

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ
ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ
ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ ДЕЙСТВИЙ**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ**

**Галишев М.А., Шарапов С.В., Попов А.В., Бельшина Ю.Н.,
Дементьев Ф.А., Сикорова Г.А., Воронова В.Б.**

ЭКСПЕРТИЗА ПОЖАРОВ

**Санкт-Петербург
2013**

Рецензенты:

Воронов С.П.

кандидат технических наук, доцент
(заместитель директора Департамента надзорной деятельности МЧС
России)

Сметанкина Г.И.

кандидат технических наук
(начальник кафедры Государственного надзора ФГБОУ ВПО
Воронежский институт ГПС МЧС России)

Экспертиза пожаров: Учебник / Галишев М.А., Шарапов С.В., Попов А.В. и др.–СПб.: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2013. 294 с.

Учебник составлен в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Экспертиза пожаров», разработанной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования третьего поколения по направлению подготовки 280705 – «Пожарная безопасность».

В учебнике изложены общие методические подходы к исследованию различных конструкционных материалов и веществ при поиске очага пожара, требования к содержанию и порядку оформления технических заключений по пожарам. Учебник может быть использован при переподготовке, повышении квалификации, а также в практической деятельности дознавателей, технических специалистов и пожарно-технических экспертов.

© Санкт-Петербургский университет ГПС
МЧС России, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. Использование специальных знаний в гражданском, уголовном и арбитражном процессах	7
1.1 Участие специалиста в судопроизводстве. Права и обязанности специалиста, основные функции пожарно-технического специалиста.....	7
1.2 Заключение технического специалиста о причине пожара. Формирование выводов о причине пожара.....	9
2. Понятие и классификация судебных экспертиз. Экспертизы, назначаемые по делам о пожарах	17
2.1 Судебная экспертиза. Участие эксперта в судопроизводстве	18
2.2 Классификация судебных экспертиз.....	27
2.3 Специальные знания пожарно-технического эксперта. Пожарно-техническая экспертиза	30
2.4 Система судебно-экспертных органов в Российской Федерации. Судебно-экспертные организации МЧС России.....	31
3. Основы трасологических экспертиз. Криминалистическое исследование следов на месте пожара	33
3.1 Группы следов, выявляемых на местах пожаров. Классификация криминалистических следов	33
3.2 Фиксация антропогенных следов на месте происшествия.....	36
3.3. Исследование документов, кино-, фото-, видеоматериалов.	48
3.4. Криминалистические приемы исследования техногенных следов различного происхождения. Специальные виды криминалистических экспертиз.....	50
3.5. Следы транспортных средств	53
4. Физико-химические процессы формирования очаговых признаков пожара	56
4.1 Понятие очага пожара. Классификация очаговых признаков. Конвекция, лучистый теплообмен, кондукция, их вклад в формирование очаговых признаков	56

4.2	Формирование признаков направленности тепловых потоков и распространения горения	71
4.3	Возникновение ситуаций, осложняющих формирование и выявление очаговых признаков	76
4.4	Возникновение множественных первичных очагов пожара. Учеты особенностей пожарной нагрузки (ее количества и свойств), условий воздухообмена, конструктивных особенностей здания (сооружения) при установлении очага пожара.....	81
5.	Характер поведения на пожаре и криминалистическая экспертиза конструкций и изделий из неорганических материалов.....	84
5.1	Классификация неорганических строительных материалов для целей пожарно-технической экспертизы	84
5.2	Визуальные признаки термических поражений изделий из неорганических строительных материалов	88
5.3	Инструментальные методы и средства, применяемые для исследования после пожара	91
5.4	Классификация металлических изделий для целей пожарно-технической экспертизы. Физико-химические изменения, возникающие с металлическими изделиями на пожаре.....	102
5.5	Визуальные признаки термических поражений на конструкциях из металлов и сплавов	104
5.6	Инструментальные методы и средства, применяемые для исследования после пожара металлических изделий.....	113
6.	Характер поведения на пожаре и криминалистическая экспертиза веществ, материалов, изделий органической природы	139
6.1	Состав основных компонентов древесины и их поведение при термическом воздействии	139
6.2	Визуальные признаки термических поражений на конструкциях из древесины	142
6.3	Инструментальные методы и средства, применяемые для исследования после пожара конструкций из древесины	147
6.4.	Классификация полимерных материалов и ЛКП для целей пожарно-технической экспертизы.....	153

6.5	Визуальные признаки термических поражений на конструкциях из полимерных материалов и ЛКП.....	162
6.6.	Инструментальные методы и средства, применяемые для исследования после пожара полимерных материалов	164
6.7	Сопоставление и анализ материалов, получаемых в ходе различных этапов установления очага пожара	184
6.8.	Использование результатов традиционных криминалистических экспертиз при исследовании пожаров	196
ЛИТЕРАТУРА		208

ВВЕДЕНИЕ

Учебник рекомендуется для обучения курсантов, слушателей и студентов высших учебных заведений пожарно-технического профиля, а также для студентов других вузов, в программе которых предусмотрено изучение дисциплин «Пожарно-техническая экспертиза» и «Экспертиза пожаров». Оно предназначено для обучения инженерно-техническим аспектам мероприятий по установлению причины пожара.

В экспертной практике при исследовании и установлении причины возникновения пожара, прежде всего, необходимо установить место очаговой зоны, т.е. того места, где горение возникло и наблюдалось на начальной стадии. Установление очага пожара - первый, основной и важнейший шаг на пути установления причины пожара. Выводы, сделанные на этапе установления очага пожара, можно считать лишь предварительными, поскольку они представляют собой на начальном этапе только рабочую гипотезу, необходимую, чтобы сориентироваться в поисках источника зажигания и выдвинуть отдельные версии о причине пожара.

В учебнике рассмотрен порядок использования специальных знаний в гражданском, уголовном и арбитражном процессах. Дается понятие и классификация судебных экспертиз, рассмотрена система судебно-экспертных органов в Российской Федерации, а также судебно-экспертные организации МЧС России. Изложены основы трасологических экспертиз и криминалистическое исследование следов на месте пожара. Кратко изложены требования к содержанию и порядку оформления технических заключений по пожарам. Подробно рассматриваются физико-химические процессы формирования очаговых признаков пожара. Характер поведения на пожаре и криминалистическая экспертиза конструкций и изделий из неорганических материалов, металлов, органических материалов, таких как древесина, пластмассы и лакокрасочные покрытия.

Учебник составлен в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Экспертиза пожаров» в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования третьего поколения по направлению подготовки 280705 – «Пожарная безопасность».

1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ В ГРАЖДАНСКОМ, УГОЛОВНОМ И АРБИТРАЖНОМ ПРОЦЕССАХ

1.1 Участие специалиста в судопроизводстве. Права и обязанности специалиста, основные функции пожарно-технического специалиста

В процессе раскрытия и расследования преступлений постоянно возникает необходимость решения вопросов, требующих профессиональных знаний в различных отраслях науки, техники, искусства и ремесла. В таких случаях следователи, дознаватели, судьи обращаются к лицам, располагающим такими знаниями, именуемыми специальными.

Специальными являются знания, выходящие за рамки общеобразовательной подготовки и простого житейского опыта, приобретаемые в процессе профессиональной деятельности в той или иной области науки, техники, искусства, ремесел, основанные на теоретических, базовых положениях соответствующих областей знаний и подкрепленные полученными в ходе специального обучения или первичной деятельности навыками.

Специальные знания могут использоваться в процессуальной и не процессуальной формах. К процессуальным формам использования специальных знаний в деятельности органов следствия и дознания относятся:

- 1) использование следователем или дознавателем собственных специальных знаний;
- 2) участие специалиста в следственных действиях;
- 3) участие специалиста в постановке вопросов эксперту;
- 4) участие специалиста в судебном заседании (ст. 271 УПК РФ);
- 5) производство экспертизы (ст. 195 УПК РФ).

Участие специалиста регламентировано ст. 58 УПК России, определяющей права и обязанности специалиста. Следователь вправе вызвать для участия в производстве следственного действия специалиста, не заинтересованного в исходе дела. Знания специалиста не должны относиться к области права.

Статья 58. Специалист

1. Специалист - лицо, обладающее специальными знаниями, привлекаемое к участию в процессуальных действиях в порядке, установленном настоящим Кодексом, для содействия в обнаружении,

закреплении и изъятии предметов и документов, применении технических средств в исследовании материалов уголовного дела, для постановки вопросов эксперту, а также для разъяснения сторонам и суду вопросов, входящих в его профессиональную компетенцию.

2. Вызов специалиста и порядок его участия в уголовном судопроизводстве определяются статьями **168** и **270**

Статья 168. Участие специалиста

1. Следователь вправе привлечь к участию в следственном действии специалиста в соответствии с требованиями части пятой статьи 164 Уголовно-Процессуального Кодекса.

Перед началом следственного действия, в котором участвует специалист, следователь удостоверяется в его компетентности, выясняет его отношение к подозреваемому, обвиняемому и потерпевшему, разъясняет специалисту его права и ответственность, предусмотренные статьей 58 УПК России.

Ни специалист (в гражданском, уголовном процессах), ни лицо, производившее оценку, не могут вызываться в качестве свидетелей.

Специалист (ст. 188 ГПК РФ, ст. 58 УПК РФ) является участником соответствующего процесса и так должен обозначаться во всех процессуальных документах (в том числе в документе о вызове его в судебное заседание).

Оценщик не является свидетелем по существу, ему не о чем свидетельствовать, он также как эксперт приходит в суд с **выводными данными**. К тому же, оценка имущества, указана в ст. 188 ГПК РФ, в качестве одной из функций специалиста.

Права и обязанности технического специалиста.

Специалист вправе:

1) отказаться от участия в производстве по уголовному делу, если он не обладает соответствующими специальными знаниями;

2) задавать вопросы участникам следственного действия с разрешения дознавателя, следователя и суда;

3) знакомиться с протоколом следственного действия, в котором он участвовал, и делать заявления и замечания, которые подлежат занесению в протокол;

4) приносить жалобы на действия (бездействие) и решения дознавателя, следователя, прокурора и суда, ограничивающие его права.

Специалист не вправе уклоняться от явки по вызовам дознавателя, следователя или в суд, а также разглашать данные предварительного расследования, ставшие ему известными в связи с участием в производстве по уголовному делу в качестве специалиста, если он был

об этом заранее предупрежден в порядке, установленном статьей 161 УПК. За разглашение данных предварительного расследования специалист несет ответственность в соответствии со статьей 310 Уголовного кодекса Российской Федерации.

Специалист вправе отказаться от участия в производстве по уголовному делу, если он не обладает соответствующими специальными знаниями. Кроме того, специалист не может принимать участие в производстве по уголовному делу если он является потерпевшим, гражданским истцом, гражданским ответчиком или свидетелем по данному уголовному делу, является родственником любого из участников производства по уголовному делу.

Технический специалист, готовящий **заключение о причине пожара**, обычно имеет дело с ограниченным количеством информации, которая содержится в следующих документах:

- акт о пожаре,
- протокол осмотра места пожара,
- объяснения очевидцев,
- планы, техническая документация и др.

1.2 Заключение технического специалиста о причине пожара. Формирование выводов о причине пожара

Работа специалиста может начаться до возбуждения уголовного дела, на стадии **проверки по факту пожара**, когда признаки состава преступления еще не выявлены, и уголовное судопроизводство еще не началось. В этом случае специалист проводит предварительное исследование, и дает техническое заключение о причине пожара.

Основанием к проведению проверок по пожару могут быть:

- 1) факт выполнения боевых действий пожарными подразделениями;
- 2) заявления и сообщения граждан и организации о произошедших пожарах, для ликвидации которых пожарные не вызывались;
- 3) поступление телефонограммы из медицинских учреждений по факту получения травм на пожарах или гибели людей.

Сроки проведения проверки по факту пожара.

Дознаватель, орган дознания, следователь, руководитель следственного органа обязаны провести проверку и принять по нему решение в срок не позднее 3 суток со дня поступления сообщения.

Руководитель следственного органа, начальник органа дознания вправе по мотивированному ходатайству следователя, дознавателя продлить срок проверки до 10 суток.

При необходимости производства документальных проверок, ревизий, исследований документов, предметов, трупов руководитель следственного органа по ходатайству следователя, а прокурор по ходатайству дознавателя вправе продлить этот срок до 30 суток с обязательным указанием на конкретные, фактические обстоятельства, послужившие основанием для такого продления(ст.144 УПК РФ).

На основании ст. 144 УПК РФ «Порядок рассмотрения сообщения о преступлении» органы государственного пожарного надзора обязаны по каждому пожару провести тщательную проверку, **основными целями которой являются:**

- 1) установление причины пожара
- 2) установление лиц, виновных в их возникновении,
- 3) определение причиненного ущерба,
- 4) наличие или отсутствие признаков преступления.

При проверке сообщения о преступлении орган дознания, дознаватель вправе требовать производства документальных проверок, ревизий и привлекать к их участию специалистов.

В ходе проверки по пожару проводится следующие мероприятия (рисунок 1):

- 1) осмотр места происшествия с составлением протокола и схемы места пожара (это единственное следственное действие, которое допускается выполнять до ВУД);
- 2) получение объяснений от очевидцев, пострадавших, собственников, виновных лиц, участников тушения, ответственных за противопожарное состояние и охрану объекта и т.д.;
- 3) получение актов служебного расследования или иных документов, характеризующих противопожарное состояние объекта, направив соответствующие запросы;
- 4) получение заключения специалистов;
- 5) истребование документов, определяющих размер ущерба от пожара;
- 6) при наличии пострадавших на пожаре получение справки о характере травм, для чего на имя руководителя медицинского учреждения, где оказывалась медицинская помощь, направляется запрос;

- 7) получение характеристики на лиц, виновных в возникновении пожара, которые могут быть получены по месту жительства, работы, учебы.

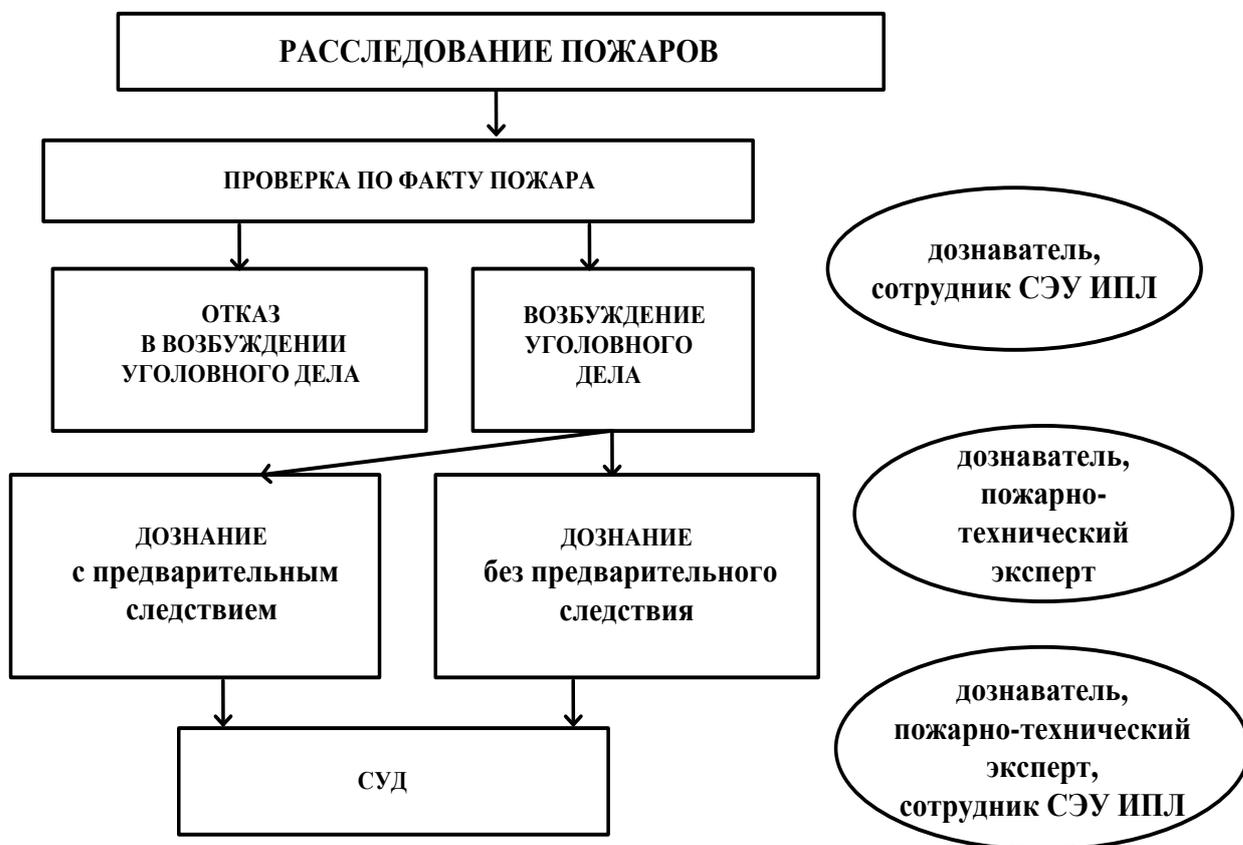


Рисунок 1. Участие пожарных специалистов в расследовании пожаров

По материалам проверки по пожару органом дознания в пределах установленных сроков должно быть принято одно из следующих решений:

1) о возбуждении уголовного дела (ст. 147 УПК РФ);

При наличии поводов и оснований к ВУД дознавателем с согласия прокурора принимается решение о ВУД, о чём выносится мотивированное Постановление.

2) об отказе в возбуждении уголовного дела (ст.148 УПК РФ).

В случае отсутствия основания к возбуждению уголовного дела, прокурор, следователь, орган дознания или дознаватель выносят Постановление об отказе в возбуждении уголовного дела. Под отсутствием оснований к возбуждению уголовного дела имеются в виду те случаи, когда в заявлении или сообщении, либо в материалах

проверки нет достаточных данных, указывающих на признаки преступления.

3) о передаче материалов проверки по подследственности без ВУД.

Если в ходе проверки установлено, что в происшествии, связанном с пожарами, усматриваются признаки преступления, которое не отнесено к компетенции дознавателя ГПН, например: ст. 205 УК РФ (терроризм), 212 УК РФ (массовые беспорядки) и т.д., то дознаватель передает собранные материалы с сопроводительным письмом по подследственности для принятия решения по существу.

Заключение о причине пожара в письменном виде дает специалист ИПЛ или другой сотрудник пожарной охраны, обладающий специальными знаниями.

Структура заключения технического специалиста о причине пожара.

Обычно заключение готовится по следующей форме:

1. Название документа.

("Заключение по причине пожара, произошедшего<дата, место> ")

2. Основание для заключения.

Указывается документ, на основании которого выдается заключение (например, письмо отряда ГПС с просьбой выдать заключение), орган, должностное лицо, регистрационный номер документа, дата.

3. Представленные материалы.

Указываются материалы по пожару, которые были представлены специалисту для подготовки заключения (акт о пожаре, протокол осмотра места пожара, объяснительные, схемы и др.)

4. Обстоятельства пожара

Кратко излагаются необходимые исходные данные, полученные из представленных материалов - техническая характеристика объекта, где возник пожар; характеристика технологического процесса, размещение и состояние оборудования, характер и размещение горючих материалов; обстоятельства, предшествующие пожару, обстановка на момент возникновения и обнаружения, обстоятельства обнаружения и извещения; развитие, тушение, последствия пожара.

5. Исследовательская часть (Исследование)

Этот раздел, основной в заключении и самый большой по объему, должен содержать аргументированный анализ результатов осмотра места пожара и представленных материалов; аргументированное

суждение об очаге и причине пожара с указанием признаков, по которым специалист делает именно такое, а не иное заключение об очаге и причине.

Полно и ясно должен быть отражен ход мыслей и результаты исследований специалиста.

Исследовательская часть должна быть изложена языком, понятным для лиц, не имеющих специальных познаний. Специальные термины должны разъясняться.

В исследовательской части обосновываются:

- место возникновения пожара (очаг пожара),
- причина пожара.

Ответы на вопросы о месте возникновения пожара (очаге) и развитии горения из очага.

При ответе на вопрос о месте нахождения очага пожара специалист должен описать, оценить и использовать в обосновании своей точки зрения:

- признаки очага на окружающих конструкциях и предметах, отраженные в протоколах осмотра места пожара, фототаблицах и других материалах.
- признаки направленности распространения горения
- показания свидетелей

Необходимо объяснить, какая зона является очагом пожара, какие - очагами горения; объяснить причины образования вторичных очагов. Исходя из имеющихся фактических данных необходимо описать развитие горения из очага, как это представляет себе специалист.

Объективные данные по очагу следует соотнести с имеющимися в деле показаниями свидетелей.

Анализ показаний свидетелей **не должен** сводиться к пересказыванию того, что показали очевидцы. Необходимо их систематизировать и показать, подтверждают или опровергают они мнение специалиста об очаге; объяснить возможные расхождения.

Свидетели не всегда показывают точно и могут возникнуть противоречия между показаниями различных свидетелей, с показаниями свидетелей и выводами эксперта по другим имеющимся материалам. В таких случаях необходимо отметить, какие показания соответствуют объективно существующим закономерностям горения для конкретных условий и тогда они должны быть приняты во внимание и какие из показаний таким закономерностям противоречат, почему именно и, следовательно, они могут быть результатом ошибки или иных причин.

Напрямую **оценивать достоверность сведений, содержащихся в материалах дела, специалист не имеет права.** В случае, если отдельные материалы вызывают у него сомнения в их достоверности, он излагает свой вывод в условной форме примерно следующим образом : "Если считать представленную схему правильной то"

Если весь представленный материал несовместим с результатами собственных исследований специалиста, он может сделать вывод без учета этих материалов. При этом следует указать, почему он так поступает. В случае, если материалы совсем уж противоречивы, неопределенны и их нельзя использовать для дачи заключения, специалист должен мотивированно сообщить о невозможности дать заключение.

Ответы на вопросы о причине пожара.

Ответ на вопрос (или вопросы) о причине пожара обычно строится в форме анализа версий по причине и аргументированного отбора невозможных или маловероятных (с них начинают) и заканчивая единственно возможной или наиболее вероятной.

Свое суждение по каждой версии нужно доходчиво объяснить. Подробно, толково, со ссылками на результаты собственных исследований вещественных доказательств (если они были) и материалы уголовного дела.

Если исходя из материалов дела специалист не может остановиться на одной версии, необходимо указать 1-2 причины пожара наиболее вероятные, а также другие возможные, но менее вероятные.

Помимо установления очага и причины пожара в компетенцию пожарно-технического специалиста входят вопросы, связанные с установлением факта нарушения правил пожарной безопасности и об установлении причинной связи между выявленными нарушениями, возникновением пожара и его последствиями.

По представленным материалам специалист анализирует состояние объекта до пожара, надлежащее выполнение правил пожарной безопасности, правил устройства электроустановок и других нормативных документов. Определив допущенные нарушения, специалист объясняет, как они способствовали:

- а) созданию условий для возникновения пожара;
- б) развитию горения
- в) тяжести последствий пожара (материальных и гибели людей)

6. Выводы.

Выводы представляют собой лаконичное, четкое, однозначно трактуемое изложение ответа на поставленный вопрос.

Если вывод невозможно кратко сформулировать, то в ответе допускаются ссылки на исследовательскую часть.

После выводов в заключении должен быть приведен список использованной литературы.

7. Должность, Ф.И.О., подпись специалиста, подготовившего заключение.

Помимо заключения о причине пожара специалист может проводить предварительно исследование материальных объектов, изъятых с места пожара. Предварительное исследование - это непроцессуальная форма использования специальных знаний, приемов и методов сведущим лицом с целью выявления признаков, служащих основанием для возбуждения уголовного дела и получения информации имеющей значение по делу, обладающее признаком первичности.

В заключении специалиста об исследовании материальных объектов указываются:

- описание упаковки объектов, перечень и описание объектов, представленных на исследование;
- сведения о разрешении на использование при исследовании видоизменяющих (разрушающих) методов;
- вопросы, поставленные перед специалистом;
- ответы на поставленные вопросы;
- методика проведенных исследований;
- должность, фамилия и инициалы специалиста, проводившего исследование.

Форма выводов о причине пожара.

- категорическая утвердительная;
- категорическая отрицательная;
- альтернативная (эксперту заданы две, три ситуации);
- условно-определенная (решается задача для сформулированных условий);
- решить не представляется возможным (НПВ) с указанием причины невозможности решения вопроса.

Категоричные выводы делаются в том случае, когда данных, имеющихся в распоряжении, достаточно, чтобы отвести все прочие версии и оставить одну, или имеются прямые свидетельства причастности того или иного устройства или процесса к возникновению пожара. Формулируется такой вывод, как следует из его названия, в категорической форме: " Причиной пожара явилось"

Вероятностные выводы делаются, когда таких данных недостаточно и у него после проведенного анализа остается 2-3 версии -

равновероятные или одна вероятнее, другие - менее вероятны, но возможны (исключить их, исходя из имеющихся данных, не удастся). Обычно такой вывод формулируется следующим образом: "Наиболее вероятной причиной пожара является ..."

Условные выводы формируются обычно при недостатке данных по пожару, если какая-либо причина представляется специалисту наиболее вероятной или единственно возможной, но она могла иметь место при каком-либо принципиально важном условии. Например, в такой ситуации: произошло загорание бензовоза при сливе топлива на бензоколонке; по ряду признаков специалист полагает, что наиболее вероятной причиной пожара явилось воспламенение паров топлива от разряда статического электричества. Но в материалах дела нет данных, был ли заземлен бензовоз во время слива топлива, а отсутствие заземления или его плохое качество - важное условие возможности накопления заряда статического электричества при сливе жидкого топлива. Установлением факта наличия или отсутствия специального заземления еще займется следствие (если будет возбуждено уголовное дело), а пока, исходя из имеющихся у него данных, специалист формулирует причину пожара следующим образом: "При условии, что бензовоз во время слива топлива не был положенным образом качественно заземлен, наиболее вероятной причиной пожара могло явиться воспламенение паров бензина в результате разряда статического электричества".

Отрицательные выводы формулируются в случае, если имеющиеся в распоряжении данные по пожару явно недостаточны для решения вопроса о причине пожара, даже вероятной причине. В этом случае пожарный специалист на вопрос о причине пожара отвечает следующим образом: "Установить причину пожара не представляется возможным".

Технический специалист или эксперт обязан установить и сформулировать так называемую непосредственную (или, как ее иначе называют, техническую) причину пожара.

Поэтому формулировки причин пожара типа "неосторожное обращение с огнем при курении", "детская шалость с огнем" и другие, уместные в статистике по пожарам или постановлении дознавателя, в технических заключениях о причине пожара употреблять не следует.

В формулировке непосредственной (технической) причины пожара должны быть по возможности названы: источник зажигания, загоревшееся вещество или материал, окислитель (при необходимости) и, наконец, описан процесс их взаимодействия. Никаких правовых

оценок (как в формулировке "неосторожное обращение с огнем") быть не должно.

