теплового потока на металлографических шлифах фиксируются зоны с исходной нерекристаллизованной структурой, зона с частично рекристаллизованной структурой, зона с равноосной рекристаллизованной структурой, включающая участок с мелкозернистой структурой пережога, зона с литой структурой»[2].

При перегрузочном режиме переходная зона с частично рекрсталлизованной структурой достаточно узкая – менее 1 мм, в то время как при тепловом воздействии пожара – 8–10 мм.

В случае внешнего локального нагрева в расплавленном проводнике просматривается места с крупнозернистой рекристаллизованной структурой пережога, параметры таких зерен равны диаметру проводника. В случае нагрева током подобная структура не проявляется. Схематическое

[1] Чешко И.Д. Указ.соч. С.401.
[2] Чешко И.Д. Указ.соч. С. 130.

изображение жилы провода после токовой нагрузки приведено на рисунке 3.19.

В ходе нагрева при пожаре в проводе, который разрушился при перегрузке, возникают изменения, и образовывается крупнозернистая рекристаллизованная структура. Однако характерный признак – мелкозернистая структура пережога, литая структура, а также переходная зона сохраняются[1].

К сожалению, сказанное выше характерно только в случае, когда проводник во время пожара не нагрелся свыше 600 °С. Поскольку эта температура является предельной и дальнейшее исследование невозможно.

В основном, признаки разрушения медных проводников, по которым определяют перегрузку и внешнее тепловое воздействие на проводник, идентичны проводникам из алюминия. При перегрузке на проводниках появляются зоны с исходной нерекристаллизованной, смешанной, равноосной рекристаллизованной структурой, зоны с литой структурой.

Надо отметить, что в отличие от алюминия, у медных проводников отсутствует зона со структурой пережога. Проявляются участки с литой структурой на поверхности провода, а на ней небольшие капли меди.

Под воздействием внешнего теплового потока проявляется зона с крупнозернистой рекристаллизованной структурой пережога, а участок с переходной структурой занимает больший размер (до 10 мм) по сравнению с перегрузкой.

Все вышеупомянутое позволяет сделать вывод о том, что ширина переходной зоны представляет один из главных дифференцирующих признаков перегрузки и внешнего теплового воздействия.

При перегрузке она очень узкая – до 1 мм, при внешнем тепловом воздействии – широкая – до 10 мм. Чтобы не упустить этот признак и установить местонахождение границы между зонами с различной кристаллической структурой, нужно достаточно точно выбрать участок

[1] Чешко И.Д. Указ.соч. С.405.

провода для изготовления шлифа и съемки. Это один из наиболее сложных моментов данного исследования. Для нахождения на проводе указанного участка предлагается предварительно по длине провода, в котором возможно было прохождение токов перегрузки, выполнить съемку серии рентгенограмм. На найденном участке делается шлиф, который затем исследуется металлографическим методом.

3.3 Рассмотрение других электротехнических объектов, причастных к пожару

Рассмотрим метод установления момента аварийного режима работы в лампах накаливания. Причинами пожара они могут стать в двух случаях. Первый случай – лампа тепловой источник материалов, находящихся с ней в контакте или поблизости, который нагрел их до критической температуры. Второй случай – при аварийном режиме работы лампы, во время которого она разрушается. В этом случае происходит выброс раскаленных частиц, которые могут привести к возгоранию веществ и материалов, которые находятся поблизости.

Очень распространенный аварийный режим в лампах накаливания, когда возникает дуга между никелевыми электродами. Она образовывается в последствие локального перегрева проволоки в зоне соединения спирали с электродом во время перегорания нити накала. Перенапряжение в электросети содействует появлению дуги, однако и при номинальном напряжении возможно возбуждение дуги. Схематическое изображение лампы накаливания приведено на рисунке 3.20.

Дуга может гореть до 10–15 секунд, а частицы расплавленного металла, которые разбрызгиваются в процессе ее горения, представляют пожарную опасность. Эти частицы проплавляют колбу и разлетаются на 2,6 м.

Установление причастности ламп накаливания к возникновению пожара проводится в два этапа. Первый отвечает на вопрос о наличии

напряжения в лампе в момент пожара и выявление признаков аварийного режима работы. Второй этап определяет первичность или вторичность аварийного режима работы лампы.

Наличие напряжения на лампе в момент начала пожара является условием, при котором имеет смысл рассматривать данную версию о причине пожара.