Поэтому формулировки причин пожаров должны выглядеть примерно следующим образом:

- воспламенение горючих материалов (или конкретного материала, если известно, что это за вещество или материал)... от постороннего источника открытого огня;

- загорание ...(материал, вещество)... от источника зажигания малой мощности (например, тлеющего табачного изделия);

- самовоспламенение(материала, конструкции или «сгораемых материалов в зоне...»)... в результате теплового воздействия (радиационного нагрева) электрорефлектором (калорифером, электроутюгом и т.д.);

- воспламенение деревянного пола в зоне непосредственного контакта с электрокипятильником, работающим в аварийном режиме (без водяного охлаждения);

- воспламенение паров бензина искрой, образовавшейся при ударе ...(указать, чего обо что);

- воспламенение горючих материалов раскаленными частицами металла, образовавшимися при горении электрической дуги короткого замыкания в электропроводке;

- самовоспламенение изоляции провода при аварийном режиме работы электросети (перегрузке);

- самовоспламенение изоляции провода при нагреве в зоне плохого контакта проводников (БПС);

- воспламенение горючих материалов в зоне ... раскаленными частицами металла, образовавшимися при электро- (газо-) сварке;

- загорание телевизора при работе в аварийном режиме (если при осмотре остатков телевизора установлен аварийный блок или характер аварийного режима, то это указывается конкретно).

Термин "поджог" содержит юридическую квалификацию действий лица, его совершившего, поэтому необходимо применять более нейтральные формулировки: «загорание ... от постороннего источника зажигания», «от занесенного извне источника открытого пламени», «горение, ускоренное применение легковоспламеняющейся жидкости».

2. ПОНЯТИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ СУДЕБНЫХ ЭКСПЕРТИЗ. ЭКСПЕРТИЗЫ, НАЗНАЧАЕМЫЕ ПО ДЕЛАМ О ПОЖАРАХ

2.1 Судебная экспертиза. Участие эксперта в судопроизводстве

Когда говорят об экспертизе в широком смысле слова, имеют в виду любое исследование, проводимое сведущим лицом для ответа на вопросы, требующие специальных (научных, профессиональных, опытных) знаний. Судебные же экспертизы проводятся в связи с расследованием и рассмотрением уголовных и гражданских дел, и в этом их коренное отличие.

Участие специалиста не исключает, а в ряде случаев предполагает последующее производство экспертизы. Специалист не заменяет эксперта, хотя участие в уголовном процессе специалиста и эксперта имеет много общих черт. Всякий эксперт – специалист, но не всякий специалист привлекается к исполнению обязанностей эксперта.

Различие - в целях использования их специальных знаний. Специалист **содействует обнаружению и изъятию доказательств**, эксперт имеет дело уже с собранными доказательствами, в результате изучения которых и их объяснения с помощью специальных знаний **получает новые фактические данные, ранее неизвестные следствию.**

Судебная экспертиза – самостоятельная процессуальная форма получения новых и проверки имеющихся доказательств. Судебная экспертиза назначается и проводится, когда обстоятельства, относимые к делу, могут быть получены или уточнены в результате исследования соответствующих объектов.

Судебная экспертиза состоит из проведения исследований и дачи заключения экспертом по вопросам, разрешение которых требует специальных знаний и которые поставлены перед экспертом судом, органом дознания, лицом, производящим дознание, следователем или прокурором в целях установления обстоятельств, подлежащих доказыванию по конкретному делу.

Таким образом, особенности судебной экспертизы состоят в том, что ее подготовка, назначение и проведение осуществляется с соблюдением специального правового регламента. При этом дается заключение, имеющее статус источника доказательств (ст. 74 УПК РФ).

Судебная экспертиза является опосредованным средством доказывания, проводится специальным субъектом с целью получения фактов, которые могут быть установлены только с помощью экспертного исследования. Ее результаты оформляются специальным документом - заключением эксперта (ст. 80 УПК России).

Права и обязанности судебного эксперта регламентируются ст. 57 УПК РФ.

Эксперт - лицо, обладающее специальными знаниями и назначенное в порядке, установленном Уголовно-Процессуальным Кодексом, для производства судебной экспертизы и дачи заключения.

Судебную экспертизу характеризуют своеобразие формы ее назначения, производства и процессуального оформления.

Судебная экспертиза может быть **назначена** в арбитражном процессе и в гражданском процессе только судом, в уголовном процессе - судом, следователем, дознавателем.

Имеются обстоятельства, при которых судебная экспертиза должна быть назначена в обязательном порядке.

Если экспертиза проводилась по заданию какой-либо из сторон, то она не является судебной. Лицо, имеющее на руках такое заключение, может ходатайствовать о приобщении такого заключения эксперта к делу. **Решение принимает суд.** Суд может отклонить ходатайство о приобщении заключения без объяснения причин отклонения, но может и удовлетворить это ходатайство. В этом случае, такое заключение будет приравнено к письменным доказательствам (ст. 71 ГПК РФ, ст. 75 АПК РФ) или иным документам (ст. 84 УПК РФ).

Наличие такого заключения в деле не исключает возможности назначения судебной экспертизы по тем же вопросам

Различие в работе специалиста и эксперта заключается в разных целях использования ими специальных знаний:

- специалист содействует обнаружению и изъятию доказательств,
- эксперт имеет дело уже с собранными доказательствами, в результате изучения которых и их объяснения с использованием специальных знаний получает новые фактические данные, ранее неизвестные следствию.

Эксперт не вправе без ведома следователя и суда вести переговоры с участниками уголовного процесса по вопросам, связанным с проведением судебной экспертизы и самостоятельно собирать материалы для экспертного исследования. При необходимости проведения исследования, могущего повлечь полное или частичное уничтожение объектов либо изменение их внешнего вида или основных свойств эксперт должен получить на это разрешение дознавателя, следователя, суда. Эксперт не вправе уклоняться от явки по вызовам дознавателя, следователя, прокурора или в суд.

При отсутствии у него специальных знаний, а также в случаях, если представленные ему материалы недостаточны эксперт вправе отказаться от дачи заключения. Отказ от дачи заключения должен быть заявлен экспертом в письменном виде с изложением мотивов отказа.

Основаниями для отвода эксперта служат те же обстоятельства, что и при отводе специалиста, а кроме того если он находился или находится в служебной или иной зависимости от сторон или их представителей, в случае, когда обнаружится его некомпетентность. Предыдущее его участие в уголовном деле в качестве эксперта или специалиста не является основанием для отвода.

За дачу заведомо ложного заключения эксперт несет ответственность в соответствии со статьей 307 Уголовного кодекса Российской Федерации. За разглашение данных предварительного расследования эксперт несет ответственность в соответствии со статьей 310 Уголовного кодекса Российской Федерации.

Постановление о назначении судебной экспертизы.

Признав необходимым назначение судебной экспертизы, лицо ее назначающее, выносит мотивированное постановление. Если производство экспертизы поручается конкретному лицу (а не в экспертное учреждение), то следователь (дознаватель) должен предварительно удостовериться в личности эксперта, его компетентности, выяснить его отношение с участниками процесса и проверить, нет ли оснований для отвода эксперта.

Постановление о назначении судебной экспертизы состоит из вводной, описательно-мотивировочной и резолютивной частей.

В вводной части указывается место и дата составления постановления, должность, звание, фамилия, имя, отчество следователя (дознавателя), номер и наименование дела, по которому принято решение о назначении экспертизы.

В описательно-мотивировочной части кратко излагается сущность дела, приводятся основания для назначения и производства экспертизы.

В резолютивной части:

1. содержатся сведения о назначении судебной экспертизы соответствующего вида и поручении ее производства соответствующему эксперту (с указанием фамилии, имени, отчества эксперта) или экспертному учреждению;
2. формулируются вопросы, поставленные перед экспертом;
3. перечисляются материалы, предоставляемые в распоряжение эксперта с точным указанием их наименования.

Разъяснение прав судебному эксперту и предупреждение его об уголовной ответственности за дачу заведомо ложного заключения.

Лицо, назначившее судебную экспертизу (судья, следователь, дознаватель), обязаны разъяснить эксперту его права и предупредить его об уголовной ответственности по ст. 307 УК РФ (ст. 192, 283 УПК РФ, ст. 79, 80 ГПК РФ, ст. 82 АПК РФ).

Если экспертиза проводится в экспертном учреждении, то разъяснение прав и предупреждение по ст. 307 УК РФ осуществляет руководитель экспертного учреждения (ст. 199 УПК РФ, ст. 82 АПК РФ, ст. 80 ГПК РФ).

Если определение (постановление) о назначении судебной экспертизы поступило по почте в адрес эксперта, не работающего в экспертном учреждении, или в адрес руководителя экспертного учреждения, который сам проводит эту экспертизу, то актом разъяснения прав и предупреждения об уголовной ответственности следует считать дачу ими соответствующей подписки, прилагаемой к делу, а также его отметка о предупреждении об уголовной ответственности, помещаемая во вводной части заключения (п. 5 ч. 1 ст. 204 УПК РФ, п.4, ч. 1 ст. 96 АПК РФ).

Отказ принять заключение в подобных случаях из-за того, что никто лично не предупреждал судебного эксперта не основателен. К тому же, эксперт, давший заключение, вызванный в судебное заседание, предупреждается судьей лично, о чем экспертом дается подписка в протоколе судебного заседания (п. 7, ч. 2 ст. 153 АПК РФ, ст. 165 ГПК РФ, ст. 282,195 УПК РФ).

Обязанности и права судебного эксперта (ст. 57 УПК РФ, ст. 55 АПК РФ, ст. 85 ГПК РФ).

1. Лицо, назначенное судебным экспертом, обязано явиться по вызову судьи (суда) (следователя, дознавателя).

2. Обязано заявить самоотвод при наличии оснований.

3. Обязано принять экспертизу к производству.

4. Эксперт обязан явиться по вызову суда для личного участия в судебном заседании задавать в судебном заседании вопросы лицам, участвующим в деле и свидетелям (ч.1,3 ст. 85 ГПК РФ).

5. Имеет право знакомиться с материалами дела, относящими к предмету экспертизы (необходимыми для ее производства).

6. Ходатайствовать о предоставлении дополнительных материалов, относящихся к предмету экспертизы.

7. Ходатайствовать о привлечении другого эксперта.

8. Участвовать с разрешения дознавателя, следователя, суда в процессуальных действиях и задавать вопросы, относящиеся к предмету судебной экспертизы (ст. 57 УПК РФ).

9. Эксперт вправе с разрешения арбитражного суда участвовать в судебных заседаниях, задавать вопросы лицам, участвующим в деле и свидетелям (ч. 3 ст. 55 АПК РФ).

10. Эксперт вправе дать заключение.

11. Эксперт вправе отказаться от дачи заключения.

12. Эксперт вправе обжаловать действия (бездействие) и решения дознавателя, следователя, прокурора и суда, ограничивающие его права.

Эксперт не вправе (ст. 57 УПК РФ, ст. 85 ГПК РФ, ст. 55 АПК РФ).

1. Самостоятельно собирать доказательства (материалы для экспертного исследования).

2. Без ведома следователя или суда вести переговоры с участниками уголовного судопроизводства по поводу производства судебной экспертизы.

3. Вступать в личные контакты в гражданском (арбитражном) процессе с участками процесса, если это ставит под сомнение его незаинтересованность в исходе дела.

4. Разглашать сведения, которые стали ему известны при производстве экспертизы.

5. Давать заведомо ложное заключение.

6. Без разрешения лица, назначившего экспертизу, проводить исследования, способные полностью или частично разрушить объекты или изменить их внешний вид и основные свойства.

7. Уклоняться от явки по вызову в суд, к следователю, дознавателю.

8. За дачу заведомо ложного заключения судебный эксперт несет уголовную ответственность по ст. 307 УК РФ.

9. За разглашение данных предварительного расследования эксперт несет уголовную ответственность по ст. 310 УК РФ.

10. В контакт со сторонами судебный эксперт чаще всего вступает, когда начинает экспертное исследование по месту нахождения крупногабаритного объекта (транспортное средство, домовладение, помещение, здание и т.п.). Эксперт должен помнить, что приступая к осмотру такого объекта, он приступает по существу к производству судебной экспертизы в «полевых условиях».

Самостоятельного процессуального действия «экспертный осмотр» не существует. Экспертный осмотр является частью

экспертизы, началом экспертного исследования по месту нахождения вещественного доказательства. Поэтому присутствие лиц при таком осмотре должно быть оформлено как присутствие при производстве экспертизы с указанием на это в определении (постановлении) о назначении экспертизы (или в дополнительном), а также отражено во вводной части заключения эксперта (ст. 204 УПК РФ, ст. 86 АПК РФ, ст. 84 ГПК РФ).

Процессуальный порядок производства судебных экспертиз.

Порядок производства судебной экспертизы регламентирован главой 27 УПК РФ, а также законом «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» (31.05.2001 г. № 73-ФЗ).

Судебная экспертиза производится государственными судебными экспертами и иными экспертами из числа лиц, обладающих специальными знаниями.

Эксперт вправе давать заключение в пределах своей компетенции. Требования о предоставлении экспертом лицензии на право производства судебных экспертиз и(или) сведений (документа) о его аккредитации являются незаконными и не выполнимыми.

Лицензирование судебно-экспертной деятельности *не предусмотрено* Федеральным законодательством (Федеральный закон от 08.08.2001 N 128-ФЗ (ред. от 27.07.2010) "О лицензировании отдельных видов деятельности" и Постановление Правительства РФ от 26.01.2006 N 45 (ред. от 20.08.2010) "Об организации лицензирования отдельных видов деятельности").

В настоящее время аккредитации судебных экспертов в Российской Федерации *не существует*.

Все процессуальные кодексы указывают только одно основание (требование) для назначения лица судебным экспертом - *наличие специальных знаний* (ст. 57 УПК РФ, ст. 85 ГПК РФ, ст. 55 АПК РФ).

Вместе с тем, процессуальные кодексы требуют, чтобы в своем заключении судебный эксперт сообщил о своем образовании, специальности, стаже работы, о наличии ученой степени и (или) ученого звания (ст. 204 УПК РФ, ст. 86 АПК РФ). Требование о наличии высшего образования для *государственных* судебных экспертов содержится в ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» (№ 73 -ФЗ от 31.05.2001). Эти данные помогают суду (следователю, дознавателю) в решении вопроса о компетентности эксперта.

Кроме того компетентность судебного эксперта подтверждается в системах добровольной сертификации некоммерческого партнерства «ПАЛАТА СУДЕБНЫХ ЭКСПЕРТОВ» (НП «СУДЭК»), которая является единственной в настоящее время организацией, осуществляющей сертификацию негосударственных судебных экспертов и негосударственных судебно-экспертных лабораторий в Российской Федерации

В рамках указанных систем добровольной сертификации ведутся Реестры, для регистрации участников систем, выданных, приостановленных и отмененных сертификатов судебных экспертов и судебно-экспертных лабораторий.

Федеральный закон «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» (№ 73-ФЗ от 31 мая 2001 года), статья 41 распространяет свое действие на судебно-экспертную деятельность лиц, не являющихся государственными судебными экспертами, и гласит: «В соответствии с нормами процессуального законодательства Российской Федерации судебная экспертиза может производиться вне государственных судебно-экспертных учреждений лицами, *обладающими специальными знаниями* в области науки, техники, искусства или ремесла, но не являющимися государственными судебными экспертами.

Видами предъявления специальных знаний являются **заключения и показания эксперта и специалиста**. Заключение эксперта – это представленные в письменном виде содержание исследования и выводы по вопросам, поставленным перед экспертом лицом, ведущим производство по уголовному делу, или сторонами. Показания эксперта – сведения, сообщенные им на допросе, проведенном после получения его заключения, в целях разъяснения или уточнения данного заключения следователем или в суде.

Специалист и эксперт, участвующие в судебном разбирательстве, после разъяснения им их прав и ответственности дают подписку, которая приобщается к протоколу судебного заседания.

Форма и содержание заключения судебного эксперта (ст. 204 УПК РФ, ст. 86 ГПК РФ, ст. 86 АПК РФ).

Вводная часть.

1. Место и время производства экспертизы (оформления заключения).
2. Основание производства судебной экспертизы (определение, (постановление) по делу, номер и наименование дела).

3. Должность, классный чин, специальное звание лица, назначившего экспертизу.

4. Сведения об экспертном учреждении, а также ф.и.о. эксперта, его образование, специальность, стаж работы, ученая степень, ученое звание, занимаемая должность.

5. Сведения и предупреждение эксперта об уголовной ответственности за дачу заведомо ложного заключения.

6. Вопросы, поставленные перед экспертом (приводятся в кавычках так, как они изложены в определении (постановлении)). Если какой-то вопрос не ясен и нет возможности уточнить его у лица, назначившего экспертизу, эксперт самостоятельно формулирует вопрос так, как он его понимает и после всех перечисленных вопросов пишет: «Вопрос такой-то эксперт понимает в следующей редакции: (приводит свою редакцию вопроса)».

7. Объекты, представленные на исследование (после сверки наличия объектов, указанных в определении (постановлении)), включаются в перечень объектов по определению (постановлению).

8. Материалы дела, относящиеся к производству (предмету) экспертизы, (Если предоставлено все дело, то указывается № дела, наименование, количество томов, количество листов в каждом томе. Если листы дела с материалами для эксперта не указаны, эксперт ограничивается вышеприведенным).

9. Лица, присутствовавшие при производстве экспертизы.

10. Если данная экспертиза дополнительная или повторная, то это указывается с приведением сведений: где, когда, кто провел первичную экспертизу и к каким выводам пришел.

11. Заявленные ходатайства (если были) и результаты.

Исследовательская часть.

1. Осмотр и описание объектов исследования. Изучение материалов дела, нормативная и справочная литература. (Эксперт осматривает и излагает общие и частные признаки объектов исследования, отбирая те, которые будут далее изучаться; обозначает материалы дела, приводит наименование документов и их содержание, акцентируя внимание на фактах, которые будут использованы в исследовании).

2. Аналитическая часть. (Эксперт реально или мысленно делит объекты на части, чтобы тщательно и подробно изучить каждую часть объекта).

3. Синтезирующая часть. (Эксперт соединяет части в единое целое для получения нового, более полного знания об объекте).

4. Экспертный эксперимент (если проводился).

5. Результативная часть. (Эксперт обобщает полученные результаты и в развернутом виде формулирует будущие выводы, приводя их обоснование).

При изложении исследовательской части следует руководствоваться указанием закона (ст. 204 УПК РФ, ст. 86 АПК РФ): в исследовательской части должны быть указаны «содержание и результаты исследования с указанием примененных методик (методов)».

Выводы.

(Лаконичное, четкое, однозначно трактуемое изложение ответа на поставленный вопрос).

При производстве экспертизы эксперт имеет право на **экспертную инициативу**, которое сводится к следующему:

- по согласованию с органом, назначившим экспертизу, эксперт вправе давать заключение не только по поставленным вопросам, но и по иным относящимся к его компетенции обстоятельствам, имеющим значение для дела и установленным по инициативе самого эксперта.

Необходимость принятия соответствующей нормы продиктована тем, что органы, назначающие экспертизу, не всегда могут установить верный объем задания эксперту, т.к. информация о новых возможностях судебной экспертизы, как правило, доходит до следователя (суда) с опозданием.

Следует учесть и тот факт, что в процессе исследований эксперты зачастую обнаруживают новые обстоятельства, имеющие значение для дела, и выявляют информацию, выходящую за пределы поставленной перед ними задачи.

Введение нормы об экспертной инициативе позволяет обеспечить полноту исследования материалов конкретных дел, расширить область использования специальных знаний, одновременно пропагандируя и реализуя новые возможности судебной экспертизы.

Однако недопустимо упрощенное отношение к вопросам экспертной инициативы.

Во-первых, следует учитывать аспекты, связанные с состязательным характером процесса, в частности, тот факт, что при проведении экспертизы по инициативе стороны эксперт не вправе без согласования с ней ставить и разрешать вопросы, поскольку может иметь место ситуация, когда обстоятельства, установленные экспертом, негативно отразятся на положении участника процесса, чьи интересы он должен "защищать" средствами судебной экспертизы.

Во-вторых, экспертная инициатива может иметь место лишь в отношении объектов, указанных в постановлении следователя. В тех случаях, когда эксперт берет на себя миссию исследовать объекты, не поименованные в постановлении, имеет место существенное нарушение закона, т.к. при обнаружении объекта самим экспертом он фактически самостоятельно собирает доказательства, что выходит за пределы его процессуальной компетенции.

В связи с этим при обнаружении экспертом в процессе исследования новых объектов полученная информация с соблюдением всех процессуальных правил должна отражаться следователем в протоколе дополнительного осмотра места происшествия.

2.2 Классификация судебных экспертиз.

В практике судебно-экспертных учреждений наибольшее число занимают так называемые **первичные экспертизы**, впервые проводимые по делу.

Однако закон предусматривает **повторное проведение экспертного исследования** (ст. 207 УПК) и ст. 20 Федерального закона № 73 от 31.05.2001 г. «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации (далее ФЭ, № 73).

Она назначается, как это указано в ч. 2 ст. 207 УПК, в случаях необоснованности заключения эксперта или сомнений в его правильности. На эту экспертизу представляются те же объекты, и ставятся те же вопросы.

Следователь или суд не могут, назначая повторную экспертизу, представлять на нее новые объекты, которые не были предметом исследования предыдущей экспертизы (например, вновь изъятые документы, образцы для сравнения). Такая экспертиза по новым объектам будет иметь статус первичной.

В соответствии со ст. 207 УПК и ст. 20 ФЭ № 73 **дополнительная экспертиза** может быть назначена в случае недостаточной ясности или полноты ранее данного заключения. Например, исследованы не все объекты, или не на все вопросы даны полные ответы. Дополнительные вопросы эксперту могут быть поставлены и в тех случаях, когда описание проведенного исследования не дает возможности осуществить всестороннюю оценку этих выводов.

Если эксперт по своей инициативе указывает в заключении на обстоятельства, имеющие значение для дела, это также может обусловить назначение дополнительной экспертизы.

Дополнительная экспертиза назначается, если неполноту или неясность заключения нельзя устранить путем допроса эксперта. Дополнительная экспертиза может поручаться тому же эксперту. Однако, по усмотрению органа, назначившего экспертизу, она может поручаться и другому эксперту.

Дополнительными экспертизами не являются вторые, третьи и т.д. экспертизы того же что и первичная рода, вида, подвида, назначаемые для решения новых вопросов по новым объектам. В этих случаях должны назначаться экспертизы, имеющие статус первичных.

Комплексная экспертиза - это экспертное исследование, проводимое для решения пограничных вопросов, смежных для различных родов (видов) экспертиз, которые не могут быть разрешены на основе одной отрасли знаний (рода, вида экспертизы). Такая экспертиза обычно проводится в отношении одних и тех же вещественных доказательств несколькими специалистами, представляющими разные отрасли знания.

В отличие от комплексной экспертизы, по которой работают эксперты разных специальностей, в случае решения вопросов повышенной сложности, назначаются **комиссионные экспертизы**, проводимые несколькими сведущими лицами одной специальности, совместно исследующими материалы, представленные на экспертизу, и решающими поставленный перед ними вопрос.

Группа для проведения такой экспертизы формируется либо лицом (органом), назначающим экспертизу, либо руководителем соответствующего судебно-экспертного учреждения.

Судебные экспертизы по отраслям используемых в них специальных знаний принято подразделять на классы, роды, виды, разновидности (подвиды). Каждому классу отвечают свои предметы, объекты и методы исследования.

Классы экспертиз составляют экспертные исследования, объединяемые общностью знаний, служащих источником формирования теоретических и методических основ судебных экспертиз, и объектов, исследуемых на базе этих знаний. Таковыми, например, являются класс криминалистических экспертиз, класс судебно-медицинских экспертиз и т.д. Всего принято выделять двенадцать классов судебных экспертиз:

1) криминалистические;

- 2) медицинские и психофизиологические;
- 3) инженерно-технические;
- 4) инженерно-транспортные;
- 5) инженерно-технологические;
- 6) экономические;
- 7) биологические;
- 8) почвоведческие;
- 9) сельскохозяйственные;
- 10) пищевых продуктов;
- 11) экологические;
- 12) искусствоведческие.

Роды экспертиз различаются по предмету и объектам и соответственно методикам экспертного исследования. Например, в криминалистической экспертизе на уровне рода выделяют почвоведческие, автороведческие, технические экспертизы документов, трасологические, баллистические, портретные и другие экспертизы.

Вид экспертизы составляют элементы рода, отличающиеся специфичностью предмета в отношении общих для рода объектов и методик. Например, в судебно-технической экспертизе документов различают: экспертизы реквизитов документов; экспертизы материалов документов (красителей, бумаги и т.п.), используемых для их изготовления.

Подвид экспертизы - составные части вида, отличающиеся своеобразной группой задач, характерных для предмета данного вида экспертизы, и комплексами метода исследования отдельных объектов или их групп. Например, в рамках криминалистической экспертизы реквизитов документов можно выделить экспертизы оттисков печатей (штампов) для их отождествления и решения диагностических задач; документов, полученных с применением копировальной техники; машинописных текстов и т.д.

В классе криминалистических экспертиз выделяется род криминалистических экспертиз материалов, веществ, изделий (КЭМВИ), также именуемый материаловедческим. В него входят следующие виды:

- 1) экспертиза объектов волокнистой природы;
- 2) экспертиза лакокрасочных материалов и покрытий;
- 3) экспертиза нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов;
- 4) экспертиза стекла;

- 5) экспертиза металлов, сплавов и изделий из них (металловедческая);
- 6) экспертиза полимерных материалов, пластмасс, резин и изделий из них;
- 7) экспертиза наркотических средств и психотропных веществ;
- 8) экспертиза спиртосодержащих жидкостей;
- 9) экспертиза парфюмерных и косметических средств.

В классе судебных **инженерно-технических экспертиз** выделяют:

- 1) пожарно-техническую экспертизу;
- 2) экспертизу по технике безопасности;
- 3) строительно-техническую экспертизу;
- 4) электротехническую экспертизу;
- 5) компьютерно-техническую экспертизу.

Большинство из экспертиз материалов, веществ и изделий, а также практически любые инженерно-технические экспертизы могут назначаться при расследовании дел о пожарах. Помимо них по делам о пожарах могут назначаться судебно-медицинская, инженерно-транспортная, инженерно-технологическая экспертизы и т.д.

2.3 Специальные знания пожарно-технического эксперта. Пожарно-техническая экспертиза

Как видим, экспертные исследования, проводимые в рамках расследования дел о пожарах, отличаются комплексным подходом, который обусловлен большой сложностью места пожара, как объекта изучения. Все же основным, наиболее часто назначаемым родом экспертиз при этом остаются пожарно-технические экспертизы.

Специальные знания судебного пожарно-технического эксперта – это профессиональные знания в области физики и химии горения, основ пожарной безопасности, термодинамики и теплопередачи, материаловедения, особенностей возникновения, развития и тушения пожаров, методик пожарно-технической экспертизы.

При назначении пожарно-технических экспертиз эксперту очень часто ставятся вопросы, формально относящиеся к иным классам, родам, видам судебных экспертиз. Например, при возникновении версии о поджоге эксперту задают вопрос об обнаружении на месте пожара легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, а также об определении их типа, марки, конкретной принадлежности. Этот вопрос более присущ отрасли экспертиз нефтепродуктов и ГСМ или иных горючих жидкостей (пищевых спиртосодержащих и парфюмерно-

косметических), которые могут быть использованы в качестве инициаторов горения при поджогах. При отработке версий о возникновении пожара от аварийных режимов работы электросетей и электроустановок пожарно-техническому эксперту задают вопросы, касающиеся выявления следов коротких замыканий, перегрузки и т.д. и относящиеся к предмету электротехнической экспертизы.

Основной же круг вопросов, которые могут быть поставлены на разрешение пожарно-технического эксперта (или специалиста) сводятся к следующему:

1. Установление очага пожара;
2. Установление непосредственной технической причины пожаров;
3. Установление динамики и путей развития горения из очага;
4. Вопросы о нарушении правил пожарной безопасности о причинно следственных связях между возможными нарушениями и возникновением пожара.

Эксперт не вправе отвечать на вопросы, касающиеся юридической или морально-психологической оценки действий конкретных лиц и об их причастности к возникновению пожара.

2.4 Система судебно-экспертных органов в Российской Федерации. Судебно-экспертные организации МЧС России

В Российской Федерации функционирует система экспертных учреждений. Экспертиза может проводиться либо экспертами этих учреждений, либо иными специалистами, назначенными лицом, производящим дознание, следователем, прокурором и судом. В качестве эксперта может быть вызвано любое лицо, обладающее необходимыми знаниями для дачи заключения.

Деятельность экспертов государственных экспертных учреждений регламентируется Федеральным Законом № 73 от 31 мая 2001 года «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации».

Особое место занимают **судебные эксперты негосударственных судебно-экспертных учреждений или частные эксперты.** В последнее десятилетие образовано ряд ассоциаций и лабораторий независимых экспертиз. Наряду с такими объединениями могут привлекаться для производства экспертиз и частные эксперты.

Для реализации функции судебно-экспертных учреждений в системе органов внутренних дел созданы экспертно-

криминалистические подразделения. Они организованы во всех республиканских, краевых, областных центрах, городах областного значения, в городах, населенных пунктах районного значения, а также в управлениях (отделах) внутренних дел на железнодорожном, водном, воздушном транспорте, в закрытых административно-территориальных образованиях.

В экспертно-криминалистических подразделениях выполняются судебные экспертизы по уголовным делам и делам об административных правонарушениях, подследственных органам внутренних дел: дактилоскопические, трасологические, почерковедческие, технические исследования документов, фоно- и видеофонографические, баллистические, портретные, холодного оружия, материалов, веществ и изделий, биологические, пищевых продуктов, почвенно-ботанических объектов, автотранспортные, пожаро- и взрывотехнические.

Экспертные учреждения существуют также в МЧС. Они созданы на базе ИПЛ. Эти структуры проводят экспертизы по делам, подследственным пожарной охране.

Помимо этого экспертные подразделения имеются в Министерстве юстиции РФ, Министерстве здравоохранения (проводят судебно-медицинские и судебно-психиатрические экспертизы), Министерстве обороны РФ (проводят судебно-медицинские и некоторые виды криминалистических экспертиз), таможенном комитете, налоговой полиции.

В негосударственных экспертных учреждениях проводятся экспертные исследования, не имеющие статуса экспертиз, соответствующего процессуальному праву, за исключением тех случаев, когда сотрудник такого учреждения выполняет экспертизу по постановлению следователя, определению суда.

3.ОСНОВЫ ТРАСОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ. КРИМИНАЛИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЛЕДОВ НА МЕСТЕ ПОЖАРА

3.1 Группы следов, выявляемых на местах пожаров. Классификация криминалистических следов

Различают два вида традиционных криминалистических следов по их происхождению – это следы антропогенного и техногенного происхождения. Первые принадлежат человеку, вторые - машине, механизму, инструменту или их отдельной части. Эти следы не менее важны для расследования пожара, нежели следы горения или инициирования горения, т.к. могут позволить установить (в дополнение к причине пожара), личность, причастную к его возникновению.

Следы такого рода на месте любого преступления, в том числе и на месте пожара, изучает раздел криминалистической науки, называемый **трасологией**.

Термин «**трасология**» происходит от двух слов: французского «latrace» (след) и греческого «logos» (учение). То есть «трасология» в переводе означает учение о следах. Это одна из наиболее разработанных отраслей криминалистической техники.

В криминалистике принято различать следы **в широком и узком** смысле слова. Под следами в широком их значении понимаются любые материальные изменения, происшедшие в обстановке места происшествия и других материальных объектах, явившиеся результатом подготовки, совершения или сокрытия преступления. Таковыми являются, например, брошенные, оставленные или утерянные преступником на пути следования вещи, предметы.

Следы **в узком смысле слова** включают в себя только те изменения материальной обстановки, в которых отображается **внешнее строение** объектов (форма, размеры, микрорельеф поверхности и др.), взаимодействовавших с данной обстановкой. Эти следы и являются объектами трасологического исследования, главная задача которого состоит в идентификации предмета, вещи, человека, оставившего след.

Классификация следов в трасологии

В процессе взаимодействия, результатом которого является возникновение следов-отображений, участвуют два объекта: **следообразующий**, т. е. тот, признаки внешнего строения которого отображаются в следах, и **следовоспринимающий**- носитель следов. Особенности следообразующего, характер изменений следовоспринимающего объектов и особенности их взаимодействия

между собой определяют основания для классификации следов в криминалистике.

По характеру следообразующих объектов следы в трасологии принято делить на следы рук, ног, следы орудий и инструментов, следы транспортных средств и т. д.

Большую ценность представляет собой классификация следов *по механизму их образования*, впервые предложенная З.И. Шевченко. Механизм следообразования, представляя собой процесс взаимодействия по меньшей мере двух объектов — следообразующего и следовоспринимающего, протекает в различных условиях с участием различных по своей природе, энергетическим характеристикам объектов.

По характеру воздействия следообразующего объекта на следовоспринимающий, которое является одним из основных элементов механизма следообразования, принято различать следы как результат:

- 1) механического;
- 2) химического (в том числе фотохимического);
- 3) термического воздействия.

Наиболее часто встречаются следы, возникающие в результате механического воздействия. В зависимости от механического состояния, в котором находились относительно друг друга следообразующий и следовоспринимающий объекты в момент следообразования, различают следы статические и динамические.

Статическими называют такие следы, при образовании которых следообразующий и следовоспринимающий объекты находятся в состоянии относительного покоя. Таковыми являются следы рук с отображением папиллярных узоров, следы обуви, возникающие при ходьбе и отображающие структуру поверхности подошвы, следы отображающие рисунок протектора колес.

Динамические следы образуются при условии, если контактное взаимодействие следообразующего и следовоспринимающего объектов сопровождается перемещением одного взаимодействующего объекта относительно другого. Такие следы возникают в результате разреза, разруба, распила, при торможении транспортного средства, когда блокируются колеса. Поэтому в динамических следах рельефные точки поверхности следообразующего объекта отображаются на поверхности следовоспринимающего не в виде точек, как это имеет место в статических следах, а в виде линий, трасс.

В зависимости от характера изменений следовоспринимающего объекта следы классифицируются на объемные и поверхностные.

Объемные углубленные, возникают при вдавливании следообразующего объекта в более мягкую следовоспринимающую поверхность, которая при этом деформируется следы дают представление об оставившем их объекте в трех измерениях: длина, ширина, высота (глубина). Для этого вида следов характерна также зеркальность отображения особенностей следообразующего объекта. То есть любая выступающая его деталь в следах будет представлена в виде углублений, и наоборот.

Поверхностные следы возникают, когда оба объекта (образующий след и его воспринимающий) приблизительно равны по твердости, или твердость воспринимающего больше. В результате образуются не объемные, а плоскостные следы.

Следы возникают в результате поверхностных изменений следовоспринимающего объекта и дают двумерное представление о нем. Чаще других в практике встречаются поверхностные *следы-наслоения* или *отслоения*. Первые образуются за счет переноса частиц какого-либо вещества со следообразующего на следовоспринимающий объект при контакте, например, потожировые отпечатки пальцев на стекле, бумаге и других поверхностях. Вторые образуются в результате удаления частиц вещества со следовоспринимающей поверхности в момент следообразования. Следы-отслоения возникают, например, при прикосновении рукой к пыльной поверхности, при ходьбе по свежеекрашенному полу и т. д.,

В зависимости от того, где произошли изменения — в пределах контактной поверхности или за ее пределами — различают следы **локальные и периферические**.

Локальные следы образованы самой контактирующей поверхностью. Например, след обуви (поверхностный или объемный) образован за счет изменения поверхности грунта в границах воздействия на него подошвы. Вокруг следа поверхность осталась неизменной.

Большинство используемых в криминалистике следов являются следами **локального** происхождения. Они же имеют и большую идентификационную ценность, поскольку несут в себе больше информации об оставившем их объекте.

Таковы следы папиллярных узоров пальцев рук, следы обуви, в которых отобразилась особенность рельефа подошвы, каблука и т. д.

практически все объемные следы являются результатом локального воздействия.

Периферические следы возникают за счет изменений за границами контактирующих поверхностей. Например, верх обуви преступника испачкан строительной пылью. Во время ходьбы по чистому полу с ботинок (вокруг подошвы) осыпается пыль, повторяя конфигурацию подошвы. Контур картины, длительное время висевшей на стене. В данном случае след образуется за счет выгорания краски на стене вокруг картины под действием света.

Периферические следы встречаются в следственной и экспертной практике значительно реже, и их идентификационное значение невелико, поскольку в таких следах отображается лишь контур оставившего их объекта, позволяющий установить только групповую принадлежность.

3.2 Фиксация антропогенных следов на месте происшествия

По степени восприятия различают следы: видимые, слабовидимые (плохо различимые) и невидимые. Видимые следы обнаруживают без каких-либо специальных приемов, они хорошо различимы невооруженным глазом.

Слабовидимые и невидимые следы удастся обнаружить, применяя специальные приемы освещения, либо путем механического или химического воздействия различными веществами на поверхность, где предполагается наличие следа. От того, к какой категории относятся следы, являются ли они объемными или поверхностными, видимыми или невидимыми, зависят приемы их обнаружения, закрепления и изъятия.

Обнаружение слабовидимых следов осуществляется за счет направленного освещения узким пучком света, падающего на объект под острым углом (менее 90°) или на просвет.

Однако мало обнаружить следы, их еще необходимо зафиксировать и сохранить в неизменном виде, чтобы можно было в дальнейшем использовать в доказывании.

Основным способом фиксации следов является **описание** их в протоколе следственного действия, в ходе которого они обнаружены (предмет, участок местности или помещения).

В протоколе отмечают положение следов на объекте и их взаимное расположение (если следов несколько). После этого

указывают признаки следа; форма, размеры, детали. Особое внимание уделяют характерным признакам.

В протоколе излагают приемы и средства, применявшиеся для обнаружения, выявления, изъятия следа. Так как протокол обычно составляется в конце осмотра, то в его заключительной части отмечают, какие были изъяты следы, как упакованы и куда направлены.

Также необходимо проводить: фотографирование, зарисовку, составление планов и схем, копирование с помощью материалов, обладающих копировальными свойствами» (например, с помощью дактилоскопической пленки), и изготовление слепков с объемных следов. Фотографирование следов может быть в силу закона обязательным средством их фиксации, если эти следы по тем или иным причинам не могут быть изъяты с места обнаружения или храниться при уголовном деле.

При невозможности изъять объект со следом целиком (громоздкий, особо ценный объект) со следа может быть получен слепок, отпечаток. Следы рук (босых ног) предварительно обрабатывают порошками или химическими реактивами, чтобы сделать следы видимыми. Затем откопировывают на дактилоскопическую пленку или ее заменители. С объемных следов обуви, орудий, транспортных средств изготавливают слепки: гипсовые, полимерные, пластилиновые.

Для изготовления копий объемных следов применяют различные материалы. Наиболее распространенными являются: гипс. Если след оставлен в сыпучем материале (песок, мел, цемент, мука), его предварительно закрепляют с помощью какого-либо раствора. Это может быть сладкая вода, керосин, раствор целлулоида в ацетоне или перхлорвинила в ацетоне, специальные лаки или лак для волос в аэрозольной упаковке. Раствор наносят пульверизатором или аэрозольным распылителем так, чтобы струя была направлена на некоторой высоте параллельно поверхности следа, и капельки раствора свободно осаждались в следе. Затем приготавливают гипсовый раствор. Если предстоит получить слепок со следа на снегу, то предварительно охлаждают воду до нулевой температуры, пока в ней не перестанет таять брошенный в емкость снег.

Гипс растворяют в воде в соотношении 1:1 или 1,25:1 в зависимости от влажности грунта, в котором расположен след. Предварительно след очищают от посторонних предметов, попавших в него после его образования (ветки, окурки и др.). Вокруг следа устанавливают маленький барьер из щепок, картонок или специальной

металлической ленты. Заранее готовят куски проволоки (щепки, лучинки) для каркаса, кусочек шпагата и картонную бирку.

Изъятые объекты со следами или копии (слепки) упаковывают таким образом, чтобы стенки упаковки не касались следа. Упакованные объекты опечатываются и снабжаются пояснительными надписями, где указывается: кто, когда, по какому делу изъят данный след.

Процессуальная фиксация следов, обнаруженных на месте происшествия или при производстве иного следственного действия заключается в подробном их описании в протоколе и приобщении к материалам уголовного дела в качестве вещественных доказательств.

Следы человека

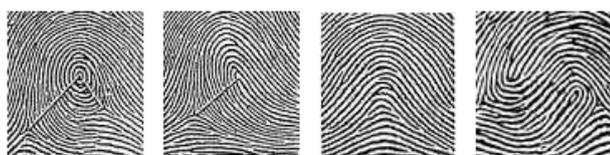
Применительно к следам человека, имеющим трасологическое значение, различают: следы рук, перчаток, следы ног, обуви, следы зубов, иных участков головы (лица), не имеющих папиллярных узоров (губ, носа, лба), следы одежды, следы крови.

Следы рук. В криминалистике под следами рук чаще всего понимают отпечатки ладонных поверхностей концевых отделов (ногтевых фаланг) пальцев (рисунок 2а и б).

Криминалистическое значение этих следов определяется тем, что по ним можно судить о числе людей, оставивших следы, иногда о поле, возрасте и профессии этих лиц, и, самое главное, идентифицировать человека, оставившего следы. Возможность отождествления личности по следам пальцев рук и явилась основанием первоначального их использования для уголовной регистрации преступников.

Следы рук по сравнению с другими следами наиболее часто и успешно используют при раскрытии и расследовании преступлений. Это предопределяется функциональным значением рук и наличием на них потожирового вещества. Кроме того, ладонная поверхность рук (а также подошвы стоп) покрыты папиллярными линиями - линейными возвышениями незначительной высоты и ширины, разделяемыми небольшими бороздками. На коротких участках папиллярные линии прямолинейные, на значительном протяжении изгибаются, образуя сложные узоры. Папиллярные линии никогда не пересекаются, но могут сливаться, разъединяться, создавать узоры различных типов (видов).

Криминалистическое изучение папиллярных узоров ногтевых фаланг пальцев рук традиционно составляло раздел, называвшийся **дактилоскопией**. К настоящему времени для криминалистических целей изучаются и используются папиллярные узоры и других отделов: средних и основных фаланг пальцев, ладоней, подошвенных поверхностей стоп и пальцев ног.



Тип рисунка: завиток петля дуга сложный
а) следы пальцев



б) след ладони

Рисунок 2. отпечатки ладонных поверхностей концевых отделов (ногтевых фаланг) пальцев

Наряду с естественными признаками рельефа ладонной поверхности могут быть и искусственные признаки. К ним относят следы различных повреждений: шрамы, ожоги и т. п.

Широкое использование папиллярных узоров пальцев рук для идентификации личности определяется следующими их особенностями (свойствами):

1) папиллярный узор любого пальца руки каждого человека по совокупности своих особенностей является сугубо **индивидуальным**, присущим только этому пальцу и этому человеку;

2) папиллярные узоры формируются в окончательном виде до рождения человека (после 3-4 месяцев внутриутробного развития) и с

этого времени до разрушения кожных покровов после смерти человека **не изменяются** в своей основе;

3) папиллярный узор на месте повреждения после заживления **восстанавливается** в прежнем виде;

Папиллярные узоры способны оставлять следы-отпечатки, отображающие совокупность особенностей каждого узора.

Методология использования математических методов при анализе изображений устанавливает, что формализованные методы базируются на системах, которые имеют конечное число признаков, количество которых должно быть "функцией от цели". Ни о какой "дурной бесконечности" в процессе изучения объектов не может быть и речи.

В соответствии с общими принципами трасологии следы пальцев рук делятся на статические и динамические, объемные и поверхностные и т. д. Для идентификации личности используются статические следы, так как в динамических пальцев рук признаки папиллярного узора смазываются за счет скольжения.

Поверхностные следы — отпечатки пальцев рук могут быть видимыми, маловидимыми или невидимыми (скрытыми, латентными). По своему происхождению это поверхностные следы-наслоения, образованные потожировым веществом, которое тонким слоем покрывает кожу и представляет собой смесь выделений потовых и жировых желез кожи человека.

Обнаружение объемных или видимых поверхностных следов пальцев рук не представляет сложности и требует лишь тщательного осмотра соответствующих объектов.

Для их выявления могут применяться **физические, химические и биологические** способы. Наиболее простой физический способ основан на выявлении следов пальцев за счет разной отражательной (или пропускающей) способности потожировых наслоений следов и остальных участков объекта, на котором он расположен. Для этого при осмотре применяют освещение объекта под разными углами (коспадающее, скользящее, проходящий свет, освещение ультрафиолетовыми лучами и проч.).

Иные физические способы основываются на свойстве потожировых следов удерживать порошкообразные частицы других веществ. Применяемое порошкообразное вещество должно иметь достаточно мелкие частицы, надежно связываться с потожировыми следами и не прилипать к поверхности объекта, не быть ядовитым. К настоящему времени в криминалистических работах упоминается большое количество разных порошков и различные способы их

нанесения на поверхность объектов (с помощью обычной и магнитной кистей, пульверизатора, напылением в вакууме и др.).

Химические способы выявления следов пальцев основаны на применении реактивов, взаимодействующих с теми или иными веществами, входящими в состав потожировых наложений. К таким веществам относятся хлористый натрий, белковые соединения, жир. Применение соответствующих реактивов вызывает образование окрашенных химических соединений, что делает следы пальцев видимыми.

Основа биологического способа выявления следов пальцев состоит в возможности развития на веществе потожировых следов определенных видов микроорганизмов. Размножаясь, микроорганизмы образуют скопления (колонии), которые смыкаются друг с другом, занимают все пространство отпечатка, изменяя его оптические и (или) цветовые свойства. Широкого применения такой способ не получил.

Изъятие следов пальцев предпочтительнее всегда вместе с объектом или его частью, на которой располагается след. При невозможности этого после обработки порошком след копируют с помощью специальной слеδοкопировальной пленки или же применяя ее заменители: лейкопластырь, фотопленку и др.

Следы рук на пожаре сохраняются не всегда и не везде, но искать их имеет смысл.

По экспериментальным данным, отпечаток пальца на стекле на просвет отчетливо виден при нагреве до температуры 400-450 °С. (длительность нагрева 1 час). Специальными реактивами отпечатки выявляются и при более жестких условиях нагрева.

Отпечатки на бумаге при нагреве до 100 °С даже проявляются и остаются до момента сгорания бумаги. Отпечаток виден на обугленной бумаге, пока она полностью не разрушится.

Естественно, более типична для пожара ситуация, когда предмет, где имелся отпечаток пальца, закопчен. В литературе указывается, что в этой ситуации следы пальцев рук хорошо сохраняются на поверхности оконных стекол, стеклянной и керамической посуды и на гладких металлических поверхностях. Они могут быть пригодными для идентификации под наслоением легко снимаемой копоти на эмали при нагревании до 400 °С, на стекле до 600 °С, на других поверхностях до 850 °С. В одной из работ описана методика выявления следов рук под слоем сажи на предметах из жаростойких материалов (фарфора, металлокерамики, нержавеющей стали и др.) путем обработки их парами металлоорганических соединений, например хроморганической

жидкости. Предварительно копать удаляют отжигом в муфельной печи при температуре 700 °С.

Следы ног человека.

Следы ног представляют собой результат контакта подошвы босых или обутой ног человека с поверхностью грунта, пола или иного следовоспринимающего объекта. Они образуются как при передвижении, так и при остановках. Множественные следы, образующиеся при движении, принято называть «дорожкой следов» (рисунки 3). Следы ног, как и другие следы, могут быть объемными или поверхностными.

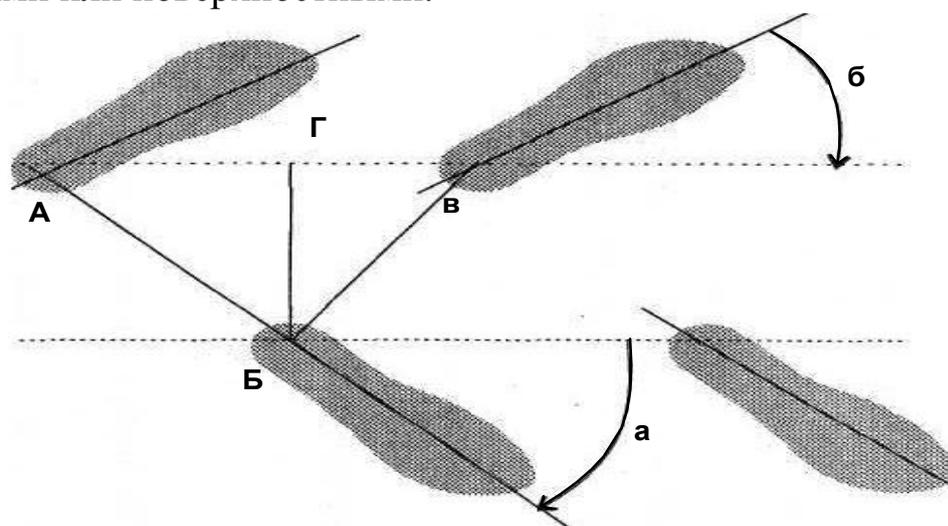


Рисунок 3. Дорожка следов

На состояние опьянения могут указывать неодинаковые длина, ширина шага и разворот стопы, оставленные одной ногой в разных участках дорожки следов на прямом отрезке пути следования. В зависимости от степени опьянения линия направления движения вместо прямой выглядит неравномерно извилистой.

Для беременной женщины характерно увеличение ширины расстановки ног при ходьбе и разворота стоп по сравнению со среднестатистическими величинами.

Об особенностях походки или навыков ходьбы и бега можно судить по состоянию размеров дорожки следов и отображающейся в отдельных следах специфике распределения нагрузки на подошву.

Особо следует отметить способы фиксации «дорожки следов», в которой различают: направление движения, линию ходьбы, длину шага, длину расстановки ног при ходьбе, ширину расстановки ног, угол шага и разворота стопы.

При обнаружении следов ног на месте происшествия их фотографируют по правилам масштабной фотосъемки.

Рекомендуется сделать схематические зарисовки, как отдельных следов, так и дорожки следов

Для фиксации и изъятия следов (их копий) существуют различные способы в зависимости от вида следов.

Следы босых ног на бумаге, фанере проявляют так же, как и следы рук. Следы ног (обуви) на кафельном полу, линолеуме могут быть откопированы на лист предварительно зачищенной резины. Поверхностные следы ног (обуви) копируют также на крупноформатные липкие пленки или соответствующего размера увлажненную фотобумагу (фотопленку).

В следах босых ног (рисунок 4) отображаются: размер ступни; длина и ширина каждого пальца; общая форма ступни (форма следа зависит от подъема ступни, которая бывает высокой, средней, плоской); общее строение папиллярных узоров; наличие флексорных (сгибательных) складок.

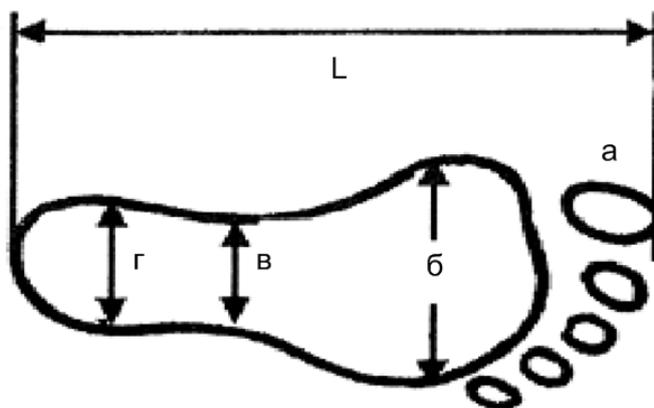


Рисунок 4 След босой ноги

К частным признакам следов босых ног относят: соотношение размеров пальцев, форму, расположение относительно переднего края плюсны, выгибание кверху отдельных пальцев, наличие, форму и месторасположение различных повреждений и деформаций (рубцов, мозолей); частные признаки папиллярных узоров.

Судить об обуви (рисунок 5), которая была на ногах преступника, можно по отдельным следам, достаточно четко отобразившим общее строение подошвы и ее частей:

- 1) конструкция подошвы (сплошная без каблука, подошва с отдельным каблуком, подошва с отдельным каблуком и отдельной подметкой);
- 2) размер подошвы и ее частей (длина всей подошвы, длина подметки, длина каблука, ширина подметочной части в самом широком месте; ширина промежуточной

- 3) форма подошвы и отдельных ее частей (носка, внутреннего и внешнего срезов подошвы, заднего среза подметки, переднего и заднего среза каблука);
- 4) общая характеристика поверхности подошвы и ее частей (плоская, выпуклая, гладкая, с рельефным рисунком, вид, форма, размеры рисунка);
- 5) способ крепления подошвы и ее частей (винтовой, деревянно - шпилечный, гвоздяной, прошивной, клеевой);
- 6) количество рядов шпилек, гвоздей, винтов;
- 7) наличие на подошве подковок, шипов противоскольжения, фабричных клейм и обозначений.



Рисунок 5. Следы ног человека в обуви

Рост человека можно определить по совокупности результатов, полученных из всех обнаруженных источников, дающих возможность получить такую информацию. К ним относятся: длина следа; длина шага.

По следу ноги возможно приближенное определение роста человека и размера обуви, которую он носит.

Антропометрическими исследованиями установлено, что размер стопы равняется 15,8 % роста мужчин и 15,5 % роста женщин.

Если обнаружен след обуви, то из длины следа необходимо сначала вычесть 1—1,5 см.

Для определения *пола человека* могут быть использованы такие источники информации, как длина и ширина следа, расположение

пальцев в следе босой ноги, форма, размеры и взаиморасположение частей подошвы обуви, длина шага и угол разворота стопы.

У мужчин зачастую стопа более крупная, чем у женщин, однако в некоторых фасонах длина подошвы женской обуви превышает длину низа мужской обуви одного и того же размера.

У женщин нередко из-за ношения очень узких туфель на высоком каблуке большой палец стопы бывает значительно отклонен в сторону мизинца, при этом второй палец оказывается приподнятым (вытесненным) настолько, что в поверхностном следе босой ноги не оставляет отпечатка (остается вне контакта со следоносителем), а в объемном — хорошо просматривается его неодинаковое с остальными расположение. Значительно реже, но подобное может встречаться и у мужчин.

Различать следы, оставленные женской или мужской обувью, можно по следующим признакам: форма носочной части подметки, промежуточной части подошвы, форма и размер отпечатка каблука, его расположение.

О поле можно судить также и по длине шага. При пропорциональном телосложении и нормальном темпе ходьбы длина шага мужчины среднего роста составляет 70-90 см, а женщины 50-70 см. Некоторая среднестатистическая закономерность прослеживается и в угле разворота стопы. Так, у мужчин чаще он бывает в пределах 18-25°, а у женщин — 12-18°.