Признаками наличия напряжения являются следующие визуально фиксируемые разрушения отдельных деталей лампы:

– «Оплавление электродов;

– Пробой лопатки, линзы;

– Оплавление крючков;

– Прожог цоколя;

– Разрушение спирали и ее приваривание к крючкам;

– Деформация или отделение штабика при целостности колбы лампы;

– Разрушение одного из внешних выводов электродов;

– Расплавление (срабатывание) предохранителя;

– Наличие металлических вкраплений в тарелке»[1].

Наличие даже одного из вышеперечисленных признаков свидетельствует о напряжении в лампе.

Рассмотрим причину пробоя линзы, возникающую при пожаре. Нагреваясь, в лампе меняются свойства стекла, оно постепенно утрачивает свои свойства диэлектрика. Происходит увеличение тока через стекло линзы, которое и приводит к пробою.

Как правило, это можно легко обнаружить, установив потемневший участок между платинитовыми вставками или стеклом лопатки, у линзы – между молибденовыми крючками. Также визуально хорошо заметно расплавление стекла и отделение штабика и электродов от лопатки. Далее устанавливается первичность или вторичность аварийного режима. С

[1] Чешко И.Д. Указ.соч. С. 350.

помощью визуального осмотра можно выявить следующие признаки первичности аварийного режима:

– Наличие металлических частиц (никеля), впаянных в осколки колбы;

– Проплавление колбы лампы частицами металла;

– Оплавление электродов и уменьшение их по массе и размерам.

Вышеперечисленные признаки являются следствием горения электродуги внутри лампы и разлета при этом частиц расплавленного никеля.

Рентгеноструктурному исследованию подвергаются лампы, оставшиеся в патроне. Это связано с тем, что при падении исследуемых частей лампы на горящие расположенные вблизи предметы возможно активное взаимодействие деталей с кислородом, приводящее к изменению фазового состава окисного слоя.

«Для исследования отбирают участки держателей и электродов длиной 10–12 мм непосредственно из места их соприкосновения с вольфрамовой спиралью. При отборе образцов необходима осторожность, дабы исключить возможность повреждения тонкого окисного слоя на их поверхности»[1].

Оксид вольфрама, присутствующий на электродах и крючках является признаком напряжения на лампе в момент потери ею герметичности. В том числе, наличие этого вещества показывает возможную причастность лампы к возникновению пожара. «Оксид вольфрама появляется на объектах исследования в связи с сильным окислением вольфрамовой спирали, нагретой до 2250 °С, при разгерметизации (разрушении колбы) лампы. Продукты окисления при этом разлагаются и осаждаются на более холодных, чем спираль, деталях лампы. Такого эффекта только за счет нагрева выключенной из электросети лампы при температурах пожара не достигается»[2].

---

[1] Галишев М.А. Установление технической причины пожара при расследовании дел о пожарах. СПб: СПБ университет ГПС МЧС России, 2017. С.136.

[2] Смелков Г.И. Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электрических устройствах. М.: Стройиздат, 2001. С.31.

Аварийный режим в лампе накаливания, которая находилась под напряжением, мог возникнуть и в результате пожара, при внешнем нагреве лампы. Как мы уже отметили, нагреваясь внешним тепловым потоком, стекло в лампе утрачивает свойства диэлектрика, ток растет и приводит к пробою.

Вторичные признаки аварийного режима:

– Пробой линзы;

– Одновременный пробой линзы и оплавление электродов;

– Пробой стекла линзы;

– Сохранность предохранителя при разрушенной спирали.

Электродуговой аварийный режим в лампе накаливания сопровождается разбрызгиванием частиц расплавленного металла – никеля. Именно этот процесс при определенных условиях приводит к пожару. В начале аварийного режима, до тех пор, пока колба лампы не лопнула, мельчайшие частицы никеля осаждаются на внутренней поверхности лампы. Нахождение там этих частиц свидетельствует о горении дуги и причастности лампы к возникновению пожара.

Установить осажденные частицы никеля возможно на любой стеклянной детали лампы, либо методом химического анализа. Остановимся на нем и разберем подробно.

На стекло наносят каплю 30 % азотной кислоты и подсушивают стекло на нагретой поверхности электроплитки или в сушильном шкафу[1]. Следом туда же наносят каплю насыщенного спиртового раствора диметилглиоксима. В присутствии никеля в следовых количествах стекло окрашивается в интенсивный розовато-красный цвет.