Офизических особенностях и состоянии лица, оставившего следы, можно судить по ряду признаков. Большая утомленность или болезненное состояние находят свое отражение в значительном различии между длиной правого и левого шагов, разворотом правой и левой стоп. При чрезмерной тучности наблюдается значительное укорочение длины шага, уменьшение разворота стопы и увеличение расстановки ног при ходьбе, по сравнению со среднепринятыми величинами. При хромоте наблюдается большая углубленность следов, оставляемых поврежденной ногой, в ряде случаев проявляется как устойчивый признак неполный или неравномерный, необычный по вдавленности отпечаток одной из частей подошвы. Иногда наблюдается след волочения поврежденной ноги. При хромоте длина шага здоровой ноги меньше, чем поврежденной. В этом случае целесообразно производить поиск соответствующих следов, оставляемых костылем или палкой.

Автоматизированные системы дактилоскопической регистрации

Внастоящее время во многих странах мира используются автоматические системы монодактилоскопической регистрации, которые позволяют "обнаруживать" преступников по следам пальцев, оставленным на местах преступления. Системы предназначены для автоматизированного кодирования и хранения больших объемов информации о папиллярных узорах. Они, по существу, являются регистрационно-поисковыми. Для таких систем в настоящее время устоялся термин АДИС — автоматизированная дактилоскопическая информационная система (AFIS — AutomatedFingerprintIdentificationSystem). Это такие системы, как АМРЕХ — примерное время начала эксплуатации - - 1970 г. (Великобритания), PRINTRAK— 1976 г. (США), AFIS — 1980 г. (Япония), FOCUS — 1980 г. (Великобритания), NEC — 1982 г. (США), MORPHO— 1985 г. (Франция), DERMALOG— 1989 г. (ФРГ), PAPILLON (Россия), ДАСТОРРО (Россия) и другие.

Формульные системы регистрации (система Гальтона — Генри, конец XIX века). По узорам всех десяти пальцев выводилась единая дактилоскопическая формула и по ней в картотеке располагались регистрационные карты. В узорах каждого пальца выделялись один - два признака. Этим признакам приписывались определенные числовые значения. Совокупность таких числовых обозначений и составляла дактилоскопическую формулу. Организовать хорошо работающую монодактилоскопическую картотеку на формульном принципе никогда не удавалось. Формульные методы улучшения способов описания папиллярного узора к 70-м годам XX в. исчерпали себя и плохо согласовывались с возможностями вычислительной техники.

2. Механизации поиска в формульной монодактилоскопической системе. Системы, в которых описание папиллярных узоров строилось на старых формульных методах, а поиск проводился на компьютерах (примерно с 50-х годов XX в.).

Кодовые системы (1957 г., Россия), создание дактилоскопического автомата. С 70-х годов автоматизированные **кодovые** системы стали создаваться в США, Англии, Германии, Франции и Японии.

Основными признаками классификации стали **координатные** в декартовой системе координат. Использовался такой новый и ранее неизвестный в дактилоскопии признак, как местоположение детали без учета особенностей этой детали. При описании папиллярного узора появилась такая важная особенность, как "точка" на координатном поле. Это позволило перейти от сравнения **формул** к сравнению

изображений точек, определенным образом размещенных на координатной плоскости, причем это размещение передавало индивидуальные особенности конкретного папиллярного узора.

Точки – это начала и окончания линий, их слияния и раздвоения, обрывки и пр. Искажения, вызванные смещением точек на поле координат из-за малой устойчивости пальца к деформации при следообразовании, устранялись путем введения зонального кодирования. В большинстве автоматизированных систем кодирования дактилоскопических отпечатков и папиллярных следов обозначается определенный "створ" (зона), в пределах которого допускаются смещения изображений.

Автоматизированные дактилоскопические системы

- Регистрационные
- Идентификационные
- Информационные (база данных дактокарт)
- Поисковые (базы данных дактокарт и следокарт)

Регистрационные системы. Задача регистрационной дактилоскопической картотеки состоит в том, чтобы выделить из базы данных всех, кто в принципе мог бы оставить папиллярный след, обнаруженный на месте происшествия. Из представленного списка все без исключения в равной (или неравной) степени являются подозреваемыми. В действительности анализируемый папиллярный мог быть оставлен только одним из подозреваемых, либо ни одним из лиц, попавших в список.

Поисковые и информационные системы. Информационные системы оперируют с полными дактилокартами, в них могут использоваться упрощенные методы обработки и сравнения, что приводит к быстрому поиску по машинной картотеке и идентификации личности по дактилокарте. Поисковые системы, как правило, имеют дело с дактилоскопическими изображениями невысокого качества (например, папиллярные следы, изъятые с мест преступления) и поэтому используют другие принципы обработки и сравнения.

Системы идентификационные и экспертные. Это системы, которые предназначены для идентификации лиц по дактилоскопической информации и которые используются в экспертном режиме. Задача экспертной технологии, в отличие от регистрационной, заключается в том, чтобы точно ответить на вопросы, кем конкретно из подозреваемых оставлен след и какова надежность данного идентификационного вывода. Если же след оставлен другими лицами, а

не теми, кто попал в список или в число подозреваемых — экспертная технология направлена и на решение этой задачи.

По способам распознавания (способам обработки и кодирования исходных изображений и способами сравнения кодов) дактилоскопические автоматизированные системы можно разделить на две группы:

а) **точечные** использующие в качестве основного дескриптора точки мелких особенностей и их взаиморасположение;

б) **пространственные**, использующие в качестве основного дескриптора само полутоновое дактилоскопическое изображение; в качестве главного дескриптора они применяют собственно пространственное представление изображений.

подавляющее большинство автоматизированных дактилоскопических систем в мире являются точечными.

Пример пространственной АДИС - российская "ДактоПро", внедренная в нескольких регионах, включая две установки в США. В системе используется принцип непосредственного сравнения двух полутоновых изображений. По своей эффективности (как по надежности, так и по точности) этот подход не уступает точечным системам, однако значительный объем вычислений не позволяет использовать этот метод в системах с объемом машинной картотеки в 50 000 карт и более, так как время поиска становится недопустимо большим.

Рациональная система должна содержать оба этих подхода. На первом этапе должна действовать точечная процедура как наиболее эффективная с точки зрения затраты машинного времени. Затем отобранные этой системой отпечатки могут обрабатываться и сравниваться пространственной системой. Здесь, благодаря суженному банку данных уже не будет иметь значения тот факт, что эта система затрачивает больше времени на принятие решения.

3.3. Исследование документов, кино-, фото-, видеоматериалов.

Объектами *судебно-трактологической* экспертизы являются различные материальные следы-отображения, образованные при взаимодействии, как минимум, двух объектов, - следообразующего и следовоспринимающего.

1. Для проведения сравнительного исследования следов используется **графический метод кодирования** общих и частных признаков в прямоугольной системе координат. Длина и ширина

трасологических объектов намного больше глубины. Поэтому, вместо пространственной системы координат на практике часто применяют плоскую. Признаки отдельных следов можно представить в виде точек, находящихся в данной системе координат. Каждая точка характеризуется парой чисел “х” и “у” в прямоугольной системе координат, которые можно использовать при проведении сравнительного исследования.

2. В ходе экспертного исследования интересен **полигонный** метод сравнения. На увеличенных фотографических изображениях рельефной поверхности находят наиболее характерные частные признаки (в виде точек) и соединяют их отрезками. Сравнительное исследование проводят по площади, форме полученных фигур, а также по длине отрезков и углам между ними. Описанный метод поддается автоматизации, однако на практике применяется в качестве предварительного метода сравнительного исследования.

Со временем положение признаков, их форма и размеры в процессе эксплуатации инструмента, носки обуви, - изменяются. В данном случае различия оцениваются при помощи коэффициента корреляции. В данном случае применяется **вероятностно-статистический** метод исследования.

При исследовании динамических следов, имеющих вид трасс, расположенных параллельно друг другу, применяются **профилограммы**. При проведении сравнительного исследования производится сравнение профилограмм исследуемого и экспериментального следов. Пользуясь аппаратом математической статистики можно оценить взаимосвязь параметров, характеризующих профилограммы исследуемого и экспериментального следов при помощи коэффициента корреляции. Если он равен единице или близок к ней, то существует тесная зависимость между профилограммами. Если коэффициент близок к нулю, то связь между профилограммами отсутствует. В том случае, когда коэффициент корреляции находится в пределах 0,4 – 0,6 необходимо проведение дополнительных исследований.

3.4. Криминалистические приемы исследования техногенных следов различного происхождения. Специальные виды криминалистических экспертиз.

Орудия, применяемые преступниками для взлома, могут быть классифицированы на три вида:

- специально предназначенные для целей взлома (проникновения в закрытое хранилище): «фомка», «балерина», «гусиная лапа»;
- имеющие общетехническое применение: инструменты, приспособления для резки металла;
- случайно оказавшиеся на месте взлома: полоса железа, металлический прут, отрезок газовой трубы и т. п.

По способу воздействия все орудия и инструменты можно подразделить на механические и термические.

К первым (механическая группа) относятся следующие орудия и механизмы: режущие- нож, ножницы, стеклорезы, кусачки и т. п.; рубящие и долбежные - топор, зубило, долото, лом и т. д.; пилящие - напильники, пилы; сверлильные — сверла, буравы.

Ко вторым (термическая группа) относятся газо- и электроаппараты для резки металлов и их сварки.

Следы механической группы подразделяют на: следы давления, следы скольжения (трения), следы резания.

Следы давления образуются от удара (нажима) орудия взлома на поверхность взламываемой преграды. Если воспринимающая поверхность (преграда) достаточно твердая, остается поверхностный след. Если она обладает остаточной деформацией, образуется вдавленный след- вмятина. Глубина вмятины зависит от силы удара (нажима). Форма вмятины повторяет конфигурацию контактной части орудия взлома и передает ее размеры. Изучив такой след при осмотре, следователь может получить представление о форме и размере орудия, оставившего след.

Следы скольжения (трения) образуются, когда орудия взлома (лом, полоса железа) действуют под углом к поверхности преграды. При этом могут образовываться как царапины (соскобы), так и уплотнение (сжатие) материала преграды. Следы трения тем отчетливее, чем тверже орудие по сравнению с преградой. По следам трения можно судить о виде примененного орудия и о механизме взлома.

Большое значение при наличии как следов давления, так и следов трения имеют частицы вещества преграды (краски, материала), обнаруживаемые на орудии преступления (следы-вещества).

Следы резания чаще всего встречаются на деревянных и металлических преградах (следы топора, ножа, долота, ножниц и других инструментов). Одной из разновидностей следов резания являются следы распила. Близки по своему механизму следы сверления и строгания.

В следах резания отображается режущий (рубящий) край инструмента. Это следы, как правило, динамические (линейные), где каждая точка рабочей грани оставляет линию. Чередование образующихся при этом бороздок и валиков (трассы) является отражением микрорельефа образующей поверхности. По следам разуба, разреза возможно отождествление орудия, инструмента, которым эти следы были оставлены.

По следам распила определяют вид пилы, иногда количество зубьев, приходящихся на определенный отрезок. Эти данные используют для поиска инструмента и отыскания лица, пользовавшегося этой пилой. По следам сверления определяют вид и диаметр использованного сверла.

Следы термического воздействия образуются главным образом при взломе металлических преград (сейфов, стальных дверей, защитных решеток). О применении газо-электрорезки свидетельствует оплавление краевых участков, наличие капель оплавленного металла.

При обнаружении следов ног на месте происшествия их фотографируют по правилам масштабной фотосъемки.

Рекомендуется сделать схематические зарисовки, как отдельных следов, так и дорожки следов.

Для фиксации и изъятия следов (их копий) существуют различные способы в зависимости от вида следов.

Следы босых ног на бумаге, фанере проявляют так же, как и следы рук. Следы ног (обуви) на кафельном полу, линолеуме могут быть откопированы на лист предварительно зачищенной резины. Поверхностные следы ног (обуви) копируют также на крупноформатные липкие пленки или соответствующего размера увлажненную фотобумагу (фотопленку).

Разрушение стекол

Главным при обнаружении разбитого стекла на пожаре является выявление причины вызвавшей его разрушение. Иными словами, само стекло разрушилось в ходе пожара, или его разбили? Как это установить?

Необходимо помнить, что на пожаре стекла при нагревании выше 300 °С начинают разрушаться и выпадать преимущественно в

сторону действия источника тепла. Т.е. при горении внутри помещения стекла будут падать внутрь и это может быть ошибочно принято за признак разбивания стекол от удара снаружи.

Поэтому, во-первых, нужно посмотреть, закопчены стекла, лежащие внутри, или просто испачканы пожарным мусором. Закопчение на стеклах будет признаком того, что во время пожара они какое-то время еще были в оконных переплетах, а разрушение произошло уже в ходе пожара.

Во-вторых, надо сохранить стекла для экспертного исследования. На осколках стекла образуются радиальные и концентрические трещины, рельеф граней которых позволяет определить, с какой стороны ударили по стеклу или надавили на него. При взрыве, предшествующем пожару, стекла чистые и находятся снаружи помещения; чем больше сила взрыва, тем дальше. Исключением являются объемные взрывы, происходящие при утечке газа и испарении горючей жидкости – при этих взрывах стекла находят внутри помещения.

При изъятии стекол нужно помнить, что на них могут быть отпечатки пальцев.

Сгоревшие бумаги и другие органические материалы

Исследование сгоревших бумаг обычно не относится к задачам трасологии и, тем не менее, ради некоторых бумаг, их уничтожения, имитации уничтожения, или сокрытия хищения и может быть устроен поджог. Поэтому кратко остановимся на том, как обращаться со сгоревшими бумагами, и какую ценность они представляют для криминалиста.

Нужно помнить, что сколь бы сильно не была переуглена бумага, если листок сохранился, то можно установить природу бумаги и написанный на ней текст. По текстуре и составу эксперт может установить, что это за бумага, простая или банкнота, рубль это, или иная иностранная валюта. Текст на бумаге также можно восстановить, если она достаточно хорошо сохранилась.

Поэтому на месте пожара необходимо:

а) по мере возможности не трогать и сохранять остатки бумаг, если пожар произошел в банке, офисе, служебном помещении магазина, склада и т.д.;

б) для прекращения горения бумаг их надо изолировать от притока воздуха, накрыв кастрюлей, баком и тому подобными подручными средствами. Задухание или, тем более, подача воды повлекут безвозвратную утерю бумаги;

в) если документы или деньги находятся в сейфе или железном ящике (шкафу), то не следует его открывать сразу после пожара. Сейф должен остыть, иначе доступ воздуха внутрь может повлечь вспышку и быстрое уничтожение огнем содержимого.

Правила изъятия обгоревших бумаг здесь не рассматриваются; лучше чтобы это делал эксперт, а задача пожарного специалиста - сохранить эти остатки до его прибытия.

Необходимо отметить, что источником криминалистически значимой информации могут быть обгоревшие остатки не только бумаг, но и других органических материалов. Современные экспертные возможности позволяют, например, проанализировав пепел от сигареты (методом электронной микроскопии), определить, был ли это чистый табак, или с добавками марихуаны и других наркотиков.

3.5. Следы транспортных средств

Основное значение для трасологии имеют контактные следы наземного транспорта: следы ходовой части (колес или гусениц).

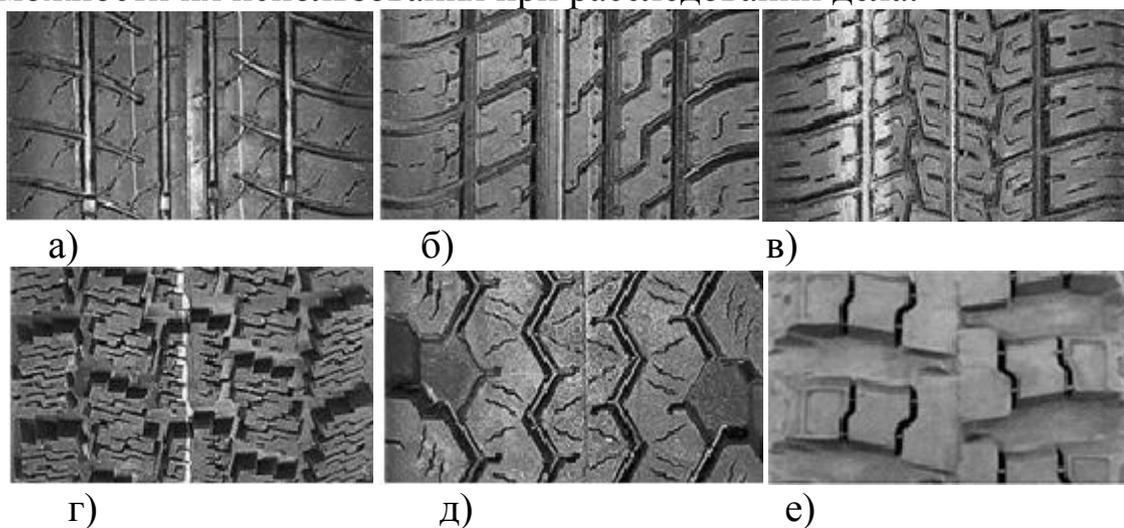
Наиболее часто встречающиеся следы колес автомашины, которые могут иметь двойное происхождение. При движении автомашины со свободно вращающимися колесами образуются следы в виде полос той или иной протяженности, отображающих рисунок наружной поверхности шины — протектора. Эти следы (следы качения) считаются статическими, так как каждый момент вращения происходит «отпечатывание» определенной части протектора на следовоспринимающей поверхности.

Типичные же динамические следы образуются при другом механизме — движении автомашины с заблокированными (заторможенными) колесами, которые не вращаются, а лишь скользят по поверхности дороги. При этом следообразующим является один и тот же участок колеса, а след представляет собой сплошную полосу с неразличимым рисунком протектора.

Рисунок протектора шины (рисунок 6) представляется в виде сочетания выступов различных форм и очертаний, отличающийся на шинах разных марок. Следы колес движущейся автомашины могут быть поверхностными и объемными, следами наслоения или отслоения и т. д.

Осмотр, фиксация и изъятие этих следов (описание, фотографирование, изготовление слепков) на месте происшествия производятся по общим правилам работы со следами того или иного

вида с учетом специфики образования следов протекторов и возможности их использования при расследовании дела.



а) дорожный, б) дорожный ассиметричный, в) всесезонный, г) зимний, д) универсальный, е) повышенной проходимости.

Рисунок 6 Типы рисунков протекторов:

В первую очередь необходимо выделить следы от передних и задних колес правой и левой сторон автомобиля. В процессе прямолинейного движения следы задних колес наслаиваются на следы передних, поэтому надо искать места поворота движения или разворота автомашины. В этих местах следы передних и задних колес разделяются и могут быть осмотрены и зафиксированы отдельно для каждого колеса.

При фотографировании и изготовлении слепков надо выбирать участки следов, имеющие кроме общего рисунка протектора индивидуальные его особенности в виде дефектов, производственного характера или повреждений и износа шины в ходе эксплуатации. Специфическими для следов колес будут некоторые измерения: ширины колеи, беговой части протектора, длины окружности шины, базы автомобиля.

Упомянутые размеры в сочетании с типом рисунка протектора колес позволяют по специальным справочникам установить марку (модель) автомашины для целей ее розыска.

При динамических следах скольжения заторможенных колес (движение юзом) измеряется их полная протяженность от начала до места остановки автомобиля или до места возобновления вращения колеса. Длина таких полос и их характер (непрерывные или прерывистые) с учетом характера дорожного покрытия, погодных

условий позволяют судить о скорости движения автомашины и интенсивности торможения.

Следы выступающих частей транспортного средства являются следами контактного взаимодействия (следами-отображениями). Они образуются при столкновении двух и более транспортных средств; при ударе частями транспортного средства по телу (одежде) пострадавшего (наезд); при переезде через тело человека (переезд); при контакте транспортного средства с объектами окружающей обстановки (столбы, деревья, стены, ограждения и т. п.).

Исследование следов контактного взаимодействия проводится для установления транспортного средства, скрывшегося с места происшествия, а также для восстановления события дорожно-транспортного или иного происшествия, т. е. определения, какими частями и в какой последовательности были оставлены эти следы.

Следы выступающих частей транспортных средств также делятся на следы статические и динамические. Статические следы образуются, когда сила удара гасится в момент контакта. Объемные статические следы отображают внешнее строение следообразующего объекта (детали, части автомобиля) в трех его измерениях. Возникающие при этом на крыльях, кузове, дверцах вмятины повторяют форму оставивших их деталей: бампера, фар, крюков, ручек и т. п. При очень значительном ударе деталь проходит насквозь и оставляет пробоину. Следы от выступающих частей транспортного средства подробно фиксируют в протоколе, отмечая их месторасположение, вид, величину, форму, высоту от дорожного покрытия. Фотографирование следов проводят как вместе с объектом, на котором они обнаружены, так и в отдельности (с масштабной линейкой). Возможна схематическая зарисовка формы, локализации, размеров следов.

4. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОЧАГОВЫХ ПРИЗНАКОВ ПОЖАРА

4.1 Понятие очага пожара. Классификация очаговых признаков. Конвекция, лучистый теплообмен, кондукция, их вклад в формирование очаговых признаков

Место пожара – чрезвычайно сложный объект экспертных исследований. Состояние находящихся на нем материальных предметов определяется совокупным взаимодействием множества факторов: разнообразием пожарной нагрузки в ее исходном виде; аварийными ситуациями, приведшими к пожару; неосторожными или умышленными поступками людей; разрушающим воздействием горения и процессов теплопередачи; действиями пожарных подразделений при ликвидации пожара; влиянием архитектурно-планировочных особенностей здания и сооружения; влиянием окружающей среды и т.д. Условность границ и содержания понятия «место пожара» определяется субъективностью выбора комплекса зависимостей между составляющими его компонентами при их выделении.

В научном исследовании таких объектов нельзя обойтись без системного подхода, подразумевающего их рассмотрение в виде системы множества элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом и образующих определенную целостность, в которой твердые, жидкие и газообразные вещества и организмы тесно между собой связаны и взаимообусловлены. Немаловажно также учитывать воздействие на функционирование этих систем человека, его быта и даже духовного мира.

Понятие целостности подразумевает принципиальную несводимость свойств системы к сумме свойств составляющих элементов и зависимость свойств каждого элемента от его места и функции внутри целого.

Любая система формирует и проявляет свои свойства во взаимодействии со средой. При изучении определенной системы именно она (система) выступает ведущим активным компонентом этого взаимодействия, что необходимо учитывать. Рассматриваемые здесь техногенные системы относятся к динамичным вероятностным (стохастическим). Они изменяют свое состояние во времени так, что на основании установленных значений переменных системы могут быть спрогнозированы только вероятности распределения значений этих переменных в прошлом и будущем. Кроме того, данные системы

являются открытыми, обменивающимися с внешней средой, как энергией, так и веществом.

В настоящей главе будут рассмотрены общие линии поведения различных элементов материальных обстановок в процессе пожара. Однако принципиально недопустимо сводить свойства системы к простой сумме свойств составляющих ее элементов. Свойства каждого элемента системы зависят от его места и функции внутри целого. Ни один из элементов пожарной нагрузки не функционирует во время пожара самостоятельно. Все они оказывают взаимное влияние друг на друга. Приведем лишь несколько простейших примеров, поясняющих такие взаимодействия.

Стекающий расплавленный полимер формирует очаговые признаки на ниже расположенных горючих и негорючих материалах, которые без этого воздействия имели бы совсем иные признаки термических поражений. Обрушивающаяся балка, падающая на элементы внутреннего убранства помещения, увеличивает при этом степень их разрушения. Полимерная изоляция электропроводов выгорает по-разному в случаях нахождения этих проводов под напряжением или без него. Горение красочного покрытия осуществляется с усиленной динамикой под воздействием разлитой по его поверхности горючей жидкости, при этом формируются своеобразные следы выгорания.

Таким образом, образуется более широкая познавательная реальность по сравнению с той, которая может быть зафиксирована при рассмотрении отдельных элементов пожарных обстановок. В этом проявляется один из существенных признаков системного подхода, как метода научного познания.

Второй важнейший принцип системного подхода состоит в создании новой схемы объяснения, основанной на поиске конкретных механизмов целостности объекта. Мало зафиксировать в объекте наличие разнотипных связей, необходимо представить это многообразие в операциональном виде (т.е. изобразить связи как логически однородные, допускающие непосредственное сравнение и сопоставление).

Наконец, важным принципом является то, что сложный объект допускает не одно, а несколько расчленений. Можно представить себе обгоревший стол как совокупность полностью переугленной столешницы, частично обгоревших боковых стенок, выдвигаемых ящиков с обугленными передними панелями и практически не пострадавшим содержимым. С другой стороны, этот же стол можно рассматривать как

объект, состоящий из деревянных деталей, имеющих различную степень термических поражений; металлического каркаса, деформированного в наибольшей степени в верхней части конструкции; набора крепежных деталей, не имеющих визуальных различий в степени термического преобразования; содержимого выдвижных ящиков в виде плотных кип бумаги, имеющих лишь поверхностное обугливание в самом верхнем из ящиков.

Критерием обоснованности выбора наиболее адекватного расчленения изучаемого объекта служит то, насколько в результате удается построить «операциональную единицу» анализа. При любом выбранном пути, конечной задачей пожарно-технического эксперта является зафиксировать очаговую зону и выявить причину пожара.

В любом естественнонаучном исследовании помимо изучения материальных объектов используют многообразие абстрактных построений. Если материальные системы представляют собой различные биологические организмы и системы неорганической природы, а также их сочетания, то к числу абстрактных систем относятся, помимо прочего, комплексы научных знаний о системах разного типа. По существу каждой материальной системе соответствует абстрактная система ее познания.

В ряде случаев условие задачи, поставленной перед экспертом, может быть таким, что для ее решения достаточно жестких правил и законов, разработанных наукой. Абстрактная система познания, отвечающая такой задаче, может быть формализована до уровня логической или математической. Такие задачи называются стандартными. Структура стандартной задачи всегда содержит исходные данные, достаточные для ее решения. Эти данные представлены в явном виде, их требуется преобразовать и заполнить пробелы. Такие исходные данные определяют возможность решения в соответствии с разработанным алгоритмом.

С другой стороны, абстрактные системы могут основываться на эмпирических данных. Особенностью системного подхода является то, что его принципы обладают широким и глубоким содержанием. Они не подверглись слишком жесткой концептуализации и абсолютизации, как это имеет место в некоторых линиях структурно-функционального анализа. Если условие задачи необычное и нельзя использовать упомянутые правила, то она относится к нестандартной (эвристической), требующей от эксперта самостоятельного поиска. В структуре условий нестандартной задачи также заложены данные, необходимые для решения, однако заключенная в них информация

ограничена. Поэтому здесь решение по определенным правилам либо совсем невозможно, либо эксперт может действовать в соответствии с ними только до известного предела, а дальше требуется самостоятельный поиск способа решения задачи («эвристики»).

Следовая картина пожара характеризуется большим разнообразием разнородных следов и признаков, заключающих в себе потенциальную информацию о преступнике, о механизме совершения преступления и об объективных закономерностях возникновения и тушения пожара.

На местах пожаров чаще всего выделяют три группы взаимосвязанных следов:

- 1) традиционные криминалистические следы;
- 2) следы горения и термического поражения;
- 3) следы преступных действий по инициированию горения.

Первая группа следов может иметься на месте любого преступления. Для их изучения используются методы и приемы криминалистических экспертиз (дактилоскопической, трасологической, баллистической и т.д.). Вторая и третья группа следов характерны именно для мест пожаров и составляет особенную часть экспертных исследований по делам о пожарах.

Рассмотрим, как происходит формирование следов на месте пожара во времени. Формирование его следовой картины начинается еще до момента возникновения горения и включает в себя несколько стадий. Первая стадия связана с подготовкой условий для возникновения пожара. Она может заключаться в подготовке средств поджога, нарушении правил пожарной безопасности, формировании горючей среды и т.д.