В том случае, если результат плохо выражен необходимо повторить исследование в виде микроанализа: «Для этого необходимо на анализируемую поверхность стекла нанести 2–3 капли азотной кислоты;

[1] Смелков Г.И. Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электрических устройствах. М.: Стройиздат, 2001. С. 32

через 1–2 минуты каплю раствора снимают с объекта пипеткой и помещают на предметное стекло микроскопа. К пробе добавляют по одной капле 25 % раствора аммиака и раствора диметилглиоксима. В присутствии ионов никеля под микроскопом можно увидеть красные игольчатые кристаллы комплексной соли диметилглиоксимата никеля»[1].

Далее рассмотрим люминесцентные светильники и методы их исследования. В таких светильниках пожарную опасность представляет не сама люминесцентная лампа, а пускорегулирующая аппаратура (ПРА) – стартеры, дроссели, конденсаторы[2]. Они являются наиболее теплонапряженными элементами люминесцентных светильников.

Во время аварийного режима работы возможно воспламенение горючих теплоизоляционных материалов, такое может случиться при перегреве обмотки дросселя. Дроссель – небольшой объем горючей среды, внутри которой размещен потенциальный источник зажигания – нагретый обмоточный провод.

«Перегрузка и перегрев дросселя может случиться вследствие межвиткового замыкания в обмотке, из-за старения лампы, потери ею эмиссии и работы из-за этого в выпрямляющем режиме, из-за повышенного переходного сопротивления контактных соединений, а также при других дефектах. У стартера может произойти залипание контактов вследствие многократного замыкания – размыкания при включении. Это приводит к длительному протеканию пускового тока, перегреву и плавлению материалов в контактных точках»[3].

Возможные аварийные пожароопасные режимы работы ПРА в той или иной степени связаны с прохождением по обмотке дросселя сверхтока, превышающего номинальный в определенное число раз. Превышение

---

[1] Чешко И.Д. Указ. соч. С. 269.
[2] Юн Н.В., Чешко И.Д., Указ. соч.. С. 218.
[3] Чешко И.Д. Указ. соч. С. 270.

температуры оболочки зависит от кратности тока, и она может достигать 200–220 °С.

Критической температурой аппарата называют ту, при которой происходят тепловые процессы и воспламенение горючих материалов. Границы такой температуры 155–200 °С для разных ПРА. При 30–40 минутах критической температуры заметен дым, а иногда выброс пламени из-под оболочки с дальнейшим воспламенением ПРА.

Специальных методик исследования люминесцентных светильников и, в том числе ПРА, не существует. Но, как показывает практика, люминесцентные светильники часто становятся потенциальными объектами исследования.

В этом случае измерять электросопротивление обмотки дросселя в большинстве случаев бесполезно. Потому, как во время пожара происходит выгорание лаковой изоляции проводов обмотки. Не лишним в этом случае будет осмотреть и сравнить состояния ПРА, который находился в зоне очага пожара, и дросселей, стартеров светильников вне очаговой зоны.

При аварийной работе ПРА, как правило, характерны наиболее серьезные термические поражения – локальные оплавления, вытекание изоляционного состава, деформация корпуса светильника в зоне установки аварийного ПРА и иные подобные признаки.

В том случае, когда в дросселе осталась заливочная масса, можно смело говорить о том, что он не причастен к возникновению пожара. Если же эта масса отсутствует, имеет смысл внимательно осмотреть обмотку для обнаружения следов межвитковых замыканий (локальных оплавлений).

Стартер желательно осмотреть для установления слипания (сваривания) его контактов. Полезно также осмотреть и измерить электросопротивление конденсаторов, входящих в комплект ПРА, для обнаружения их пробоя. Пробой конденсатора, шунтирующего стартер, приводит к тем же последствиям, что и слипание контактов стартера, то есть к возникновению предпожарной ситуации. При этом в обоих случаях

устройства электрозащиты, как правило, не срабатывают, ибо сила тока ограничивается дросселем и остается близкой к номинальной[1].

В последнее время для освещения очень широко используются галогенные лампы и светодиодные лампы или светильники. Галогенная лампа является типом лампы накаливания. Отличие заключается в том, что её конструкция находится в специальном газе – галогене, который закачан в колбу устройства.

Светодиодные лампы или светодиодные светильники, — источники света, основанные на светодиодах. Их разделяют на светильники и их части – сменные лампы.

Светодиодный светильник является отдельным устройством. Он состоит из цоколя, металлического корпуса, служащего одновременно радиатором, платы со светодиодами, электронного драйвера (преобразователя питания) и полупрозрачной пластмассовой полусферы. Светодиодные источники света в большинстве случаев применяют для направленного или местного освещения по причине особенностей полупроводникового излучателя светить преимущественно в одном направлении.

Перечисленные источники освещения также могут являться источником возгорания, но, к сожалению, специальных методик их исследования также не существует.

Далее обратимся к исследованию плавких предохранителей. Плавкий предохранитель является компонентом силовой электроники одноразового действия, осуществляет защитную функцию. По ГОСТу это: «устройство, которое за счёт расплавления одной или нескольких его деталей, имеющих определённую конструкцию и размеры, размыкает цепь, в которую оно

[1] Чешко И.Д. Указ. соч. С. 281.

включено, прерывая ток, если он превышает заданное значение в течение определённого времени»[1].

Определить целостность плавкой вставки можно с помощью измерения ее электросопротивления. В том случае, если вставка разрушена, необходимо приступить к визуальному осмотру, чтобы установить причину ее разрыва.

Вследствие КЗ плавкая вставка разрушается, хорошо просматривается место ее плавления, а на поверхности корпуса предохранителя мелкие брызги металла.

При перегрузке или коротком замыкании через переходное сопротивление идет медленный нагрев, постепенное плавление вставки и на ней образуются потеки, наплывы металла. На внутренней поверхности корпуса мелкие частицы металла отсутствуют.

Не лишним будет рассмотреть автоматические выключатели (автоматы). При осмотре автоматического выключателя после пожара необходимо установить его вид, размеры и маркировку на корпусе. Также необходимо зафиксировать положение рычага управления и механизма расцепителя.

Все клавишные (рычажные) автоматы, за исключением кнопочного, помимо положения включено 1 и выключено 0, имеют промежуточное положение механизма расцепителя – автоматическое выключение, при котором защелка расцепителя выходит из зацепления, а рычаг занимает положение между 1 и 0, ближе к 1[2].

«Нахождение рычага в промежуточном положении свидетельствует о факте автоматического срабатывания выключателя. Такое срабатывание может произойти, если в электросети имели место перегрузка или короткое замыкание»[3].

---

[1] ГОСТ 17242-86 (СТ СЭВ 3242-81) Предохранители плавкие силовые низковольтные. Общие технические условия.
[2] Чешко И.Д. Указ. соч. С. 312.
[3] Там же. С. 314.

При наличии в автомате теплового расцепителя, можно рассматривать третью причину срабатывания автомата – его внешний нагрев теплом пожара. Самостоятельное срабатывание автоматов с расцепителем происходит при температуре 160–200°С. При таком нагреве на корпусе автомата можно различить вздутия, которые указывают на начало термической деструкции пластмассы. В случае отсутствия таких признаков, можно говорить о протекании одного из указанных аварийных режимов в электросети.

Сейчас, в основном, используются устройства защитного отключения (УЗО) и дифференциальный автомат.

УЗО – это установочное электрическое изделие, предназначенное для отключения подачи электроэнергии в электропроводку в случае возникновения утечки тока при нарушении изоляции в проводах или электроприборах. УЗО не защищает от короткого замыкания в электропроводке и в случае прикосновение человека к фазному и нулевому проводам.

Дифференциальный автомат – защитное устройство, которое в случае аварийной ситуации отключает и фазу, и ноль. Наблюдается одновременно наличие короткого замыкания (КЗ) и отключение линии при этом состоянии, а также наличие токов утечки, также с отключением питания. То есть, дифавтомат выполняет функции связки УЗО и автомата защиты. Фактически это два устройства в одном корпусе. К сожалению, при сработке некоторых моделей, не оснащенных соответствующими флажками, определить, что явилось причиной срабатывания – КЗ или утечка – невозможно.

На сегодняшний день точных методик исследования УЗО и дифференциальных автоматов тоже не существует. Оценка этих приборов требует дополнительного изучения и опыта. Не до конца ясно, могут ли эти устройства являться источником возгорания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие выводы.

Пожарно-технической экспертизой называют исследование объекта, который был поврежден в ходе пожара, для установления причины и места возникновения огня, условий и действий людей, способствовавших воспламенению.

Предметом данной экспертизы являются сведения о месте и причинах возникновения и распространения пожара.

Объектом экспертизы являются предметы, которые подверглись воздействию пожара и видоизменились из-за термического воздействия.