Вторая стадия связана с воздействием источника зажигания на горючую среду и началом горения. Появляются следы воздействия источника пожара на окружающую обстановку.

На третьей стадии формируется очаг пожара и характерные для него следы (очаговый конус, характерные прогары в строительных конструкциях и т.п.).

Четвертая стадия характеризуется следами, несущими информацию о развитии горения (направленность, динамика и т.д.). Пятая стадия связана со следами тушения пожара и ликвидации его последствий.

На реальном пожаре обязательно присутствуют первые три стадии. Четвертой и пятой стадий, при определенных условиях (например, самоликвидация пожара в изолированном помещении),

может и не быть. Следует иметь в виду, что каждая последующая стадия оказывает значительное влияние на сформировавшуюся до этого обстановку.

Следы подготовки условий для возникновения горения. Обязательным условием возникновения горения является присутствие в очаговой зоне трех материальных объектов, образующих так называемый «треугольник пожара». Следы данной категории, если они сформируются и сохраняются в ходе пожара, несут информацию о горючей среде, создании условий для ее возгорания и в отдельных случаях о подготовке источника зажигания, а в случаях криминальной природы пожара (поджог) - о создании условий для уничтожения или сокрытия следов преступления, условий для развития пожара, условий, препятствующих его тушению и т.п.

Следы очага пожара. Очагом пожара называется место первоначального возникновения горения. Естественно, что оно связано с источником зажигания и совмещает в себе следы воздействия источника на окружающую среду, сам источник или его остатки (если они не были утрачены), а также следы, характеризующие непосредственно очаг.

Следы очага пожара следует делить на две группы:

1) признаки очага пожара, образующиеся на участке его возникновения;

2) признаки направленности горения и теплового воздействия.

Следы источника зажигания. Под следами источника зажигания необходимо понимать любые изменения, внесенные им в окружающую обстановку. Они, как правило, локализованы в очаге пожара и неразрывно с ним связаны в отличие от самого источника зажигания, которого на месте пожара в момент его осмотра может и не быть. Эти следы характеризуют непосредственно объект или процесс, воздействие которого на окружающую обстановку привело к возникновению пожара. Их исследование позволяет решить вопрос о причине пожара и правовой оценке события. (Следы, оставленного включенным, утюга или кипятильника на окружающих их предметах или следы тления маломощного источника зажигания)

Следы развития горения. Б.В. Мегорский значительное внимание уделяет следам развития горения, называя их признаками направленности горения. Эти следы он относит к признакам очага пожара и включает в них, как уже указывалось последовательно затухающие (нарастающие) поражения и произвольно расположенные признаки направленности распространения горения.

Следы тушения пожара и ликвидации его последствий.

Серьезные изменения в следовую картину пожара вносят участники его тушения и посторонние лица. Эти изменения ведут к утрате криминалистически значимой информации. Хотя различные нормативные документы обязывают руководителей тушения пожара принимать все меры к сохранению обстановки на месте пожара, все же большая часть следов утрачивается именно на этом этапе. Это происходит по ряду причин, к которым относятся:

- 1) непонимание участниками тушения пожаров важности сохранения места происшествия с минимальными «искажениями»;
- 2) второстепенность для руководителей тушения пожаров (РТП) вопросов расследования пожара по сравнению с необходимостью его тушения
- 3) несовершенство средств тушения и т.д.

Рассматривая систему следов пожара с иной точки зрения (то есть, применяя к ним иной принцип расчленения) можно разделить их на следы антропогенного характера и следы самого пожара и явлений, его сопровождающих.

Следы антропогенного характера (материальные и идеальные) характеризуют любые изменения, внесенные человеком в обстановку на месте пожара на всех стадиях формирования его следовой картины.

Особое значение имеет месторасположение следов человека относительно зоны термического воздействия. Такое расположение влияет на сохранность и, соответственно, на содержащийся в них объем информации. Действительно, чем меньше след подвергнется влиянию различных факторов пожара, тем большей информативностью он будет обладать. Хотя возможен и обратный процесс, когда следы человека будут закреплены на месте происшествия вследствие воздействия отдельных факторов пожара. Так, например, как это будет показано далее, при температурном воздействии на бумагу, проявляются следы пальцев рук, а копоть закрепляет данные следы на стекле.

По своему месторасположению следы могут находиться в зоне термического воздействия, в зоне задымления и в зоне, прилегающей к месту пожара.

Следы самого пожара и сопровождающих его явлений. Данные следы были выделены в отдельную группу И.Н. Якимовым в 1925 году. В учебнике по криминалистике наряду с другими следами (ног животных, колес различных повозок, орудий взлома и т.д.), отнесенных им к группе «разных следов», он отмечает следы от горючих веществ и зажигательных приборов при поджогах. Впоследствии, рассматривая

следы с точки зрения изменений, произошедших в следовоспринимающем объекте, Б.И. Шевченко отмечает среди других объемные и поверхностные следы локального химического и термического воздействий. Л.К. Литвиненко, приняв за основу для классификации механизм следообразования, выделяет следы **термического** воздействия в отдельную группу. Так же, как отдельный вид, эти следы выделены у П.В. Данисявичюса в классификации следов по происхождению. Но выделение следов термического воздействия, следов горючих жидкостей и зажигательных приборов не охватывает всю следовую гамму, которая может встретиться на месте пожара.

Мегорский Б.В. одним из первых в пожарно-технической литературе ввел понятие следов пожара. Он отделяет **следы очага горения** (образующиеся при недостаточном газообмене, при благоприятных условиях, над местом возникновения пожара, на производственном или специальном оборудовании, на мебели и оборудовании в помещениях), называя их «признаками очага», и **следы (признаки) направленности распространения горения** (рисунок 7).

Впоследствии в большинстве работ, посвященных расследованию пожаров, приводится именно такая классификация следов пожара.

То же самое касается и зарубежных работ, в которых отдельно отмечаются «особые» случаи стирания следов, характерных для источника пожара.

Прежде чем возникает горение необходимо создание для этого специальных условий. Поэтому помимо следов возникновения, развития и затухания пожара в его следовую систему будут входить так же следы подготовки горения.

Взяв за основу классификацию Б.В. Мегорского следы пожара можно систематизировать следующим образом:

- 1) следы подготовки горения;
 - 1.1) подготовка горючей среды;
 - 1.2) подготовка источника зажигания;
 - 1.3) подготовка окислительной среды (кислород воздуха или другой окислитель, например, специальный окислитель в пирофорной смеси);
- 2) следы возникновения, развития и затухания горения;
 - 2.1) след очага пожара:
 - 2.1.1) в очаге пожара (при недостаточном газообмене и при благоприятных условиях для горения);
 - 2.1.2) над местом возникновения пожара;
 - 2.1.3) «очаговый конус»;

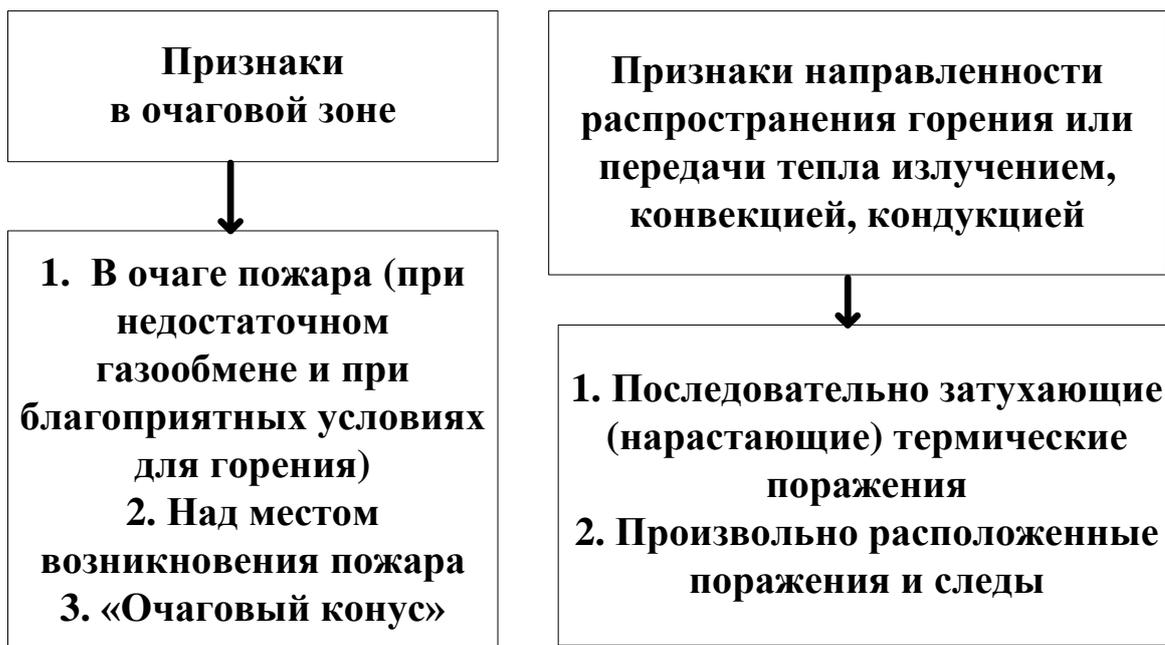


Рисунок 7. Классификация очаговых признаков
(по Борису Васильевичу Мегорскому)

- 2.2) следы направленности распространения горения:
- 2.2.1) последовательно затухающие (нарастающие) поражения;
 - 2.2.2) произвольно расположенные поражения и следы.
- 2.3) следы прочих факторов пожара (копоты, дыма, токсических веществ и т.д.).

Для фиксации отклонения системы от равновесия необходимо располагать устойчивыми характеристиками равновесного состояния, или как принято говорить фоновыми параметрами системы. Для этого по результатам проведенного анализа создается некий первоначальный образ места пожара. Количество параметров образа должно быть достаточно ограничено и определяется аналитическими возможностями. Затем осуществляется целенаправленный поиск промежуточных и конечных значений сходных параметров для различных компонентов систем.

Анализ следовой картины на месте пожара определяет объекты исследования, возникающие при расследовании дел о пожарах, и, как следствие, задачи этого исследования и разрабатываемую под решение этих задач криминалистическую технику. Имеется прямая зависимость: следы на месте пожара (объект криминалистического исследования) - задачи исследования - технико-криминалистическое обеспечение

решения задач исследования. Последней в этой цепочке будет получаемая информация, качество которой зависит от состояния первых трех элементов.

Установление очага пожара - первый, основной и важнейший шаг на пути установления причины пожара, поскольку искать причину пожара, а также непосредственный источник зажигания следует только в очаге пожара. Любые попытки установить причину пожара, даже если они опираются на самые “неопровержимые”, на первый взгляд, свидетельства, будут неубедительны, если не удастся установить, что эти свидетельства находились именно в очаге пожара. Поэтому установление очага пожара - одна из основных задач в работе пожарного специалиста при расследовании пожара. Начало решения данной задачи осуществляется при осмотре места пожара и продолжается в процессе проведения всех мероприятий проверки по факту пожара.

Чем ограниченнее по величине зона горения, тем, как правило, легче установить место его возникновения. Если пожар ликвидирован на начальном этапе или по тем или иным причинам не получил значительного развития и площадь горения невелика, задача установления очага легко разрешима. При значительной площади зоны горения очаг бывает найти достаточно трудно. Поиски очага пожара должны опираться на объективные данные. Делается это путем анализа всей совокупности сведений по пожару. Основные сведения могут быть получены в ходе осмотра места пожара, во время которого выявляются так называемые **очаговые признаки**. Другими источниками информации по этому вопросу являются показания свидетелей, данные по действиям пожарных подразделений при тушении, данные по распределению пожарной нагрузки, сведения о срабатывании пожарной сигнализации и т.д.

Под очагом пожара принято понимать место первоначального возникновения горения(место, с которого начался пожар). Различают очаги пожара (а их может быть и несколько – эти случаи рассмотрим в дальнейших лекциях) и **очаги горения**.

Очаги горения могут быть территориально независимы от первоначального очага, но взаимосвязаны с ним различными теплофизическими явлениями. Очаги горения возникают уже на стадии развившегося пожара, то есть всегда обусловлены влиянием развивающегося пожара.

Установление очага пожара - первый, основной и важнейший шаг на пути установления причины пожара, поскольку искать причину

пожара (непосредственный источник зажигания) следует только в очаге. Любые попытки установить причину пожара, даже если они опираются на самые «неопровержимые», на первый взгляд, свидетельства, будут неубедительны, если не удастся установить, что эти свидетельства находились именно в очаге пожара. Поэтому установление очага пожара - одна из основных задач в работе пожарного специалиста при расследовании пожара. И решается эта задача, в основном, при осмотре места пожара.

Чем ограниченнее по величине зона горения, тем, как правило, легче установить место его возникновения. Если пожар ликвидирован на начальном этапе или по тем или иным причинам не получил значительного развития и площадь горения составила, скажем, 1÷2 квадратных метра, задача установления очага вообще не актуальна или легко разрешима. При более-менее значительной площади зоны горения очаг приходится искать, причем поиски эти должны обязательно опираться на объективные данные. Делается это путем анализа всей совокупности сведений по пожару. Основные сведения могут быть получены в ходе осмотра места пожара, во время которого выявляются **признаки очага пожара**. Другими источниками информации по этому вопросу являются показания свидетелей, данные по действиям пожарных подразделений при тушении, данные по распределению пожарной нагрузки, сведения о срабатывании пожарной сигнализации и т.д.

Признаки очага пожара или очаговые признаки (именно этот термин будем употреблять в дальнейшем) – это, в первую очередь, характерные зоны термических поражений конструкций и предметов, образовавшиеся в результате специфических для очага особенностей процесса горения.

Крупнейший отечественный специалист в области экспертизы пожаров Борис Васильевич Мегорский классифицировал признаки очага пожара примерно следующим образом:

- 1) следы в очаговой зоне пожара:
 - 1.1) в очаге пожара (при недостаточном газообмене и при благоприятных условиях для горения);
 - 1.2) над местом возникновения пожара;
 - 1.3) «очаговый конус»;
- 2) следы направленности распространения горения:
 - 2.1) последовательно затухающие (нарастающие) поражения;
 - 2.2) произвольно расположенные поражения и следы.

Следует отметить, что вторая из перечисленных групп следов формируется не только за счет распространения собственно горения, но и, как отмечал сам Б.В. Мегорский, за счет передачи тепла излучением, конвекцией, теплопередачей. Термические поражения предметов и материалов в очаге пожара, как правило, более значительны, чем в других зонах пожара. И это является следствием более длительного горения, то есть более продолжительного воздействия высокой температуры в данной зоне. Однако явное выражение этого явления проявляется обычно только на небольших (неразвившихся) пожарах. Скажем, сосредоточенные термические поражения материалов в очаге пожара могут возникать в результате длительного, но не очень интенсивного теплового воздействия при тлеющем горении.

Известно, что передача тепла на пожаре осуществляется:

- конвекцией;
- кондукцией (теплопроводностью);
- излучением.



Рисунок 8 Виды передачи тепла на пожаре

На той или иной фазе развития пожара или на каком-либо его участке может преобладать один из видов теплообмена. Все эти три физических процесса вносят свой вклад в формирование признаков очага пожара. Рассмотрим, как это происходит.

Формирование очаговых признаков за счет конвекции.

Конвективный теплообмен протекает между газом (жидкостью) и твердым телом за счет движения среды. Конвекция имеет место на всех стадиях пожара, но особенно велика ее роль в начале горения, когда уровень теплового излучения еще недостаточно высок. Конвекция возникает сразу, как только начинается горение и в очаговой зоне повышается температура.

Причиной возникновения естественной конвекции на пожаре является взаимное перемещение нагретых продуктов горения, поднимающихся вверх и холодных частиц воздуха, опускающихся вниз. За счет конвекции осуществляется подсос воздуха в зону горения, что способствует развитию начинающегося пожара.

Конвективные потоки, имеющие высокую температуру, нагревают на путях своего распространения конструкции, предметы и материалы, что может вызвать воспламенение горючих веществ, а также деформацию и разрушение негорючих элементов и частей здания. Из-за этого **на пути распространения от очага пожара конвективной струи образуются термические поражения материалов и конструкций.** В чем, собственно, эти термические поражения для различных материалов проявляются, как их выявлять и оценивать, речь пойдет в последующих лекциях. Пока же отметим, что все они происходят в локальной зоне.

Форма этой зоны весьма специфична. В спокойной атмосфере конвективный поток направлен вверх, и локальные термические поражения образуются над очагом, на потолке и на боковых ограждающих конструкциях (стенах) (рисунок 9). На потолке эти термические поражения имеют в идеальном случае форму круга, а на боковых поверхностях форму конуса, вершина которого обращена вниз, в сторону очага. Такой формы термические поражения принято называть «конвективным очаговым конусом».

Необходимо отметить, что очаговый конус классической формы формируется далеко не на каждом пожаре и тем более, не всегда сохраняется, а причины этого могут быть следующие:

- элементы конуса часто отклоняются от вертикали под влиянием воздушных потоков в помещении.

В низких помещениях конус выражен хуже, так как разность температур при небольшом перепаде высоты незначительна. Кроме того, конвективный поток быстро "упирается" в потолок и "размывается" вширь.

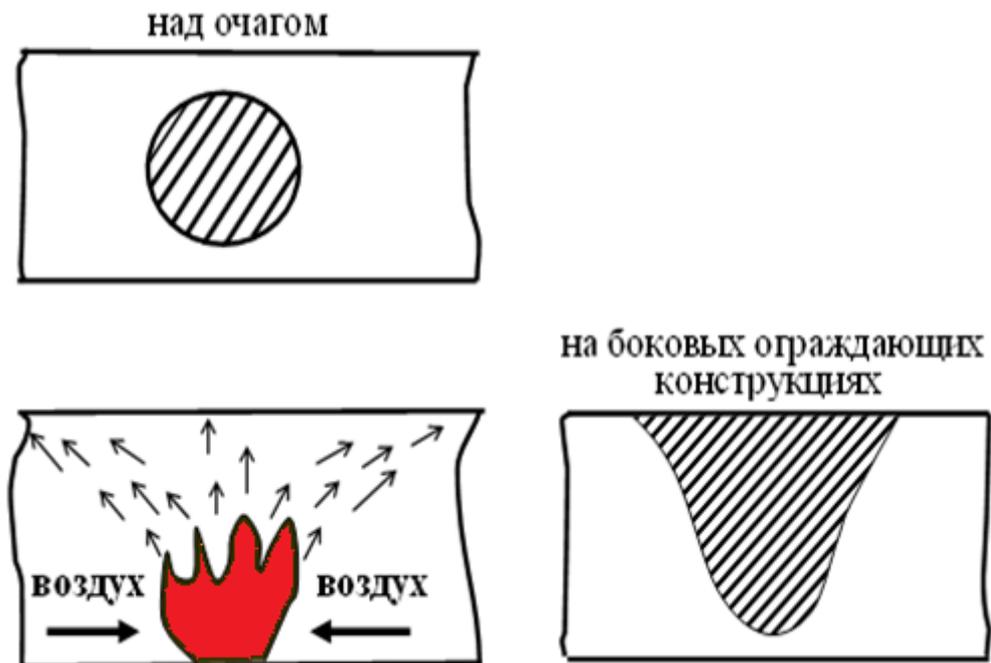


Рисунок 9 Образование конвективного конуса в очаге пожара

Лучше всего конвективная струя формируется в высоких помещениях, высотой более 8-10м. Соответственно, здесь лучше выражены очаговые признаки (следы конуса).

Формируется очаговый конус и на наклонных конструкциях, например, по мере прогара рубероидной крыши.

По мере развития пожара коэффициент теплообмена конвекцией сначала увеличивается, а затем уменьшается. На стадии развившегося пожара преобладающее значение приобретает теплообмен излучением.

Формирование очаговых признаков за счет излучения.

Лучистый теплообмен не требует наличия промежуточной среды между источником и приемником тепла, и, таким образом, не зависит от направленности движения воздушных потоков. Перенос энергии при этом осуществляется посредством электромагнитных волн, которые могут поглощаться, пропускаться или отражаться поверхностью тел, а также отбрасывать тени при блокировании излучения непрозрачным объектом. **Излучение становится господствующим видом теплопереноса на стадии развившегося пожара.** Источником наиболее сильного излучения является пламя. Однако большая часть излучения испускается мельчайшими частицами сажи, которые сравнительно быстро заполняют объем помещения и настолько

изолируют пламя, что его лучистая энергия перестает оказывать влияние на нагревание окружающих конструкций и предметов.

Тепловое излучение пламени на близлежащие поверхности вносит свой вклад в формирование очаговых признаков. Под действием лучистой энергии может происходить заметный односторонний (со стороны очага) нагрев и разрушение конструкций. Это один из признаков направленности распространения горения, которые классифицировал Б.В. Мегорский и благодаря которым поверхности, обращенные в сторону очага, получают большие термические поражения.

У сгораемых материалов это проявляется в более глубоком обугливание со стороны более интенсивного теплового воздействия. У металлоконструкций деформация происходит преимущественно в сторону источника тепла.

На ряде пожаров при достаточном количестве горючего материала и притока свежего воздуха может наступить момент полного охвата пламенем всего помещения, когда мгновенно загораются все горючие материалы. Такое явление называют часто *общей вспышкой* наблюдается оно в небольших комнатах, гостиничных номерах, где на довольно ограниченной площади сосредоточена высокая пожарная нагрузка, причем состоящая из таких горючих материалов, как древесина, пластмассовая декоративная отделка, пенопласты (наполнитель мягкой мебели).

Происходит общая вспышка, когда поверхности стен и потолка оказываются достаточно прогретыми конвективными потоками. Вследствие излучения от нагретых поверхностей потолка и припотолочного слоя стен, а также от раскаленных частиц сажи горючие материалы прогреваются до такого состояния, при котором они могут воспламениться и гореть. Это наступает, когда интенсивность лучистого теплового потока от припотолочного слоя достигнет 20 кВт/м^2 на уровне пола или поверхности мебели. Обычно такое явление наступает, когда пламенем оказывается охваченным около 30% помещения.

Формирование очаговых признаков за счет кондукции.

Кондукция или теплопроводность определяет интенсивность тепловых потоков в твердых материалах с высоким коэффициентом теплопроводности.

Во-первых, теплопроводность играет основную роль в формировании "разрушений и следов горения в очаге" (см. схему Б.В.

Мегорского). Чтобы понять это, вспомним механизм горения твердых материалов. Горение любого твердого материала есть постепенное продвижение фронта горения (фронта пиролиза) по его поверхности. За счет теплопроводности впереди зоны горения материал прогревается (возникает так называемая зона подготовки), из него выделяются горючие летучие продукты, которые и воспламеняются. Так происходит продвижение фронта пламени (или фронта тления) по материалу.

Во вторых, кондукция может играть существенную роль в возникновении и развитии пожара, особенно при наличии материалов с достаточно высокой теплопроводностью (прежде всего, металлов). Известно достаточно большое количество пожаров, произошедших в результате прогрева металлоконструкций от электро- или газосварки и последующего загорания материалов в соседнем помещении, в которое выходит прогретая металлоконструкция.

В третьих, за счет прогрева металла кондукция может формировать очаговые признаки на внешней поверхности металлических стен и корпусов, например, кузова автомобиля, борта морского судна, внешней поверхности холодильника или иного металлического шкафа и т.д. Проявляется это в выгорании краски на обратной стороне металлоконструкции, деформации металла.

Иногда эти признаки внешне напоминают "очаговый конус", хотя у собственно очагового конуса природа, как было указано выше, конвективная.

Влияние на формирование очаговых признаков условий воздухообмена и некоторых других факторов

Для того чтобы очаговые признаки успели сформироваться, необходимо время. **Достаточно быстрое распространение горения из очага не способствует формированию очаговых признаков.** Такая ситуация может возникнуть в случае если в помещении на большой площади была разлита и подожжена легковоспламеняющаяся жидкость. Наоборот, в условиях, когда материалы горят не очень интенсивно и медленно распространяют горение по поверхности, в условиях ограниченного воздухообмена очаговые признаки, как правило, образуются очень явственно.

Практически, сочетание необходимых и благоприятных для быстрого интенсивного горения факторов создается очень редко, и обычно очаговые признаки все же успевают сформироваться. Особенно это характерно для помещений с явно недостаточным воздухообменом - небольших, невентилируемых помещений, типа кладовых. Там в зоне

очага часто возникают сосредоточенные глубокие разрушения вследствие длительного тления в пределах ограниченного участка.

Вообще, **в условиях ограниченного воздухообмена внешние признаки очага могут не зависеть даже от мощности источника зажигания.** В таком случае сосредоточенные и схожие между собой прогары могут образоваться как при горении, возникшем от такого маломощного источника зажигания, как тлеющее табачное изделие, так и в результате поджога с применением ЛВЖ.

4.2 Формирование признаков направленности тепловых потоков и распространения горения

Эти признаки возникают на путях распространения пожара из очага. Они могут быть расположены на значительном удалении от очага, иногда в пределах всей зоны пожара. В их формировании проявляются те же закономерности горения, что и при формировании очага, и во многом решающим здесь оказывается фактор времени. Чем дальше от очага, тем влияние тепловых потоков слабее, а собственно горение более кратковременно, поэтому меньше степень термических поражений конструкций и материалов.

Такая закономерность меняется в случае распространения горения по вертикали.

Признаки направленности распространения пожара по горизонтали.

В принципе конвективные потоки больше прогревают участки конструкций, обращенных в сторону очага, и с этой стороны конструкции разрушаются больше, чем с обратной стороны.

Если в пределах зоны пожара горение было ликвидировано достаточно быстро, и остатки конструкций хоть частично уцелели, то можно проследить признаки распространения горения по горизонтали. С удалением от очага разрушения они уменьшаются (затухают) и, соответственно, с приближением к очагу нарастают (рисунки 10).

Такие последовательно затухающие (нарастающие) поражения и следы горения - первый и основной признак в группе признаков направленности распространения горения и тепловых потоков. Его можно обнаружить визуально, например, по выгоранию деревянных перегородок, стоек, других элементов. Затухающие (нарастающие) поражения могут проявляться и в других признаках - последовательно уменьшающейся глубине обугливания по длине одной деревянной

конструкции, уменьшении (увеличении) деформации металлических элементов и т.д.