Задачами пожарно-технической экспертизы являются установление:

– очага пожара, то есть места зарождения горения;

– причины возникновения и путей распространения пожара;

– длительности протекания пожара;

–причастности к возгоранию аварийных режимов в работе электросетей, аппаратов, установочных изделий;

– причастности к возгоранию устройств и агрегатов, использующих в своей работе открытое пламя или сильно разогретые газы, металлы и прочее;

–организационно-технических причин, вызвавших возникновение пожара;

– наличия либо отсутствия в действиях людей отступлений от требований по обеспечению пожарной безопасности, находящихся в связи с организационно-технической причиной возникновения пожара.

Инструментальные методы определения очага и причины пожара. Общий методический подход к решению задачи выявления очаговых признаков пожара заключается в том, что термическое воздействие не проходит бесследно для большинства конструкционных материалов, как сгораемых, так и несгораемых. В их структурах и свойствах происходят,

зачастую невидимые глазу изменения, которые можно зафиксировать рядом инструментальных методов.

1. Ультразвуковой метод исследования железобетонных конструкций предназначен для выявления скрытых очаговых признаков пожара по степени разрушения поверхностного слоя строительных конструкций из бетона, железобетона, гранита и мрамора. Метод основан на зависимости скорости распространения поверхностных ультразвуковых волн от длительности и температуры нагрева конструкций при пожаре.

2. Метод определения условий теплового воздействия на стальные конструкции основан на анализе окалины, образующейся на стали при высокотемпературном (700 °С и выше) воздействии в ходе пожара. Толщина окалины и ее компонентный состав являются функциями температуры и длительности теплового воздействия на металлическую конструкцию.

3. Магнитный метод исследования холоднодеформированных стальных изделий предназначен для определения зон термических поражений путем измерения тока размагничивания или коэрцитивной силы на однотипных холоднодеформированных стальных изделиях, находящихся в различных зонах горения при пожаре. Метод основан на зависимости величины тока размагничивания от степени рекристаллизации холоднодеформированного металла, пропорциональной температуре нагрева при пожаре.

4. Исследование обугленных остатков древесины. Свойства угля, образующегося при горении древесины в условиях пожара, определяются в основном температурой и длительностью теплового воздействия. С температурой и продолжительностью связана электропроводность углей в местах теплового воздействия на деревянные конструкции. Поэтому наиболее простым методом исследования обугленных остатков древесины является измерение их электросопротивления в точках отбора проб.

5. Обнаружение и исследование следов ЛВЖ и ГЖ в вещественных доказательствах, изымаемых с места пожара. Исследование вещественных

доказательств проводится с помощью газожидкостной хромотографии. Анализ полученных хроматограмм позволяет получать весьма значительный объем информации об индивидуальном составе нефтепродуктов. Исследование газовой фазы над объектами-носителями с помощью индикаторных трубок, входящих в комплект мини-экспресс лаборатории может проводиться как в лаборатории, так и непосредственно на месте пожара.

6. Принцип исследования проводников. Основной задачей исследования проводников является диагностирование механизма и условий их разрушения с целью выявления причинно-следственных связей между возможным аварийным режимом работы электросети и возникновением пожара. При исследовании устанавливается причина, вызвавшая разрушение проводников; аварийный режим в электросети (короткое замыкание, перегрузка); внешнее термическое воздействие; взаимодействие разнородных металлов в условиях внешнего нагрева; воздействие значительных механических нагрузок на нагретый или холодный проводник. Установление причастности проводников к возникновению пожара проводится в несколько этапов: визуальный осмотр; морфологический анализ; рентгеноструктурный анализ; испытание на изгиб; металлографический анализ.

7. Определение момента аварийного режима работы в лампах накаливания. При аварийном режиме в лампе накаливания возможно появление электрической дуги между никелевыми электродами. При образовании капель перегретого никеля происходит интенсивное его испарение на внутренние стеклянные поверхности лампы. Обнаружение напыленного на стеклянных деталях лампы никеля является критерием наличия аварийного режима и, соответственно, возможной причастности лампы к причине пожара.

8. В настоящее время используются все новые и новые электрические приборы и оборудование, которых нет в литературе, такие как: люминесцентные светильники, галогенные и светодиодные лампы, ПРА,

УЗО и дифференциальные автоматы. Такие объекты стали очень часто изыматься с мест пожаров и при правильном исследовании могли бы нести много важной информации. Но, к сожалению, обоснованных и опубликованных методик исследования таких объектов на данный момент не существует. Поэтому, не ясно могут ли эти устройства являться источником возгорания.

Таким образом, мы приходим к выводам, что причины пожара устанавливаются далеко не во всех экспертных исследованиях, сделать конкретные выводы не всегда возможно. Для выяснения многих причин необходимы определенные знания и опыт. Именно поэтому было бы полезно чаще проводить встречи, семинары, конференции с экспертами в данной области науки судебной экспертизы, как из России, так и из стран ближнего и дальнего зарубежья, в целях обмена таким опытом.

Кроме того, существуют еще две важные проблемы, требующие решения:

Во-первых, не все сотрудники, которые занимаются делами о пожарах, имеют опыт изъятия и исследования вещественных доказательств с мест пожаров. К сожалению, без этих доказательств определить настоящую причину возникновения пожара невозможно. Проблема также заключается в том, что эксперты, выезжающие на место происшествия, чаще всего вообще не являются пожаротехниками и не владеют необходимыми знаниями.

Во-вторых, приборная база для исследования вещественных доказательств является достаточно сложной техникой, работа на таких приборах требует определенных знаний и навыков. К тому же, с каждым годом наблюдается рост ассортимента нового оборудования, повышается его качество. Возрастает перечень усовершенствованных приборов и нового современного оборудования для исследования.

Для устранения этих проблем необходимо проводить обучение всех экспертов, которые задействованы для выездов на места происшествий для проведения осмотра места происшествия. А также имеется необходимость

регулярно проводить совещания и обучение личного состава для работы на новом оборудовании, принципах и методах его использования.

Как мы видим, актуальность рассмотренной темы очень велика. Каждый год в городах и районах Челябинской области случается более 2000 пожаров и практически по всем из них проводятся проверки и исследования, назначаются судебные экспертизы. Сотрудниками экспертно криминалистической службы МВД и сотрудниками испытательной пожарной лаборатории ежегодно проводятся более 500 исследований вещественных доказательств, изъятых с мест пожаров. Ежегодно общее количество объектов исследования, которые подвергаются пожарно-технической экспертизе, превышает 1000.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

РАЗДЕЛ I НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ И ИНЫЕ ОФИЦИАЛЬНЫЕ АКТЫ

1. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 N 69-ФЗ.
2. Федеральный закон «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» от 31.05.2001 N 73-ФЗ.
3. ГОСТ 17242-86 (СТ СЭВ 3242-81) Предохранители плавкие силовые низковольтные. Общие технические условия.

РАЗДЕЛ II ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарно-техническая экспертиза Официальный сайт Российского федерального центра судебной экспертизы при Министерстве юстиции РФ. URL: http://www.sudexpert.ru/possib/fire.php
2. Методические рекомендации по определению очага пожара и изъятию вещественных доказательств с места пожара. Методические рекомендации. Определение очага пожара, очаговые признаки. Инструментальные методы определения очага пожара, изъятие вещественных доказательств с мест пожаров. Официальный сайт МЧС России URL: https://35.mchs.gov.ru/glavnoe-upravlenie.
3. Абдурагимов, И.М., Говоров В.Ю., Макаров В.Е. Физико-химические основы развития и тушения пожаров / И.М. Абдурагимов, В.Ю. Говоров, В.Е. Макаров. М., 2001. 201 с.
4. Аверьянова, Т.В. Судебная экспертиза / Т.В. Аверьянова М.: 2006. 518 с.
5. Аверьянова, Т.В., Статкус В.Ф. Практическое руководство по производству судебных экспертиз для экспертов и специалистов / Т.В. Аверьянова, В.Ф. Статкус. М.: Изд-во Юрайт, 2017. 250 с.
6. Арзамасов, Б.Н. Материаловедение / Б.Н. Арзамасов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. 648 с.

7. Баженов, Ю.М., Горчаков Г.И. Строительные материалы. Учебник для вузов / Ю.М. Баженов, Г.И. Горчаков. М.: Стройиздат, 1999. 56 с.

8. Воронов, С.П., Булочников Н.М., Черничук Ю.И., Москвич С.В. Исследование медных проводников с целью установления признаков очагов пожара / С.П. Воронов, Н.М. Булочников Ю.И., Черничук, С.В. Москвич // Материалы восьмой международной конференции. Системы безопасности СБ-99. МИПБ МВД России. М., 1999. 30–90 с.