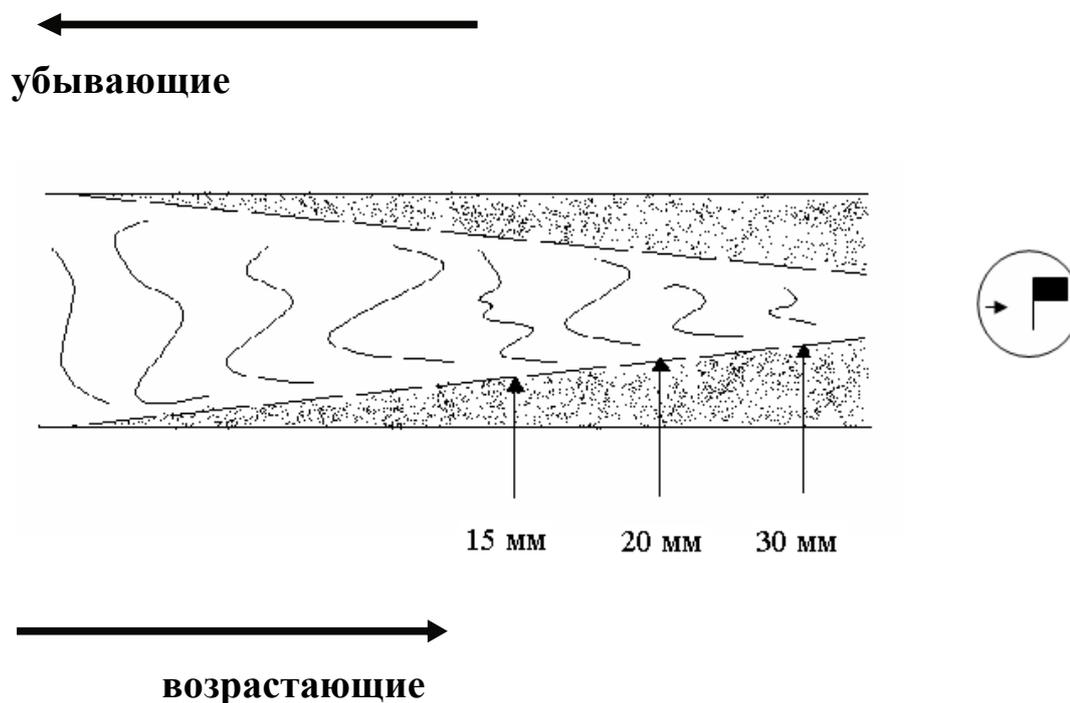


Рисунок 10. Последовательно изменяющиеся термические поражения какого-либо одного конструкционного элемента - бревна, деревянной стенки по длине - это сплошные поражения

Последовательное уменьшение (с удалением от очага) выгорания перегородок частично определяется конвекцией (чем дальше от очага, тем менее прогреты конвективные потоки), но, в большей степени, в этом сказывается действие излучения, а также меньшая, по мере удаления от очага, длительность горения.

Вот почему при осмотре места пожара очень важна не просто констатация того, что деревянные стойки сарая, склада, коровника обуглены, а необходимость фиксации места обугливания путем измерений с указанием глубины обугливания. И если из результатов измерения выяснится, что глубина обугливания балок (стоек) или величина деформации металлических элементов последовательно возрастает, скажем, с севера, на юг, это будут существенные фактические данные, позволяющие предметно рассуждать о месте расположения очага пожара.

Конечно, с глубиной обугливания, как критерием для поисков очага пожара, не все просто. Всегда лучше располагать цифровой

информацией по глубине обугливания, чем вообще никакой или иметь фразы типа: "все столы сгорели".

Термические поражения на одинаковых, повторяющихся в конструкции здания элементах - балках, лагах, стропилах, стойках - это **периодически повторяющиеся** поражения (рисунок 11).

Последовательно уменьшающаяся глубина обугливания какого-либо одного конструкционного элемента - бревна, деревянной стенки по длине - это **сплошные затухающие поражения**.

Существуют инструментальные методы, позволяющие оценить степень термического поражения материала в тех или иных зонах пожара и построить (установить) зоны термического поражения различных конструкций. Этим самым, по сути, выявляются невидимые глазу последовательно затухающие (нарастающие) поражения - признак направленности горения.

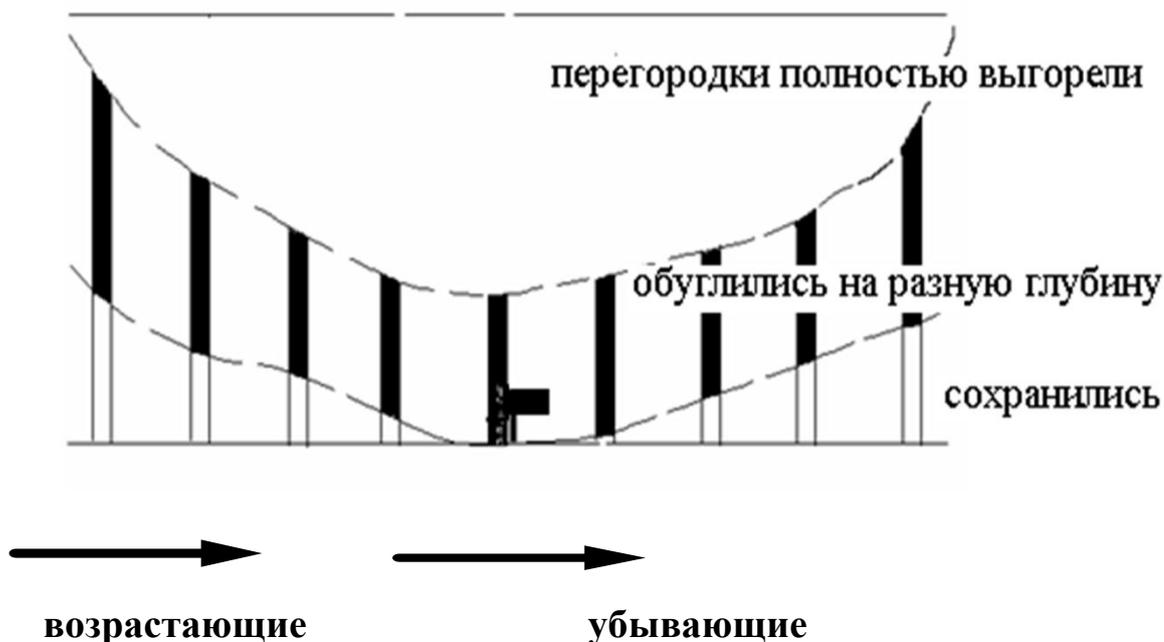


Рисунок 11. Термические поражения на одинаковых, повторяющихся в конструкции здания элементах - балках, лагах, стропилах, стойках - это периодически повторяющиеся поражения

Необходимо отметить, что последовательное изменение степени термических поражений по мере удаления от очага **может нарушаться вторичными очагами горения** и другими явлениями. Не все так гладко и красиво на пожаре, как хотелось бы, скорее наоборот. Но об этом более подробно речь пойдет ниже.

Признаки направленности распространения горения (или признаки направленности теплового воздействия) формируются и на отдельных конструктивных элементах зданий и сооружений. Это так называемые

"произвольно расположенные признаки" (по Мегорскому). Например, на отдельных деревянных столбах (стойках) всегда полезно оценить степень их термических поражений с разных сторон измерением глубины обугливания. Так можно установить, с какой стороны тепловое воздействие на столбы было более интенсивно. Это тоже признак направленности теплового воздействия.

Признаки направленности распространения пожара по вертикали. Верховые пожары.

В случае направленности распространения горения по вертикали решающее значение в формировании очаговых признаков приобретает конвекция. Мегорский Б.В. писал: *"распространение конвективных потоков на пожаре подобно стеканию воды, но обратно ей по направлению. Вода стекает сверху вниз, находя для этого малейшие щелочки, а дым, газообразные продукты сгорания точно также стремятся вверх"*. Это, безусловно, верное, наблюдение позволяет сформулировать следующее правило: при поисках очага необходимо найти самую нижнюю зону со следами горения.

Если пожар возник, например, на втором этаже здания он редко, и уж, по крайней мере, далеко не сразу уйдет на первый этаж. Быстрее горение проникнет на третий и вышележащие этажи. Конечно, это общее правило, и из него, как и из любого правила, бывают исключения. Горящие предметы могут сверху падать вниз, создавать, таким образом, вторичные очаги горения.

Все же, в общем случае, в поисках очага пожара необходимо двигаться по следам термических поражений вниз.

Способность конвекции уносить тепло пожара вверх обуславливает ряд важных для эксперта обстоятельств. Вот некоторые из них.

В помещении, в котором происходит пожар, наблюдается **зонирование температуры газовой фазы по высоте**. Соответственно, и конструкции (стены, перекрытия) прогреваются чем выше, тем сильнее. Поэтому термические поражения стены, отделочных материалов на ней должны нарастать снизу вверх.

Если эта закономерность нарушается, если внизу стена на каком-то участке прогрелась или пострадала больше чем сверху, значит необходимо найти источник прогрева, располагавшийся именно на этом локальном участке!

Наоборот, если имеется локальный более холодный (менее поврежденный) участок наверху, значит, стену что-то закрывало, экранировало от тепла.

По тем же причинам на полу обычно более "холодно", чем в вышерасположенных зонах помещения. Снизу происходит приток свежего холодного воздуха, теплые газы уходят вверх. Поэтому признаки очага и другие характерные термические поражения конструкций, вещественные доказательства лучше сохраняются в нижней зоне, на уровне пола. Так, например, замечено, что если электрокипятильник, приведший к пожару, находился на полу или упал туда на начальной стадии пожара, на нем сохраняются характерные признаки работы в аварийном режиме (без воды). Если же он при пожаре находился на столе, указанные признаки нивелируются и обнаружить их после пожара не удастся. По этой же причине искать остатки горючей жидкости, применявшейся для поджога целесообразно на полу или под полом.

Если очаг пожара расположен достаточно высоко, или горение началось в смежных помещениях и проникло в помещение поверху, то в таком помещении, обычно, сохраняются и полы, и даже мебель - столы, стулья. Их может завалить обгоревшими остатками потолка, но если не возникнет вторичных очагов, то и предметы, и сгораемая отделка стен в нижней их части сохранятся. Образуются так называемые **признаки верхового пожара**. Такие помещения обычно можно исключать из круга помещений, где подозревается очаг.

В зданиях и сооружениях, где имеются закрытые проемы, пустотные деревянные конструкции горение часто развивается в скрытой форме именно по этим пустотам. Такие пожары сложны не только с точки зрения тушения, но и с точки зрения их расследования. В поисках очага бывает необходимо проследить, как развивалось горение по пустотным пространствам. Сделать это в ряде случаев можно следующим образом:

- 1) нужно вскрыть пустотную перегородку или поднять доски пола;
- 2) перевернуть доски «наизнанку».

Если горение развивалось, например, внутри конструкции пола, то можно по характеру и степени обгорания досок попытаться проследить, где горение ушло внутрь пола, а где вышло из пустотной конструкции. Иногда это удается сделать.

И, наконец, всегда нужно помнить, что направление конвективных и любых других воздушных потоков в ходе развития пожара может меняться, причем неоднократно. Происходит это вследствие нарушения оконного остекления; образования прогаров, разрушения конструкций, вскрытия их пожарными подразделениями; вследствие применения

дымососов. Поэтому так важно при расследовании крупных пожаров иметь данные по динамике их развития и тушения.

4.3 Возникновение ситуаций, осложняющих формирование и выявление очаговых признаков

На реальных пожарах не всегда очаговые признаки формируются в соответствии с изложенными теоретическими положениями. В многочисленных реальных ситуациях пожара:

- 1) очаговые признаки могут вообще не сформироваться;
- 2) очаговые признаки могут нивелироваться или исчезнуть совсем в ходе развития горения;
- 3) очаговые признаки могут представлять собой так называемые «вторичные очаги» или «очаги горения». При этом на пожаре вторичных очагов бывает зачастую многократно больше, чем первичных. И они могут запутать даже опытного дознавателя.

Ситуации, когда очаговые признаки изначально не сформировываются

Такие ситуации складываются довольно редко и при очень быстром развитии горения, а это может произойти в случаях:

- 1) очень хороших условий воздухообмена;
- 2) мощных источников зажигания;
- 3) применения инициатора горения (ЛВЖ, ГЖ и др.);
- 4) особых архитектурных особенностей здания (наличие объемных пустотных пространств);
- 5) особых пожароопасных свойств отделки помещений, способствующих быстрому развитию горения.

Правда, как уже отмечалось, очень благоприятное для развития горения сочетание факторов встречается довольно редко и горение на первой (начальной) стадии пожара чаще протекает все-таки в пределах ограниченного участка. Это и приводит к образованию более или менее выраженных очаговых поражений и следов.

Нивелирование и исчезновение очаговых признаков в ходе развития горения.

Нивелирование (сглаживание) визуально наблюдаемых очаговых признаков, вплоть до их полного исчезновения складывается на пожаре более часто, нежели не формирование очаговых признаков.

Такая ситуация особенно характерна для крупных пожаров, где, как правило, отдельные четко выраженные локальные очаги

оказываются вторичными, а первичный очаг пожара часто скрыт на больших пространствах основной зоны горения площадью иногда в сотни и тысячи квадратных метров.

Процессы, приводящие к исчезновению очаговых признаков, могут быть различными и сами по себе представляют очень опасные явления в развитии пожара, как с точки зрения уничтожения материальных ценностей, так и с позиции опасности для жизни людей. Эти же процессы многократно усложняют работу дознавателей (технических специалистов), расследующих пожар.

К таким явлениям относится, например, уже рассмотренная нами «общая вспышка». Общая вспышка и следующее за ней интенсивное горение может нивелировать следы очаговых признаков, сложившиеся на начальном этапе или даже полностью уничтожить их, что затрудняет поиски очага пожара. Общая вспышка, как уже указывалось, происходит при достаточном притоке воздуха в помещение, то есть в режимах горения, регулируемых вентиляцией.

При недостаточной вентиляции пожар, если он самопроизвольно не прекратился, может происходить с весьма малой скоростью, которая диктуется ограниченной доступностью кислорода. При этом горение часто происходит в режиме тления, а такой режим подразумевает образование и накопление в замкнутом объеме большого количества продуктов неполного сгорания. С другой стороны, при тлении происходит слабое тепловыделение, недостаточное для того, чтобы воспламенить образовавшуюся газоздушную смесь в тот период, когда ее концентрация находится в диапазоне концентрационных пределов распространения пламени. Таким образом, концентрация образовавшихся горючих газов и паров может превысить верхний концентрационный предел распространения пламени, а в таком состоянии смесь уже не может воспламениться, хотя интенсивность тепловыделения к этому моменту может оказаться уже достаточной для того, чтобы тлеющий материал стал потенциальным источником зажигания. Помещение оказывается «готовым» к тому, чтобы мгновенно вспыхнуть (иногда со взрывом) при внезапном резком доступе воздуха, что может произойти или при разрушении остекления или, что чаще бывает, при открытии двери. Такое явление называют **обратной тягой** или «эффектом сауны». По чисто внешним признакам явления общей вспышки, и обратной тяги могут оказаться очень схожими, но по существу это два совершенно различных процесса, одинаково приводящие к нивелировке или полному уничтожению следов первоначального очага.

В случаях такого рода пожаров остается только применять инструментальные методы для выявления скрытых очаговых признаков пожара. Например, существует надежный инструментальный метод выявления протекания процесса тлеющего горения, основанный на исследовании обугленных остатков древесины.

Формирование вторичных очагов (очагов горения.)

Б.В. Мегорский в своей книге приводит пример расследования пожара на складе. При осмотре зарегистрировано 17 очаговых участков, главным образом зон локального выгорания копоти («очаговых конусов») на поверхности кирпичных стен здания. И практически все они, как выяснилось при дальнейшем исследовании, образовались в результате сосредоточения пожарной нагрузки (запасов резиновой обуви, тканей и т.д.). Ситуация эта достаточно распространенная; зона с внешними признаками очага может оказаться зоной вторичного очага или очага горения.

Вторичные очаги бывают двух типов: местные очаги и изолированные очаги.

Местные очаги возникают в пределах зоны горения за счет:

- сосредоточения горючих материалов;
- более благоприятных условий горения (например, за счет лучшего доступа воздуха;
- менее эффективного или запоздалого тушения.

Выяснить природу формирования таких очагов можно только с использованием всей имеющейся информации по распределению пожарной нагрузки, по условиям развития горения и динамике тушения.

Изолированные очаги горения - это очаги, непосредственно не связанные с основной зоной горения. Образуются они на смежных, а иногда и весьма удаленных постройках, сооружениях, частях здания, путем передачи тепла излучением, конвекцией, теплопроводностью, а также при непосредственном попадании горящих углей, искр на горючие материалы, находящиеся вне зоны горения.

В формировании вторичных очагов очень велика роль конвекции. Особенно это свойственно крупным пожарам, на которых возникают мощные вихревые конвективные потоки, состоящие как из собственно конвективных газовых струй, так и из подхваченных этими струями мелких и крупных горящих частиц.

Известен случай пожара на мебельном комбинате в поселке Невская Дубровка Ленинградской области, распространившегося вдоль реки Невы по территории комбината более чем на 3 км. Способствовал этому, кроме всего прочего, сильный ветер. На месте пожара, при

движении по направлению распространения огня, зоны горения площадью несколько сотен квадратных метров (обгоревшие горы технологической щепы, бревен, досок, деревянных отходов) чередовались с зонами, протяженностью в десятки метров где горения не было, зеленела трава и лежали не обгоревшие опилки, доски. Создавалось впечатление вытянувшихся в цепочку, но не связанных друг с другом очаговых зон. Было, однако, достоверно доказано, что очаг пожара в данном случае был один; все остальные зоны были очагами горения, возникавшими за счет переноса горящих частиц на десятки метров.

Практика исследования крупных пожаров показывает, что десятки метров - не предельный радиус разноса горящих частиц. Так, на пожарах лесоскладов и лесобирж, при площади пожара до 3 000 квадратных метров радиус разлета может быть до 440 м, а при площади горения 25 000 квадратных метров наблюдался разлет горящих частиц на расстояние до 2 километров! Да и величина разлетающихся горящих частиц может быть очень велика. Иногда в конвективные струи вовлекаются целые горящие головни, размером до полуметра.

Роль тепловой радиации в образовании изолированных очагов горения должна быть понятна без пространственных комментариев. Лучистое тепло от одного горящего объекта может привести к загоранию другого объекта. Произойдет это, если тепловой поток, воздействующий на второй объект, превысит критические значения, необходимые для загорания обращенных к горящему объекту материалов и конструкций. Данные по критическим тепловым потокам, необходимые при расследовании таких пожаров можно найти в специальной справочной литературе. Стоит отметить, что явление общей вспышки, также определяемое излучением, может аналогичным образом привести к образованию вторичных очагов.

Роль кондукции в появлении вторичных очагов может быть велика в тех случаях, когда мощному нагреву на пожаре подвергаются материалы с высокой теплопроводностью. Еще больше возрастает вероятность таких случаев, когда элемент с высокой теплопроводностью конструкционно находится внутри теплоизоляционного материала, например, когда прогрев, проходящих сквозь стены, перекрытия металлических элементов (например, труб отопления) приводит к загоранию материалов и изделий в соседнем помещении.

Довольно часты случаи образования вторичных очагов за счет стекания горячей жидкости или расплавленных полимерных

материалов. Так, например, если продукты сгорания из одного помещения формируют верховой пожар в соседнем помещении, в котором на потолке установлены люминесцентные светильники с экранами из органического стекла, последние расплавляясь и стекая на пол, могут образовать там множественные вторичные очаги. Очень часты вторичные очаги горения на полу вблизи телевизора или электрического звонка мелодичного боя, хотя первичный очаг пожара может находиться внутри корпуса электроприбора, а вторичный очаг образовывается за счет расплавления пластмассовых деталей и их стекания в горящем виде на пол.

Вторичные очаги (очаги горения) могут возникать и от горящих падающих вниз твердых предметов, перемещаемых в данном случае уже не конвективными струями, а просто под действием гравитации.

Возможны и более экзотические ситуации, приводящие к формированию вторичных очагов. Например, утечка при пожаре горючих жидкостей и газов (не охваченных горением) из разрушившихся емкостей для их хранения, и их последующее загорание от источника зажигания или при контакте с несовместимыми веществами.

К этому случаю непосредственно примыкает такое опасное явление пожара, как **пробежка пламени**. Она происходит, обычно, в длинных узких помещениях, например гостиничных коридорах, которые при определенных условиях могут во всем объеме или хотя бы в припотолочном слое наполниться продуктами неполного сгорания материалов, горящих в одном из смежных помещений (в гостиничном номере с открытой дверью). Эти продукты, являющиеся горючими веществами (например, угарный газ – CO), при образовании смеси с воздухом в концентрации, находящейся в границах пределов распространения пламени, могут мгновенно воспламениться (иногда со взрывом) от теплового излучения, исходящего из того же помещения, где первоначально возник пожар. Пробежка пламени способна образовать вторичные очаги по всей длине коридора, иногда на удалении до 100 м. Это явление произошло, по оценкам экспертов, во время знаменитого и печального пожара гостиницы Ленинград и явилось одной из причин гибели многих пожарных.

Формирование изолированных очагов иногда происходит вследствие утраты признаков огневой связи между зонами горения.

Бывает, что огонь доходит до какой-либо зоны по поверхности твердого горючего материала, но затем видимая огневая связь между первой и второй зонами горения утрачивается и вторичный очаг (очаги)

кажется независимым очагом пожара. Это случается если огнепроводным веществом является очень легко сгораемый материал, практически не оставляющий твердых продуктов горения. Б.В. Мегорский приводит пример пожара в производственном помещении прядильного цеха. В помещении стоял большой шкаф (8·2,5·1 м.) без задней стенки, с пустыми бобинами и катушками с пряжей. Естественно, в шкаф набивались хлопковый пух и пыль. Загорание произошло от зароненного тлеющего табачного изделия в соседнем шкафчике со спецодеждой. Первоначально огонь распространялся по пуху в объеме всего шкафа, но тонкий слой пуха быстро сгорел, а далее горение продолжалось лишь на участках, где скопление пуха и пыли было наибольшим. Так образовалось до десяти независимых, на первый взгляд, очагов на разных полках по отдельным секциям шкафа.

4.4 Возникновение множественных первичных очагов пожара. Учеты особенностей пожарной нагрузки (ее количества и свойств), условий воздухообмена, конструктивных особенностей здания (сооружения) при установлении очага пожара.

Вопрос о количестве очагов на пожаре важен и принципиален.

На пожаре могут образовываться изолированные очаги, являющиеся, тем не менее, *независимыми первичными очагами пожара*. Это может произойти:

- 1) при коротком замыкании или перегрузке в электросети, имеющей на многих отдельных множественных участках слабую изоляцию;
- 2) при выносе электрического напряжения на конструкции здания, предметы;
- 3) при искрообразовании.

Такие ситуации достаточно редки, но, все же, имеют место.

4) Наконец, **несколько первичных очагов - важнейший квалификационный признак поджога**. Это обстоятельство заставляет подходить к решению вопроса о количестве очагов пожара достаточно ответственно.

Поставленная задача - наверное, самая сложная задача в исследовании пожара. Наметим основные пути ее решения.

1. Для отсеивания местных очагов горения, обуславливающих зоны экстремальных термических поражений, необходимо

сопоставление их распределения с распределением пожарной нагрузки по помещению.

2. Радикальным средством является применение инструментальных методов исследования материалов и их обгоревших остатков, позволяющее определить длительность горения в различных зонах. Ведь очаг пожара - это, как правило, зона, где горение происходило наиболее длительно.

3. При осмотре места пожара необходимы тщательные поиски путей «огневой связи» на первый взгляд «независимых» очагов. Такими путями могут быть уже рассмотренные процессы переноса горящих частиц конвективными потоками, стекание расплавленных полимеров, пробежка пламени и т.д. Только в случае если огневая связь исключена, можно говорить о существовании самостоятельных (первичных) очагов.

4. Наконец, исследование пожара или пожарно-техническая экспертиза должны заканчиваться стадией «реконструкции событий», когда картина возникновения и развития горения как бы восстанавливается (реконструируется) исходя из предполагаемого очага (очагов), источника зажигания, свойств конструкционных и отделочных материалов здания и т.д. И если реконструированная картина в чем-то (в динамике или направленности развития, последствиях пожара и т.д.) не согласуется с точно известными обстоятельствами пожара и прочими реалиями, то значит предварительные предположения об очаге (очагах) и причине пожара не точны или не верны вообще.

При этом всегда полезен критический анализ выявляемых очаговых признаков. Если на месте пожара мы обнаруживаем, например, локальное выгорание конструкций, очаговый конус и тому подобные характерные признаки, то всегда полезно задать себе вопрос: «А могли ли первичные признаки вообще образоваться в данном месте при данных обстоятельствах пожара, конструктивных особенностях помещения и т.д.?»

Итак, очаг пожара следует искать по характерным локальным сосредоточенным термическим поражениям конструкций и материалов непосредственно в очаговой зоне, над нею, на окружающих конструкциях.

При этом необходимо учитывать и желательно количественно оценивать термические поражения не только в самом предполагаемом очаге, но и вне его, в пределах зоны пожара - так называемые признаки направленности распространения горения.

Очаг обычно предполагают в зоне наибольших или локально выраженных термических поражений конструкций и предметов.

Характер и степень термических поражений материалов и конструкций оценивается визуально, а также инструментальными методами.

Обязательно надо учитывать пожарную нагрузку (ее количество и свойства), условия воздухообмена, конструктивные особенности здания (сооружения), а также дифференцировать первичные и вторичные очаги (очаги пожара и очаги горения).

5.ХАРАКТЕР ПОВЕДЕНИЯ НА ПОЖАРЕ И КРИМИНАЛИСТИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

5.1 Классификация неорганических строительных материалов для целей пожарно-технической экспертизы

Важнейшей группой неорганических конструкционных и отделочных материалов являются искусственные каменные материалы, широко используемые в строительстве. Наиболее распространенные на месте пожара неорганические неметаллические строительные материалы можно для целей пожарно-технической экспертизы разделить на две большие группы (рисунок 12):

- материалы, при изготовлении которых используются высокие температуры обжига или плавления;
- материалы, изготовленные без использования высоких температур (не выше температуры перегретого водяного пара).

Материалы, прошедшие высокотемпературную обработку в процессе изготовления на заводе, при вторичном нагреве в ходе пожара практически не меняют своего состава, структуры и свойств. Получить путем их исследования какую-либо информацию о пожаре довольно сложно. Поэтому материалы этой группы после пожара экспертно-криминалистическому исследованию обычно не подвергаются. К материалам и изделиям этой группы относятся:

1. Материалы, полученные путем обжига:

- красный кирпич (применяется для кладки наружных и внутренних стен и фундаментов);
- кровельная черепица (применяется для кладки крыш жилых и производственных помещений),
- плитка кафельная (применяется для облицовки стен, полов и перегородок внутри помещений),
- тонкая керамика (различные изделия хозяйственно-бытового назначения),
- огнеупоры (применяются для футеровки промышленных и бытовых печей)

**НЕОРГАНИЧЕСКИЕ
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ**

**ПРОШЕДШИЕ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНУЮ
ОБРАБОТКУ**

- 1. Обжиговые:**
 - 1) Красный кирпич**
 - 2) Черепица**
 - 3) Кафельная плитка**
 - 4) Тонкая керамика.**
- 2. Плавленные**
 - 1) Стекла**

**ИЗГОТОВЛЕННЫЕ БЕЗ
ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКИХ
ТЕМПЕРАТУР**

- 1. Материалы на основе неорганических вяжущих (цемент, известь, гипс)**
- 2. Силикатные (на основе извести)**

Рисунок 12 Классификация искусственных каменных материалов для целей пожарно-технической экспертизы

2. Материалы, полученные путем плавления: стекла, шлакостекла, петростекла.

Материалы, изготовленные с использованием температур, не превышающих температуру перегретого пара (при производстве некоторых из них используется пропарка) могут быть объектами пожарно-технической экспертизы. Среди них различают:

1. Изделия на основе неорганических вяжущих материалов:
с применением воздушных вяжущих материалов - гипса, извести (способны после смешивания с водой затвердевать и сохранять довольно долго свою прочность на воздухе);

с применением гидравлических вяжущих материалов – различных цементов (при смешивании с водой застывают на воздухе и сохраняют свою прочность на воздухе и в воде).

2. Силикатные строительные материалы:
силикатный кирпич, газосиликат, пеносиликат (изготавливаются из смеси негашеной извести и кварцевого песка).

Таким образом, можно констатировать, что цемент, известь, гипс - три главных минеральных связующих, составляющие основу мировой промышленности искусственных каменных строительных материалов.

Для того чтобы понять, какие изменения могут происходить в этих материалах и изделиях из них при нагревании в ходе пожара, как их фиксировать и как использовать полученную информацию при поисках очага, рассмотрим, что собой представляют указанные связующие.

Цементы.

Под названием «цементы» объединяют вещества, которые совместно с песком образуют раствор, затвердевающий при взаимодействии с водой. Самым распространенным и наилучшим в настоящее время цементом является «портланд-цемент», получающийся прокаливанием известняка с глиной, содержащей определенные соотношения силикатов кальция, алюмината кальция, феррита кальция. Тонко размолотые и хорошо перемешанные составные части обжигают в специальных трубчатых печах при 1400-1450 °С. Полученный материал (клинкер) подвергают очень тонкому размолу.

Основные компоненты цементного клинкера:

- силикат кальция – ($3CaO \cdot SiO_2$ составляет 40-60 %; $2CaO \cdot SiO_2$ составляет 15-35 %);
- алюминат кальция ($3CaO \cdot Al_2O_3$ составляет 5-15%);
- алюмоферрит кальция ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ составляет 10-15%).
- Затвердевание цемента при смешивании с водой происходит в результате гидратации, с образованием кристаллических:
- гидроокиси кальция ($Ca(OH)_2$);
- гидроалюмината кальция;
- гидроферрита кальция.

В то же время силикаты превращаются в коллоидные гидросиликаты кальция, за счет которых осуществляется сцепление массы.

Известь

Гашеная известь представляет из себя гидроокись кальция $Ca(OH)_2$ и является продуктом взаимодействия окиси кальция (CaO – негашеная известь) с водой. Гашеная известь, приготовленная с определенным количеством воды представляет из себя коллоидную пасту, содержащую значительно больше воды, чем это соответствует формуле $Ca(OH)_2$. Эта паста в смеси с песком образует штукатурный раствор, который схватывается сначала за счет потери воды в пористый кирпич и испарения. Через годы раствор затвердевает, взаимодействуя с

углекислым газом воздуха, происходит реакция с образованием карбоната кальция.



При производстве **силикатного** (белого) кирпичанегашеная известь смешивается с песком (SiO_2) и прессуется в атмосфере насыщенного водяного пара. В результате образуется кальциевый гидросиликат:

$mCaO nSiO_2 pH_2O$ очень близкий к цементному камню.

Гипс.

Гипс представляет собой сульфат кальция, встречающийся в природе в виде **ангидрита** $CaSO_4$ а также в огромных количествах в виде собственно **гипса** - $CaSO_4 \cdot 2H_2O$.

При нагревании до 100-125 °С гипс частично теряет кристаллизационную воду, образуя неустойчивый полугидрат сульфата кальция – **алебастр** $2CaSO_4 \cdot H_2O$.

Порошок алебаstra при смешении с водой быстро схватывается, образуя плотную массу с небольшим увеличением объема. При нагревании выше 200 °С гипс полностью теряет кристаллизационную воду. Безводный сульфат кальция, как и алебастр взаимодействует с водой, образуя гипс.

Поведение строительных материалов с различными видами неорганических связующих на пожаре.

При нагревании в ходе пожара кальциевый гидросиликат, основной компонент цементного и известкового камня, начинает постепенно терять воду, причем тем больше, чем больше температура и длительность нагрева:



Процесс дегидратации происходит в интервале температур от 120-150 до 600-700 °С.

Химические процессы потери кристаллизационной воды сопровождаются физическими изменениями структуры и свойств материалов. Цементный и известковый камень разрушаются, в них появляются микро- а затем и макротрещины. В бетоне и железобетоне ситуация осложняется возникающими дополнительными напряжениями из-за разных коэффициентов теплового расширения самого цементного камня и крупного заполнителя (щебня), а также стальной арматуры. Завершаются указанные физико-механические изменения полным отслоением штукатурки и защитного слоя бетона, разрушением конструкций.

Гипс, как уже указывалось, при температуре 100-125 °С переходит в полугидрат, а при температуре выше 200 °С и до температуры около 280 °С существует в виде растворимого ангидрита (гамма-ангидрит). При последующем нагреве в диапазоне от 300-500°С до 1000-1200°С гипс существует в виде нерастворимого ангидрита (бета-ангидрит), а выше 1000-1200 °С образуется альфа-ангидрит и выделяется некоторое количество *СаО*.

Таким образом, изменения в результате нагрева изделий из неорганических строительных материалов сводятся, в основном, к потере кристаллизационной воды и переходу в различные кристаллические модификации.

5.2 Визуальные признаки термических поражений изделий из неорганических строительных материалов

Химические процессы потери кристаллизационной воды сопровождаются физико-механическими изменениями структуры и свойств материалов. Цементный и известковый камень разрушаются, в них появляются микро- а затем и макротрещины. В бетоне и железобетоне ситуация осложняется возникающими дополнительными напряжениями из-за разных коэффициентов теплового расширения самого цементного камня и крупного заполнителя (щебня), а также стальной арматуры. Завершаются указанные физико-механические изменения полным отслоением штукатурки и защитного слоя бетона, разрушением конструкций.

Изменение цвета

а) тяжелый бетон.

Указывается, что после нагрева бетон имеет следующие оттенки цвета:

- нагрев до 300 °С - розоватый оттенок;
- 400-600 °С - красноватый;
- 900-1000 °С - бледно-серый.

б) Цементно-песчаная штукатурка.

- 400-600 °С - приобретает розовый оттенок;
- 800-900 °С - бледно-серый

Следует отметить, что не существует полной уверенности в том, что такие оттенки действительно можно уловить после реального пожара, учитывая возможные закопчения, попадание воды и т.д.

Но существует и достаточно часто проявляется другая закономерность - в более прогретых зонах штукатурка после пожара более светлого цвета. Причина такого явления, вероятно, в следующем. На пожаре при тушении водой стены намокают и там, где стена нагревалась более длительно, интенсивно и, таким образом, прогрета лучше, она, отдавая тепло после пожара, просыхает быстрее. В результате при осмотре места пожара на более прогретых участках штукатурка выглядит светлее.

Изменение тона звука и механической прочности при простукивании.

Определяется простукиванием бетонных и железобетонных конструкций. Бетон разрушается при нагревании, в нем появляются микротрещины, и тон звука меняется.

Неповрежденный бетон имеет тон звука высокий. С увеличением степени разрушения бетона тон становится глухим.

При нагреве более 500 °С - часть сечения образца при ударе средней силы откалывается. При нагреве более 600 °С - молоток при ударе сминает бетон на поверхности образца.

В настоящее время имеются малогабаритные приборы, позволяющие воспроизводить эталонные значения силы удара и численно фиксировать ударную прочность бетонных поверхностей.

Отслоение штукатурки.

В зоне достаточно длительного и интенсивного нагрева штукатурка отваливается.

Правда, не всегда это происходит именно в зоне экстремально высоких термических поражений. Достаточно часто такое случается, когда в помещение подается вода на тушение. Гидравлический удар и резкое охлаждение приводят к тому, что штукатурка может отвалиться не там, где была выше температура ее нагрева, а там, куда в первую очередь попала вода из пожарного ствола.

Тем не менее, зоны, где штукатурка отслоилась, обязательно нужно фиксировать при осмотре места пожара и иметь их в виду при поисках очага. Особенно интересны зоны, где штукатурка обвалилась, начиная снизу, от пола.

Существуют и методики, по которым микроструктуру поверхности бетона рекомендуют исследовать с помощью специального поляризационного микроскопа. При этом определяют ширину трещин, диаметр пор, включений, скоплений. Установлены даже границы температурных интервалов, в которых происходят те или иные количественные изменения микроструктуры бетона. Методы эти,

однако, весьма трудоемки, в первую очередь, из-за сложности подготовки образцов бетона для анализа и пока не нашли широкого применения.

Таблица 1. Визуальная фиксация трещин бетонных конструкций.

300-400 °С	образуются микротрещины
500 °С	трещины видны невооруженным глазом (ширина трещин не менее 0,1 мм.)
600-800 °С	ширина раскрытия трещин 0,5-1,0 мм
700-800 °С	визуально фиксируются разрушения бетона, отслоение защитного слоя на железобетонных изделиях

Визуальная фиксация трещин на гипсе

Ориентировочная температура нагрева конструкции из гипса может быть определена с помощью данных, приведенных в таблице 2:

Таблица 2 Визуальная фиксация трещин на гипсе

200-300°С	образование частых волосяных трещин (остаточная прочность 30 % начальной)
600-700°С	интенсивное раскрытие трещин (остаточная прочность <20 % начальной)
800-900°С	разрушение гипсового камня после охлаждения.

Отложение копоти.

Продукты сгорания, по мере удаления от очага остывают и содержащиеся в них твердые частицы осаждаются на вертикальных и горизонтальных поверхностях, образуя копоть. Но на поверхности конструкций и оборудования в ходе дальнейшего развития горения она остается только до температуры 600-630 °С, после чего выгорает.

Поэтому ближе к очагу копоти может быть меньше, чем на некотором расстоянии (естественно, до определенных пределов). Над очагом пожара и вторичными очагами копоть часто выгорает локальными пятнами.

Следует отметить, что эти пятна часто сохраняются в ходе дальнейшего развития горения, поскольку конструкция (потолок, стена) в этой зоне прогрета хорошо, а копоть не конденсируется на "горячих" местах, а преимущественно оседает на относительно более холодных поверхностях.

Таковы, в общих чертах, визуальные признаки термических поражений, с помощью которых можно ориентировочно оценивать степень термических поражений конструкций из неорганических строительных материалов. Гораздо эффективнее, конечно, можно определять степень термического поражения и ориентировочную температуру нагрева материала не по визуальным данным, а по результатам исследования с помощью специальных приборов и оборудования.

5.3 Инструментальные методы и средства, применяемые для исследования после пожара

Эти методы делятся на полевые, используемые непосредственно на месте пожара и лабораторные, применяемые для исследования в лабораторных условиях отобранных на пожаре проб.

Полевые инструментальные методы исследования неорганических строительных материалов.

Разрыхление массы бетона, появление в нем микро- и макротрещин сопровождается изменением его акустических характеристик. Это явление используется в уже упомянутом способе простукивания бетона и определении при этом тона звука на слух. Существует, однако, и более объективный способ оценки акустических характеристик бетонных изделий посредством пропускания через поверхностный слой бетона ультразвуковой волны. Метод первоначально разрабатывался как способ оценки качества бетонных и железобетонных конструкций в строительстве, а с середины 70-х годов он стал успешно использоваться в экспертизе пожаров.

Ультразвуковой импульсный метод исследования бетонных и железобетонных конструкций основан на измерении скорости прохождения ультразвуковых волн в поверхностном слое бетона,

которая последовательно снижается по мере разрушения бетона под действием температуры.

Прибор, который называется ультразвуковым дефектоскопом (рис.13), имеет два выносных датчика. Первый датчик испускает ультразвуковые импульсы, другой принимает, при этом фиксируется время, за которое ультразвуковая волна проходит расстояние между двумя датчиками, и рассчитывается ее скорость.



Рисунок 13. Ультразвуковые дефектоскопы с зафиксированным (а) и изменяемым (б) расстоянием между датчиками

Скорость поверхностной ультразвуковой волны в не нагретом бетоне составляет около 2000-2500 м/сек.

Скорость ультразвука является функцией как температуры, так и длительности нагрева конструкции:

$$C_r = f(\tau, t)$$

При увеличении T , и t , C_r последовательно снижается. Это обстоятельство дает возможность, сравнивая скорость ультразвука на соседних участках стены, плиты, выявлять зоны термических поражений.

Аппаратура, используемая для ультразвуковой диагностики, представляет собой, так называемые, "ультразвуковые дефектоскопы", выпускаемые для исследования различных материалов – металлов

и сплавов, бетонных и железобетонных конструкций, а также для медицинских наблюдений.

При исследовании пожаров в настоящее время используются только дефектоскопы для бетонных и железобетонных конструкций, с устройством которых более подробно познакомимся на практических занятиях. Кроме самого прибора, в его комплект входят так называемые электроакустические преобразователи (ЭАП), снабженные усилителями ультразвуковых волн, один из которых является источником ультразвуковых импульсов, другой - приемником. Для работы на пожаре ЭАП должны иметь специальные насадки с точечным контактом и быть установленными на специальном шаблоне со штангой. Расстояние между преобразователями на шаблоне (так называемая, база) обычно составляет 60-100 мм. Штанга, на которой устанавливается шаблон, необходима для того, чтобы на пожаре можно было легко дотянуться до потолка, поскольку потолок в помещениях, сделанный из железобетонных плит перекрытия - самый распространенный объект исследования по данной методике. На пожаре он, в отличие от стен, не загорожен мебелью и, как зеркало, "отражает", фиксирует все, что происходит в комнате.

На месте пожара ультразвуковое исследование проводится обычно в следующем порядке:

- намечаются конструкции для обследования;
- составляется план конструкции (потолка, стены) в масштабе;
- на конструкции намечаются точки, в которых будет производиться исследование; Обычно расстояние между точками, т.е. «шаг измерений», составляет 25-50-100 см. (в зависимости от размеров конструкции и конкретных обстоятельств).

- включается дефектоскоп, шаблон с преобразователями (датчиками) прижимается к конструкции в первой намеченной точке и производится измерение времени прохождения ультразвукового импульса от датчика к датчику (в микросекундах) или скорость импульса.

Измерение обычно производится в двух перпендикулярных направлениях и учитывается большее время (t , мкс) (или, соответственно, меньшая скорость). Делается это из-за того, что наличие в конструкции железной арматуры, если она расположена по направлению движения ультразвуковой волны, увеличивает скорость последней; проводя измерение в двух перпендикулярных направлениях и выбирая большее время прохождения импульса мы тем самым исключаем влияние арматуры на результат измерений.

Результаты измерений во всех намеченных точках – значения времени или относительной скорости прохождения ультразвуковых волн Cr/Co , рассчитанной как отношение скорости в данной точке (Cr) к скорости в зоне, не подвергшейся нагреву (Co), наносятся на план обследуемой конструкции. На плане выделяются зоны с Cr/Co в пределах 1,0-0,9; 0,9-0,8; 0,8-0,7 и т.д., либо зоны с различными значениями времени. Эти зоны и являются зонами термических поражений исследованной конструкции. Зона наибольших термических поражений будет соответствовать полю наибольших значений времени или наименьших значений Cr/Co .

Полученные данные по распределению зон термических поражений сопоставляется с распределением пожарной нагрузки. Данные используются в поисках очага пожара.

Рассмотренный ультразвуковой метод исследования после пожара бетонных и железобетонных конструкций имеет как свои явные положительные стороны, так и недостатки.

Преимущества метода:

- а) это один из немногих инструментальных методов, применяемых непосредственно на месте пожара (полевой метод);
- б) метод достаточно быстрый и нетрудоемкий;
- в) нет ограничений по времени применения – пользоваться им можно и через неделю, и через месяц после пожара. Термические поражения сохраняются. Даже произведенный ремонт (побелка потолка) не мешают последующему ультразвуковому исследованию.

Недостатки метода:

а) ультразвуковой метод выявления зон термических поражений - метод сравнительный (мы сравниваем акустические характеристики различных участков бетонной конструкции), поэтому исследуемые бетонные и железобетонные изделия должны быть с относительно равномерными исходными акустическими свойствами; таковыми же являются, как правило, только качественные бетонные изделия заводского производства. Непригодными для изучения оказываются бетонные изделия, заливаемые в опалубку на месте.

б) нельзя проводить измерения в зонах значительных разрушений бетона, где температура превысила 700-800 °С и где бетон рассыпается и отслаивается. А именно эти зоны часто оказываются наиболее интересными.

Лабораторные инструментальные методы исследования неорганических строительных материалов. Отбор проб на месте пожара.

На исследование могут отбираться пробы бетона и железобетона как заводского, так и изготовленные методом литья в опалубку непосредственно на стройке; в том числе стен из бетонных блоков с различными наполнителями; пробы силикатного (белого) кирпича, пробы штукатурки, сухой штукатурки (гипсовые плиты).

Если стена сложена из красного кирпича, на исследование отбирают пробы цементного камня из кладочного раствора, скрепляющего кирпичи. Точно так же можно отобрать пробы цементного или гипсового раствора на стене, облицованной кафельной плиткой.

Отбор проб необходимо осуществлять по горизонтальному уровню расположенному параллельно полу, чтобы места отбора проб находились на одной высоте, поскольку разновысотные пробы могут различаться по степени прогрева из-за влияния конвективного прогрева.

Пробы отбираются путем скалывания молотком из поверхностного слоя (менее 3-5 мм.), очищенного от остатков краски, мусора, копоти.

Масса отбираемой пробы должна составлять 1-10 грамм (в зависимости от последующего метода анализа).

Можно и нужно отбирать пробы в наиболее разрушенных зонах, в том числе по периферии зон отслоения защитного слоя бетона, где ультразвуковые исследования невозможно произвести.

В лаборатории пробы для всех видов анализа измельчают, сушат при температуре 80-100 °С и исследуют.

В лаборатории пробы для всех видов анализа измельчают, сушат и исследуют. Основными методами лабораторного исследования проб неорганических строительных материалов являются:

- 1) термический анализ;
- 2) рентгеноструктурный анализ (РСА);
- 3) инфракрасная спектроскопия (ИКС).

В отличие от ультразвукового метода они позволяют исследовать всю гамму материалов на основе цемента, извести, гипса. Ценно то, что на бетонных и железобетонных конструкциях пробы на исследование можно отбирать, в том числе, и в зонах сильных разрушений, где применение ультразвукового метода неприемлемо.

Термический анализ используют в двух вариантах: простейшем – тигельно-весовом и в варианте дифференциального термического анализа.

В тигельном анализе растертые пробы засыпают в тигли и нагревают в муфельной печи при температуре 800 °С в течение 1-1,5

час. После нагрева и охлаждения пробы повторно взвешивают, определяя величину убыли массы пробы (% масс.) Эта величина (L,% масс.) может быть использована в качестве критерия степени термического поражения материала на пожаре; чем она меньше, тем выше степень термического поражения.

Более сложным вариантом рассмотренного термического анализа является дифференциальный термический и термогравиметрический анализ (ДТА, ДТГА) на специальном приборе – дериватографе. В этом приборе осуществляется постепенный прогрев образцов с заданной скоростью подъема температуры и автоматической записью исследуемых характеристик.

Переходы компонентов исследуемых материалов из одной гидратированной формы в другую или из одной кристаллической модификации в другую сопровождается выделением или поглощением тепла (рисунок 14). Соответствующие экзо- или эндоэффекты фиксируются дифференциальной термопарой и записываются при определенных температурах.

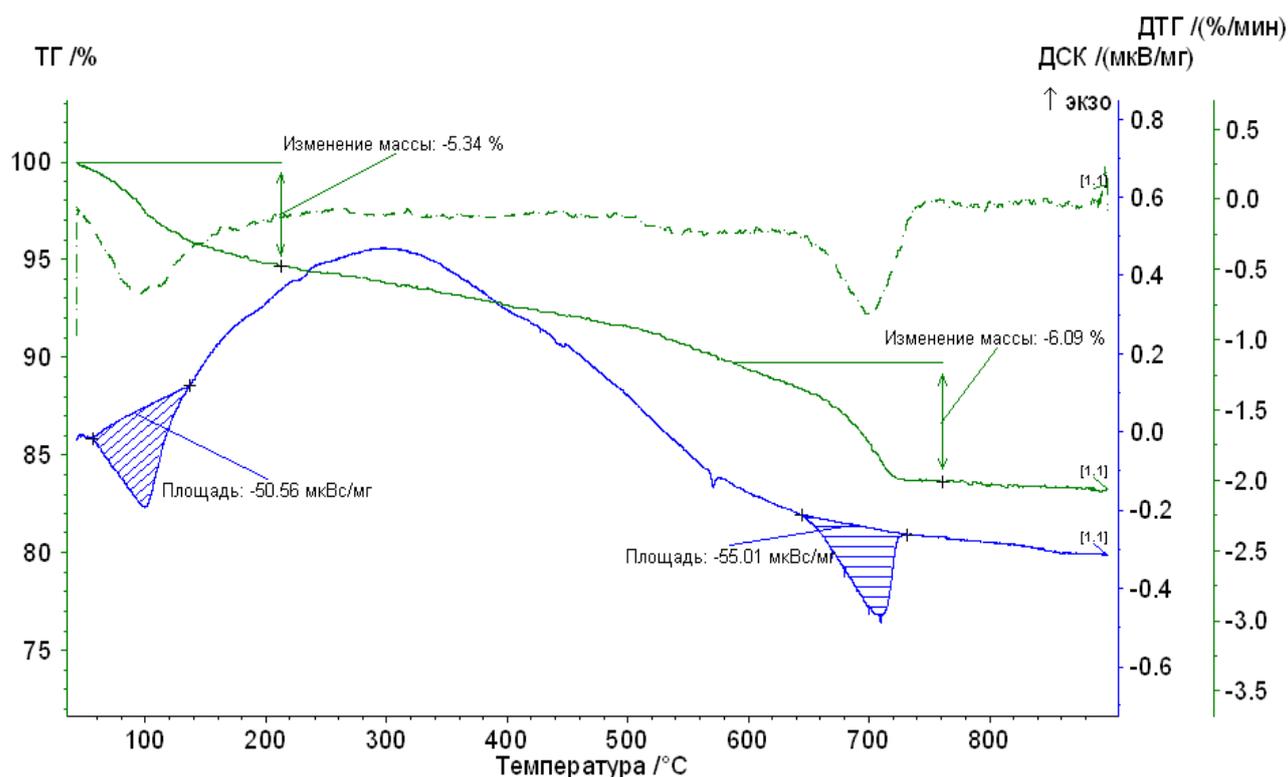


Рисунок 14. Результаты дифференциального термического анализа бетона

По наличию или отсутствию этих эффектов судят о первоначальном состоянии испытуемого образца. В варианте ДТГА

можно, помимо фиксации экзо- и эндоэффектов, проследить динамику потери массы образца в зависимости от температуры его прогрева, аналогично тигельному методу.

Полученные методами РСА и ИКС данные представляют собой расчетные спектральные или рентгеновские критерии, вычисляемые по соотношениям между отдельными полосами спектра. Эти данные наносят на план места пожара и по ним строят зоны термических поражений, как при исследовании ультразвуковым методом.

На гипсе изменения под воздействием температуры выражены гораздо более отчетливо, чем на материалах на основе цемента и извести, что облегчает их анализ.

Среди аналитических методов для исследования гипса хорошо зарекомендовал себя метод инфракрасной спектроскопии (ИКС).

ИКС, как и другие спектральные методы, основана на взаимодействии электромагнитного излучения с атомами и атомными группами, составляющими молекулу. Спектры, соответствующие колебательным переходам, наблюдаются в ИК области ($10^{13} - 10^{14}$ Гц $\approx 10^2 - 5 \cdot 10^3$ см⁻¹). Колебательные спектры обладают высокой специфичностью и широко используются для идентификации веществ. Каждому веществу присущ свойственный только ему набор полос на колебательном спектре. При этом особое внимание уделяют области спектра $1300 - 600$ см⁻¹, которую называют областью отпечатков пальцев (фингерпринтов).

На ИК-спектрах различия между отдельными гидратными формами гипса строго выражены. Это можно увидеть на представленных спектрах (рисунок 15). Данные о наличии характеристических полос в спектрах различных гидратных форм приведены также в таблице 3. Современные ИК-спектрометры могут комплектоваться приставками нарушенного полного внутреннего отражения или многократно нарушенного полного внутреннего отражения, которые позволяют снимать спектры в отраженном свете. При использовании таких приставок спектры можно снимать непосредственно с поверхности материала. В противном случае для анализа образец необходимо запрессовать в таблетку из бромида калия. ИК-спектры гипса снимаются в диапазоне $400-4000$ см⁻¹.

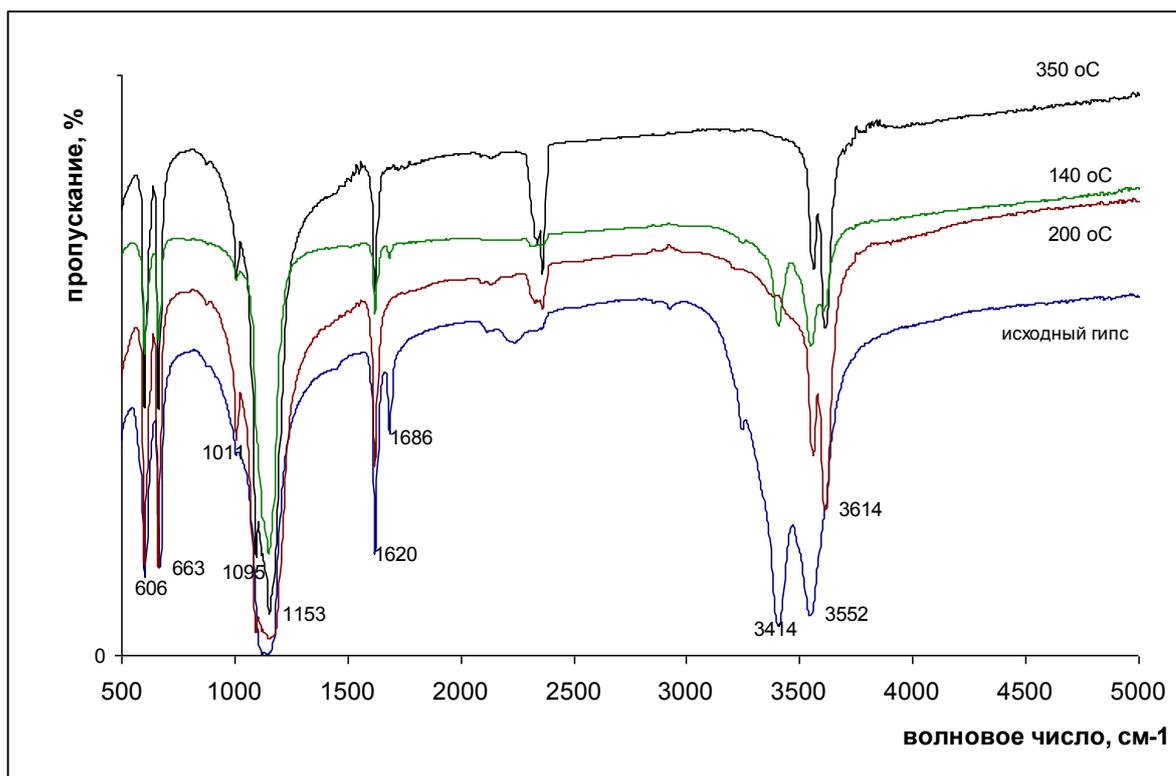


Рисунок 15. ИК-спектры образцов гипса

Таблица 3. Характеристические полосы поглощения на ИК-спектрах гипса при различных температурах нагрева

Гидратная форма гипса	Т, °С	Полосы спектра, см ⁻¹											
		3610	3560	3547	3406	1685	1621	1143	1122	1007	660	603	590
<i>CaSO₄ · H₂O</i>	20-120	-	-	+	+	+	+	+	+	П	+	+	-
<i>CaSO₄·0,5H₂O</i>	200	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
	300	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
<i>γ- CaSO₄</i>	400	-	П	-	-	П	-	+	+	П	+	+	+

Примечание: + полоса есть; - полосы нет; п - остатки полосы ("плечо" на фоне основной полосы)

5.4 Дистанционные методы исследования остаточных температурных полей.