9. Галишев, М.А. Установление технической причины пожара при расследовании дел о пожарах / М.А. Галишев. СПб: СПБ университет ГПС МЧС России, 2017. 256 с.

10. Галишев, М.А., Бельшина Ю.Н., Дементьев Ф.А. Пожарно-техническая экспертиза / М.А. Галишев, Ю.Н. Бельшина, Ф.А. Дементьев. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017. 53 с.

11. Галишев, М.А., Кондратьев С.А., Чешко И.Д., Шарапов С.В., Воронова В.Б. Руководство к практическим и лабораторным занятиям по расследованию и экспертизе пожаров / М.А. Галишев, С.А. Кондратьев, И.Д. Чешко, С.В. Шарапов, В.Б. Воронова. СПб.: Санкт-Петербургский институт ГПС МЧС России, 2017. 110 с.

12. Гафарова, Ю.Р., Перминов В.П. Металлографический метод исследования в пожарно-технической экспертизе. / Ю.Р. Гафарова, В.П. Перминов. Уфимский государственный авиационный технический университет 2015. 300 с.

13. Граненков, Н.М., Зернов С.И. Экспертное исследование металлических изделий по делам о пожарах / Н.М Граненков, С.И. Зернов. М., 1993. 210 с.

14. Гуляев, А.П. Материаловедение / А.П.Гуляев, М.: Металловедение, 2001 . 542 с.

15. Дашко, Л.В. «Сириус» Техническое описание / Л.В. Дашко. Экспертно-криминалистический центр Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2017. 31 с.

16. Дашко, Л.В, Синюк В.Д., Ключников В.Ю. Технико-криминалистическое обеспечение расследования пожаров в экспертно-криминалистических подразделениях системы МВД России / Л.В. Дашко, В.Д. Синюк, В.Ю. Ключников. М., Экспертно-криминалистический центр Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2017. 68с.

17. Демехин, Н.В., Шарапов С.В., Смирнов В.А. Соотношение эмпирических и субъективных источников информации в судебной пожарнотехнической экспертизе / Н.В. Демехин, С.В. Шарапов, В.А. Смирнов, М., 2017. 21с.

18. Дильдин, Ю.М. Типовые экспертные методики исследования вещественных доказательств. Часть 2 / Ю.М. Дильдин, М., 2017. 800 с.

19. Донцов, В.Г., Путилин, В.И. Дознание и экспертиза пожаров / В.Г. Донцов, В.И. Путилин. Волгоград, 1989. 260 с.

20. Зернов С.И. Задачи пожарно-технической экспертизы и методы их решения / С.И. Зернов. М.: ГУ ЭКЦ МВД России, 2017. 230 с.

21. Зернов, С. И. Технико-криминалистическое обеспечение расследования преступлений, сопряженных с пожарами / С.И. Зернов. М., 1996. 197 с.

22. Зернов, С.И. Расчетные оценки при решении задач пожарнотехнической экспертизы / С.И. Зернов. М.: ЭКЦ МВД России, 1992. 88 с.

23. Ильющенко, А.Ф., Фомихина И.В., Юнчиц В.М. Определение очага пожара по фазовому составу окалины, образованной на поверхности металлоконструкций в условиях пожара / А.Ф. Ильющенко, И.В. Фомихина, В.М. Юнчиц. ГНУ «Институт порошковой металлургии» НАН Беларуси / научная статья. 2012 г. 35-42 с.

24. Ключников, В.Ю. «Сириус». Методические принципы применения / В.Ю. Ключников. М., Экспертно-криминалистический центр Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2017. 71 с.

25. Колмаков, А.И., Степанов Б.В., Зернов С.И. Диагностика причин разрушения металлических проводников, изъятых с мест пожаров / А.И. Колмаков, Б.В. Степанов, С.И. Зерно. М.: ЭКЦ МВД России, 1992. 287 с.

26. Колычев, И. А. Установление следов нефтепродуктов, измененных в процессе термического воздействия, высокоэффективной жидкостной хроматографией / Колычев, И. А. М., 2001. 153 с.

27. Корольченко, А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения / А.Я. Корольченко. М.: Асс. Пожнаука, 2017. 215.

28. Левин, В.А. Пожарно-техническое оборудование / В.А. Левин. М.: ЭКЦ МВД России, 2017. 155 с.

29. Левин, В.А. Зернов С.И., Пожарно-техническая экспертиза / В.А. Левин, С.И. Зернов. М., 2017. 309 с.

30. Мегорский, Б.В. Методика установления причин пожаров / Б.В. Мегорский. М.: Стройиздат, 1966. 347с.

31. Митричев, Л.С., Колмаков, А.И., Степанов, Б.В., Российская, Е.Р., Вртанесьян, Э.В., Зернов, С.И. Исследование медных и алюминиевых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия / Л.С. Митричев, А.И. Колмаков, Б.В. Степанов, Е.Р. Российская, Э.В. Вртанесьян, С.И. Зернов. М.: ВНИИ МВД СССР, 1986. 312 с.

32. Мишин, А.В. Судебная экспертиза в досудебном производстве по уголовному делу. Учебное пособие. Казанский федеральный университет / А.В. Мишин. М., 2017. 94с.

33. Михайлова С.М., Шарифуллина Л.Р. Обнаружение остатков легковоспламеняющихся жидкостей на месте пожара / С.М. Михайлова, Л.Р. Шарифуллина. Академия гражданской защиты МЧС России. 2015. 184 с.

34. Овчинников, А.А. Зюбин О.В., Паньшин И.В. Введение в судебную пожарно-техническую экспертизу / А.А. Овчинников, О.В. Зюбин, И.В. Паньшин. Нижний Новгород: ГУ СЭУ ФПС ИПЛ по Нижегородской области, 2017. 203 с.

35. Плотников, В.Г., Чешко И.Д. Анализ экспертных версий возникновения пожара / В.Г. Плотников, И.Д. Чешко. СПб: Береста, 2017. 708 с.

36. Савенко, В.Г. Основы криминалистической экспертизы материалов, веществ и изделий / В.Г. Савенко. М.: ЭКЦ МВД РФ, 1993. 352 с.

37. Синюк, В.Д. «Сириус» Аппаратный комплекс для установления очага пожара в полевых условиях. Методические принципы применения / В.Д. Синюк. Экспертно-криминалистический центр Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2017. 62 с.

38. Смелков, Г.И. Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электрических устройствах / Г.И. Смелков. М.: Стройиздат, 2001. 59 с.

39. Смернов, К.П., Чешко И.Д., Егоров Б.С. Комплексная методика определения очага пожара / К.П. Смернов, И.Д. Чешко, Б.С. Егоров. Л., 1987. 183 с.

40. Смыслов, В.И. Осмотр места происшествия / В.И. Смыслов. М., 1980. 256 с.

41. Соколова, А. Н., Чешко И.Д. Применение инструментальных методов и технических средств экспертизы пожаров: Сборник методических рекомендаций / А. Н Соколовой, И.Д. Чешко. СПб.: СПб филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2018. 279 с.

42. Федотов, А. И., Ливчиков, А. П., Ульянов Л.Н. Пожарно-техническая экспертиза / А. И. Федотов, А.П. Ливчиков, Л.Н. Ульянов, М.: Стройиздат, 1986. 369 с.

43. Хрусталев, В.П., Райгородский В.М. Криминалистическое исследование веществ, материалов и изделий / В.П. Хрусталев, В.М. Райгородский. Саратов: СЮИ МВД России, 2018. 274 с.

44. Чешко, И.Д. Технические основы расследования пожаров: методическое пособие / И.Д. Чешко. М.: ВНИИПО, 2002. 359 с.

45. Чешко, И.Д. Осмотр места пожара. Методическое пособие / И.Д. Чешко. М., 2017. 346 с.

46. Чешко, И.Д. Расследование и экспертиза пожаров / И.Д. Чешко. М., 2017. 298 с.

47. Чешко, И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования) / И.Д. Чешко. СПб: СПбИПБ МВД России, 1997. 562 с.

48. Шарапов, С.В. Экспертная диагностика остатков легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, изымаемых с места пожара, и критерии их классификации / С.В.Шарапов. М., 2017. 260 с.

49. Шульгин, С.О. Специальные инструментальные методы и средства обеспечения предварительного и экспертного исследования объектов пожарно-технической экспертизы / С.О. Шульгин. М.: ЭКЦ МВД России, 2018. 298 с.

50. Шульгин, С.О. Дифрактометр рентгеновсикй настольный «ФАРАД» / С.О. Шульгин. М.: ЭКЦ МВД России, 2018. 59 с.

51. Юн, Н.В., Чешко И.Д., Плотников В.Г. Осмотр места пожара: Методическое пособие / И.Д. Чешко, Н.В. Юн, В.Г. Плотников. М.: ВНИИПО, 2004. 503 с.