На начальной стадии исследования пожара специалистам может понадобиться информация о температурах прогрева строительных конструкций. Там, где ограждающие конструкции теплее скорее всего они грелись дольше, поэтому в этом месте нужно искать очаг пожара. Для этих целей в арсенале дознавателей и экспертов в переносной экспертно-криминалистической лаборатории (чемодан дознавателя) имеется пирометр.

Пирометр — прибор для бесконтактного измерения температуры. Принцип действия основан на измерении мощности теплового излучения объекта измерения преимущественно в диапазонах инфракрасного излучения и видимого света. Пирометром можно снять показания на нескольких уровнях стены и нанести их на план – схему места пожара. Выделив зоны наибольшего прогрева можно выйти на очаг пожара (рисунок 16).

В тех же целях при наличии оборудования для формирования доказательной базы при фиксации оставшихся температурных полей может использоваться тепловизор. Это устройство для съемки изображений в инфракрасном диапазоне волн. т.е., по другому говоря, тепловизор - это оптико-электронная система, предназначенная для получения видимого изображения объектов, испускающих невидимое тепловое (инфракрасное) излучение. Чаще всего тепловизор используется в качестве прибора ночного видения или для получения температурного поля объекта.

При помощи тепловизора можно мгновенно измерить температуру десятков тысяч точек объекта. Тепловизоры являются измерительными приборами, поэтому их иногда называют измерительными тепловизорами. С помощью тепловизора можно увидеть и зафиксировать целиком картину температурных полей неостывших конструкций после пожара. Изображение с тепловизора можно распечатать и вложить в дело о пожаре.

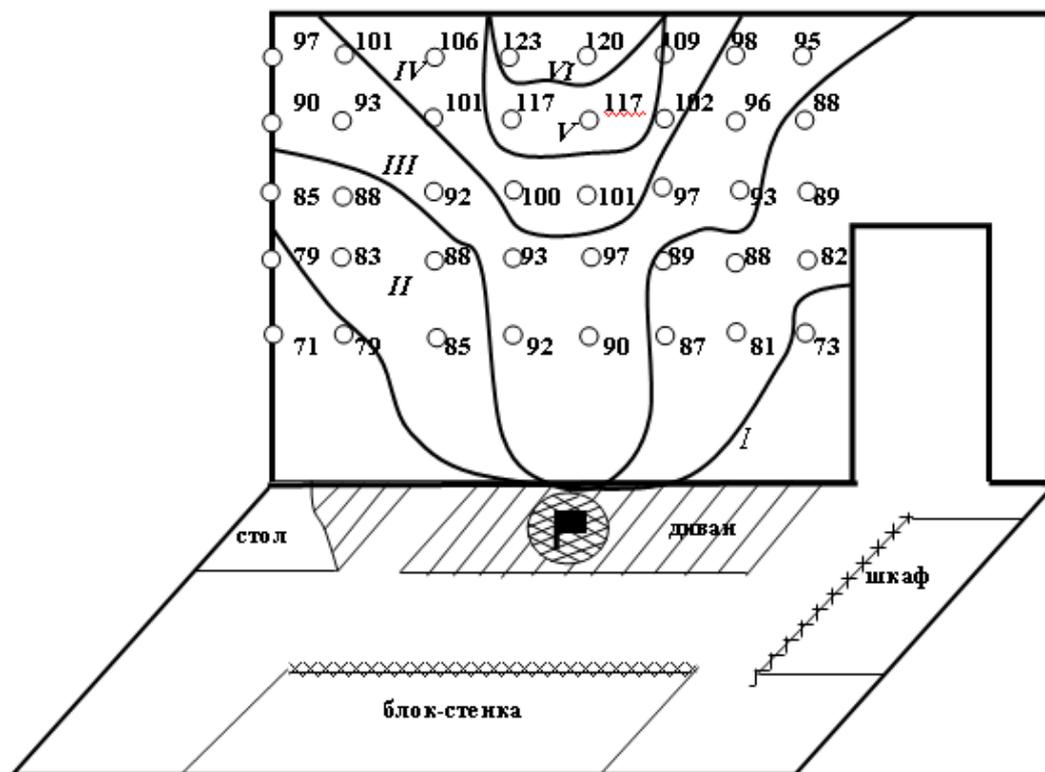


Рисунок 16 Распределение остаточных температурных зон на стене, прилегающей к очагу пожара.



а) Пирометр. б) Тепловизор

Рисунок 17 оборудования для формирования доказательной базы при фиксировании оставшихся температурных полей.

5.5 Классификация металлических изделий для целей пожарно-технической экспертизы. Физико-химические изменения, возникающие с металлическими изделиями на пожаре

Наиболее распространенными металлами, из которых изготавливают различные конструкции и изделия являются сплавы на основе железа, алюминия, меди. Все они, в разной степени, могут быть объектами пожарно-технической экспертизы.

Чистое железо – блестящий белый металл с температурой плавления 1528 °С. Чугун содержит обычно 2 – 5 % углерода и другие примеси (до 10 %). Температура плавления чугунов 1100 –1200 °С. Стали – это сплавы железа с углеродом, содержащие до 2 % углерода. Температура плавления сталей находится в пределах 1300-1400 °С.

Сталь с содержанием углерода менее 0,5 % называется ковкой сталью. Она сравнительно мягка, поддается ковке и хорошо сваривается. Углеродистые стали с содержанием углерода около 1,4 % исключительно тверды. В сталях специального назначения (легированных сталях) содержатся значительные количества кремния и марганца. Другими легирующими добавками могут быть ванадий, хром, молибден, вольфрам, никель, кобальт. Нержавеющие стали содержат большие количества хрома (до 18 %) и никеля (до 8 %).

Стальные конструкции и изделия очень распространены в промышленности и в быту, их почти всегда можно отыскать на месте пожара. Среди прочих металлов, стали являются наиболее информативным объектом экспертного исследования при поиске очага пожара.

Стальные изделия, которые могут подвергаться исследованию после пожара, разделяют на две группы:

- 1) горячекатаные стальные изделия;
- 2) холоднодеформированные стальные изделия.

Методом горячей прокатки изготавливается основной сортament стальных изделий – уголков, тавров, двутавров, труб, листа; затем из них сваривают конструкции зданий и сооружений, технологического оборудования.

Холоднодеформированными стальными изделиями называют изделия изготовленные методом холодной деформации – протяжки, штамповки и др.. Путем холодной деформации (наклепом) изготавливаются все наиболее распространенные типоразмеры крепежных изделий - болты, гайки, шпильки, винты, шурупы, гвозди,

некоторые типы труб, штампованные корпуса и детали приборов, оборудования, автомобилей. Последующей термической обработке на заводе они не подвергаются, сохраняют структуру холодной деформации и являются важными объектами исследования при установлении очага пожара.

Чистая медь – тягучий вязкий металл светло-розового цвета. Температура плавления меди 1083 °С. Существующая на поверхности тончайшая пленка черной окиси меди (CuO) придает меди более темный цвет. При нагревании на воздухе медь темнеет за счет образования более плотной пленки окиси меди. При более высокой температуре (около 100 °С) окись меди разлагается с образованием закиси меди красного цвета (Cu₂O). Это обстоятельство дает возможность в отдельных ситуациях оценивать, превышала ли температура в зоне, где находится медное изделие, указанную температуру.

По масштабу своего применения в промышленности медь занимает второе место, после стали. Огромное количество меди идет на изготовление электрических проводов и кабелей. Из меди делают различную аппаратуру: котлы, чаны, перегонные кубы. Широкое применение нашли различные медные сплавы. Важнейшими из них являются: латуни (сплавы меди с цинком), бронзы (сплавы меди с оловом). Мельхиор, содержащий 80 % меди и 20 % никеля по внешнему виду напоминает серебро.

Температура плавления медных сплавов ниже, чем чистой меди (в пределах 800-1040 °С).

В пожарно-технической экспертизе медь изучают, в основном, как составной элемент электросетей и электроустановок при выявлении причин пожаров.

Алюминий – серебристо-белый мягкий металл с температурой плавления 660 °С. При температуре около 600 °С алюминий становится хрупким и легко образует алюминиевый порошок. Температура воспламенения алюминия намного превышает его температуру плавления, поэтому алюминиевые изделия не загораются в пламени. На поверхности алюминия всегда имеется тонкая (почти мономолекулярная) оксидная пленка, защищающая металл от дальнейшего окисления. Какой-либо полезной экспертной информации исследование окисного слоя на алюминии не дает.

Сплавы алюминия, в отличие от чистого металла, обладают большой механической прочностью. Дюралюминий (3-5 % меди, 1 % магния, 0,5-0,8 % марганца) используется в самолетостроении. Из

силумина (12-14 % кремния) делают литые детали. Алюминиевые сплавы широко используются в строительстве (цельнометаллические ангары, опоры и несущие конструкции), судостроении. Большое количество алюминия идет на изготовление электропроводов.

5.6 Визуальные признаки термических поражений на конструкциях из металлов и сплавов

Последствия теплового воздействия на пожаре на металлы (сплавы) и конструкции из них выражаются в:

- деформации;
- образовании окислов на поверхности металла;
- структурных изменениях, сопровождающихся изменением физико-химических и механических свойств;
- расплавлении и проплавлении;
- горении.

Результаты протекания этих процессов при осмотре места пожара можно зафиксировать визуально или с помощью инструментальных средств, а полученную таким образом информацию использовать при поисках очага пожара.

Рассмотрим последовательно перечисленные выше процессы, методы фиксации их последствий на месте пожара и возможности экспертного использования полученных сведений. Основное внимание при этом уделим сталям - наиболее распространенному сплаву.

Деформация – один из самых низкотемпературных процессов, происходящих с металлическими изделиями на пожаре

Нагрев стали свыше 300-350 °С приводит к повышению ее пластичности и сопровождается снижением прочности и появлением заметных деформаций. При 500-600 °С прочность углеродистой стали снижается вдвое, деформации нагруженных элементов стальных конструкций становятся значительными по величине и 15-20 минутный нагрев может привести к их обрушению. При 1000 °С прочность стали снижается в 10 раз.

Температура 450-500 °С считается температурой потери несущей способности стальных изделий.

Помимо стали несущие конструкции изготавливаются также и из алюминиевых сплавов. **Температура потери несущей способности конструкций из алюминиевых сплавов составляет 250 °С.**

Разумеется, при этом конструкция не разрушается полностью. Она просто перестает выполнять свою функцию выдерживать нагрузку

других конструктивных элементов здания или сооружения. В первую очередь она гнется, деформируется. Эти деформации при осмотре места пожара необходимо оценивать количественно. Оценка величины и направленности деформаций дает важную информацию об относительной интенсивности и направленности теплового воздействия в различных зонах пожара.

По направлению деформации металлических элементов можно судить о направлении наибольшего теплового потока (рисунки 18,19). Металлоконструкции и их отдельные элементы деформируются, как правило, в сторону наибольшего нагрева.



Рисунок 18. Деформация металлических конструкций на пожаре

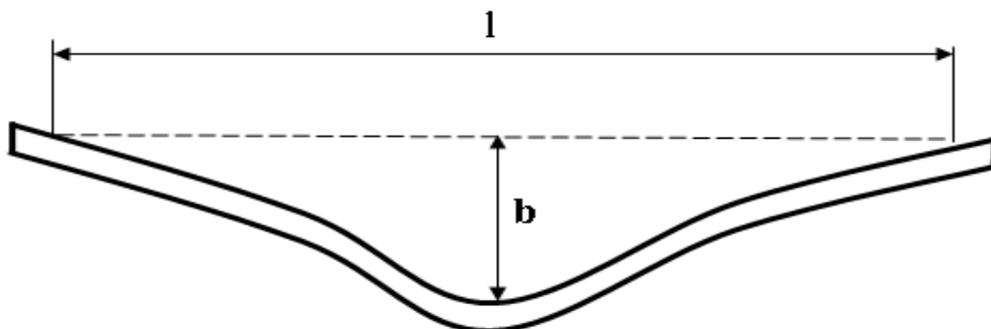
Величина деформации металлической конструкции пропорциональна температуре и длительности ее нагрева. Однако часто наибольшая деформация наблюдается не там, где имело место наибольшее тепловое воздействие. Она может быть связана с более высокой нагрузкой, испытываемой конструкцией. Например, чаще всего стальная балка перекрытия имеет наибольшую деформацию посередине пролета, что вовсе не означает, что именно в этой точке был наиболее интенсивный нагрев. В том месте на балку действует наибольший изгибающий момент.

Количественно сравнивать между собой можно лишь рассредоточенные по месту пожара однотипные и одинаково нагруженные конструкции. Такую сравнительную оценку необходимо рассматривать как важный признак направленности распространения горения.



Рисунок 19 Деформация металлических конструкций на пожаре

Чтобы количественно оценить степень деформации, рассчитывают так называемую величину относительной деформации. Это отношение величины прогиба к величине участка конструкции, на которой этот прогиб наблюдается (b/l) (рис.20)



b – максимальный прогиб конструкции;
 l – участок, на котором произошел прогиб.

Рисунок 20 Измерения величины относительной деформации

Величина b/l для однотипных конструкций наносится на план места пожара. Такая информация в первом приближении характеризует распределение зон термических поражений на месте пожара и может быть использована в поисках его очага. Эти данные относятся к группе последовательно нарастающих (убывающих) термических поражений.

Требуют серьезного внимания локальные деформации металлоконструкций на отдельных участках, т.е. произвольно расположенные термические поражения. Четко выраженные и значительные по величине локальные деформации возникают, как правило, на начальной стадии пожара, когда горения во всем объеме помещения еще нет и конструкции нагреваются от очага пожара в ограниченной локальной зоне. Если указанное локальное термическое поражение не находит объяснения – оно должно восприниматься как очаговый признак.

Образование окислов на поверхности металла.

Алюминий и его сплавы.

Известно, что на поверхности алюминия и его сплавов уже при комнатных температурах существует микронной толщины окисный слой, который предохраняет алюминий от окисления. Окисел этот выполняет свою функцию и при нагреве алюминиевого изделия на пожаре, вплоть до достижения температуры плавления алюминия. Какой-либо полезной экспертной информации из исследования окисного слоя на алюминии извлечь не удастся.

Медь

На поверхности медных изделий до температуры примерно 100 °С - присутствует черная пленка окисла (CuO , окись меди). При нагреве выше 100 °С и достаточной длительности - образуется пленка закиси меди - красного цвета (Cu_2O). Это обстоятельство дает возможность в отдельных ситуациях оценивать, превышала ли температура в зоне, где находится медное изделие, указанную температуру.

Сталь

Если поверхность обработанная, гладкая, то первый признак теплового воздействия, который можно обнаружить визуально - **цвета побежалости**. Они появляются при нагревании стали до температуры 200-300 °С благодаря образованию на ее поверхности пленки окисла микронной толщины. Толщина слоя окисла зависит от температуры, а за счет интерференции света с изменением толщины пленки меняется ее цвет. Таким образом, получается, что цвет пленки окисла ("цвет

побежалости") зависит от температуры нагрева стали и может использоваться для ее определения. Существует примерно следующая цветовая шкала цветов побежалости на сталях (таблица 4).

Таблица 4. Спектр цветов побежалости

Цвет побежалости	Толщина слоя окисла мкм	Температура нагрева °С
Светло-желтый	0,04	220-230
Соломенно-желтый	0,045	230-240
Оранжевый	0,05	240-260
Красно-фиолетовый	0,065	260-280
Синий	0,07	280-300

Следует отметить, что оценка нагрева металлических конструкций по цветам побежалости при поисках очага пожара используется редко. Чаще это делается при установлении причин пожаров, связанных с трением, локальным перегревом в технологических установках, двигателях и т.д.

Окалина.

Наиболее интенсивно окисление стальных изделий протекает при температуре, превышающей 600°С. При этом поверхность железа и сталей покрывается продуктами газовой коррозии – окалиной. Формирование плотного слоя окалины в течение достаточно короткого периода времени начинается с температуры около 700 °С. Рост слоя окалины происходит по параболическому закону и резко интенсифицируется с повышением температуры.

Окалина состоит из трех последовательных слоев окислов железа - вустита (закись железа, FeO), магнетита (Fe_3O_4) и гематита (окись железа, Fe_2O_3). Толщина окалины и ее компонентный состав являются функциями температуры и длительности теплового воздействия.

Чередование окислов на поверхности металла связано с разным процентным содержанием кислорода в воздухе в процессе развития пожара. Вначале при относительно высоком содержании кислорода происходит образование гематита. Затем по мере возрастания температуры и снижении концентрации кислорода в воздухе под слоем гематита образуется слой магнетита и ниже слой вустита. Таким

образом, чем выше температура, тем больше в окалине вустита и меньше гематита

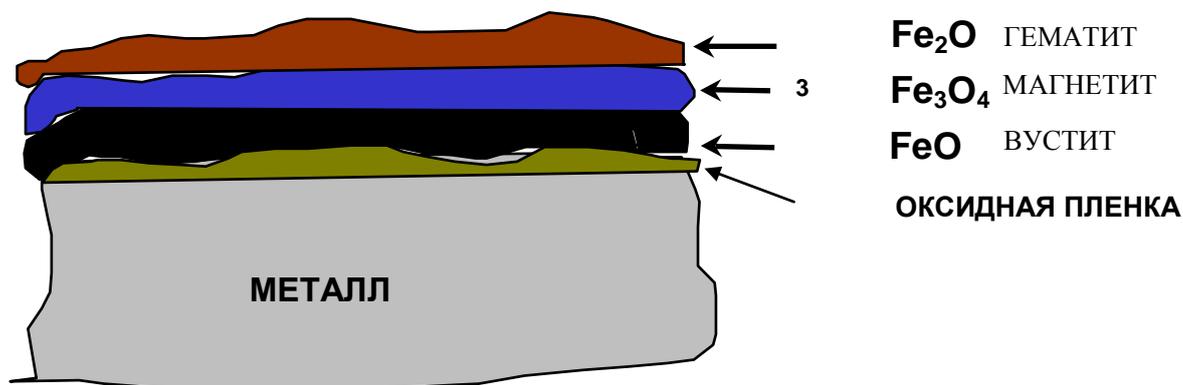


Рисунок 21. Схематическая структура слоев высокотемпературной окалины

Это обстоятельство позволяет по цвету окалины и ее толщине ориентировочно оценивать температуру нагрева металлоконструкций. Низкотемпературная окалина (700 – 750 °С), в которой мало вустита, обычно имеет рыжеватый оттенок и достаточно тонкая. Окалина, образовавшаяся при 900-1000 °С и более - толстая и черная.

Вустит до 570 °С термодинамически неустойчив и поэтому ржавчина на железе, образовавшаяся при температуре ниже 570 °С вообще не содержит вустита и соответственно двухвалентного железа и имеет бурый цвет (цвет гематита). Однако ржавчина по своей структуре рыхлая и непрочная. Окалина же, очень плотный материал, прочно связанный с самим металлом. По этому признаку легко отличить ржавчину от гематита (рисунок 22).



- а – вустит, отличающийся пористым слоением;
- б – магнетит с плотным кристаллическим строением;
- в – гематит

Рисунок 22. Поверхности слоев окислов (увеличение ×600)

Расплавления и проплавления металла

Расплавления и проплавления (образование сквозных отверстий) металлов и сплавов на пожарах, особенно крупных, встречается не так уж редко. Можно считать, что это наиболее высокая степень термических поражений конструкций и отдельных предметов.

В 70-х годах В.Г.Выскребов (ВНИИСЭ) предложил даже использовать так называемый "метод температур плавлений" для поисков очага пожара. Метод заключался в фиксации мест, где расплавился тот или иной материал, и определении таким образом распределения температурных зон по месту пожара. Известно, например, что температура плавления составляет:

- у алюминия - 600 °С
- бронзы литой - 880-1040 °С
- меди - 1083 °С
- стали - 1300-1400 °С

Таким образом, если в зоне А расплавился алюминиевый провод, то следует сделать вывод, что температура там превышала 600 °С, а в зоне Б, где оплавилась медные провода, она была, как минимум, 1080-1090 °С.

Конечно, фиксировать на месте пожара зоны, где расплавился тот или иной материал, весьма полезно. Но считать это самостоятельным методом установления очага пожара было бы неразумно; да и температурные зоны устанавливаются таким путем достаточно условно. Если расплавился алюминий, то это не значит, что температура была 600 °С, она могла быть и 700- 900-1000 °С.

Кроме того, нужно иметь в виду, что "проплавления" в металле могут возникнуть и вовсе при температуре, ниже температуры плавления. Возможно это, как минимум, по двум причинам:

Локальный нагрев тонкого стального изделия (листа, проволоки и т.п.) приводит к образованию слоя окалины, соизмеримого по толщине с самим изделием. Окалина, не обладая достаточной механической прочностью затем может выкрошиться, и на изделии после пожара обнаружится "дырка".

Растворение металла в металле.

Расплавленный в ходе пожара более легкоплавкий металл при попадании на металл более тугоплавкий может привести как бы к "растворению" последнего в расплаве первого металла. Причем происходит это при температуре, ниже температуры плавления "тугоплавкого" металла.

Такой процесс возможен, например, при попадании расплавленного алюминия на медь и ее сплавы. Происходит это за счет

образования эвтектического сплава меди с алюминием. Известно, что чистая медь имеет температуру плавления 1083 °С. В то же время эвтектические (совместно плавящиеся) сплавы «медь + расплавленный алюминий» – 660 °С, «медь + расплавленная латунь» - 870-980 °С

Точно также способностью растворяться в расплавленном алюминии обладает сталь.

Растворение стали в алюминии

Растворение происходит в три этапа:

а) окалинообразование на стали, протекающее под воздействием попавшего на нее расплавленного алюминия; (для этого достаточно температуры образования гематита - 700-750 °С)

б) химическое взаимодействие образовавшихся оксидов железа с расплавленным алюминием (термитная реакция):



Реакция эта, как видно из уравнения, сопровождается сильным тепловыделением, что приводит к дополнительному разогреву в зоне реакции и, соответственно, интенсификации последней.

в) растворение восстановленного из окисла железа за счет тепловыделения при термитной реакции (для этого тоже не обязательно достижения температуры плавления стали, например, при температуре 900 °С в алюминии может раствориться до 10 % железа).

Конечным результатом протекания указанных реакций может быть проплавление (дырка) в тонком стальном листе, в стенке стальной трубы и т.д.

Квалификационным признаком, позволяющим отличить такую дырку от проплавления, возникшего, например, под действием электрической дуги, является характерный контур проплавления (в форме лужицы, потека) и тоненькая каемка алюминия, обычно сохраняющаяся по периметру дырки.

Горение металлов и сплавов

Известна способность к горению щелочных и щелочноземельных металлов (*K, Na, Mg*). Менее известно, однако, что в определенных условиях способны гореть (т.е. взаимодействовать с кислородом воздуха) и другие металлы и сплавы. Примером в данном случае могут быть широко распространенные в качестве конструкционных материалов алюмомагниевого сплавы.

Алюминий, нагретый до 660 °С, несмотря на существование оксидной пленки, все же начинает окисляться тем быстрее, чем ближе его температура к точке плавления, а горение алюминия в кислороде

сопровождается значительно большим тепловыделением, чем горение других металлов (1675 кДж/моль).

Температуры самовоспламенения алюмомагниевого сплава, в зависимости от содержания магния в сплаве могут находиться в пределах 450-560 °С. Наименьшие температуры установлены для сплавов с содержанием магния 45-49%. Металлы лучше горят в мелкоизмельченном виде, тем не менее, на развившемся пожаре, при хорошей пожарной нагрузке способны гореть и сплавы в виде элементов конструкций. Пожарные, в частности, наблюдают это при пожарах в ангарах из легких металлоконструкций со сгораемым утеплителем.



Рисунок 23. Визуальными признаками горения металлов является разрушение конструкций в зоне горения. От выгоревшей детали часто остается ажурный скелет.

Повышенное содержание кислорода резко увеличивает возможность загорания и интенсивность горения металлов. Такие ситуации могут сложиться на подводных лодках в медицинских барокамерах, на производствах, связанных с применением газообразного и жидкого кислорода. Наиболее распространенные марки сталей при толщине образца 3 мм и температуре 20 °С способны гореть в кислороде при его давлении 0,02 Мпа, а алюминиевые сплавы (при тех

же параметрах) - при давлении 0,1 Мпа. Другие металлы менее склонны к горению в кислороде.

Визуальными признаками горения металлов является разрушение конструкций в зоне горения. От выгоревшей детали часто остается ажурный скелет. Горение часто сопровождается разбрызгиванием металла, в результате чего на месте пожара обнаруживаются множественные мелкие частички металла и его окислов, аналогичные тем, которые образуются при дуговых процессах.

5.7 Инструментальные методы и средства, применяемые для исследования после пожара металлических изделий

Фиксация структурных изменений, сопровождающих изменение физических и физико-химических свойств.

Эти изменения происходят в довольно широком интервале температур, но не могут быть зафиксированы визуально. Для их выявления следует пользоваться инструментальными методами, с помощью соответствующих приборов. Мы остановимся на методах и методиках исследования наиболее распространенных металлов - стальных конструкций и предметов.

Методики исследования после пожара двух выделенных групп стальных изделий различны, поэтому мы рассмотрим их по отдельности.

Горячекатаные стали.

Горячекатаные стали наиболее распространены на месте пожара, т.к. именно они составляют основную номенклатуру металлопроката (швеллеры, двутавры, уголки, большая часть трубных изделий, горячекатаный листовой прокат и т.д.) из них же изготавливаются строительные металлоконструкции.

На пожаре при нагреве до 600-650 °С в горячекатанных сталях практически не происходит заметных структурных изменений, фиксация которых позволила бы после пожара определить, до какой температуры нагревалась конструкция. Особая ценность холоднодеформированных стальных изделий, как объектов экспертного исследования, состоит в том, что в них и при более низких температурах (200÷700 °С) происходят изменения структуры и свойств, которые могут быть зафиксированы после пожара и использованы для оценки степени термического поражения той или иной конструкции или изделия.

При температурах более 700 °С в холоднодеформированных и горячекатанных стальных изделиях происходят одинаковые структурные изменения поэтому для исследования в высокотемпературной области к ним могут быть применены одни и те же методы анализа.

Металлографические исследования металлов

Степень термического поражения горячедеформированных стальных изделий определяют по толщине и структуре окалины и росту зерна аустенита. При температурах выше 700 °С в стали могут наблюдаться переходы перлита в аустенит, а интенсивный рост зерен аустенита начинается в низкоуглеродистых сталях начиная примерно с температур 850 – 900 °С (рисунок 19). Зафиксировать последствия этого процесса, после пожара и оценить таким образом температуру нагрева можно методом **металлографии**.

Перед исследованием рассматриваемую грань образца металлического изделия отшлифовывают и полируют до зеркальной поверхности. Осуществляется это при помощи специальных шлифовальных станков (рисунок 24) с применением абразивных бумажных материалов различной зернистостью и паст.



Рисунок 24. Полировальный станок

Для выявления микроструктуры сплавов для последующего исследования на металлографическом микроскопе применяют следующие методы: химическое травление, электролитическое травление, магнитный метод, тепловое травление, травление в

расплавленных солях, катодное травление, усиление рельефа микроструктуры после объёмных превращений (рисунок 25).

Выявление микроструктуры металлов основано на неравномерном растворении в реактиве структурных составляющих.

В результате на шлифе под микроскопом можно увидеть очертания зёрен и различных фаз, определить их взаимное расположение; по цвету, форме и размерам определить присутствующие в сплаве фазы, то есть выявить микроструктуру сплава (рисунок 26).

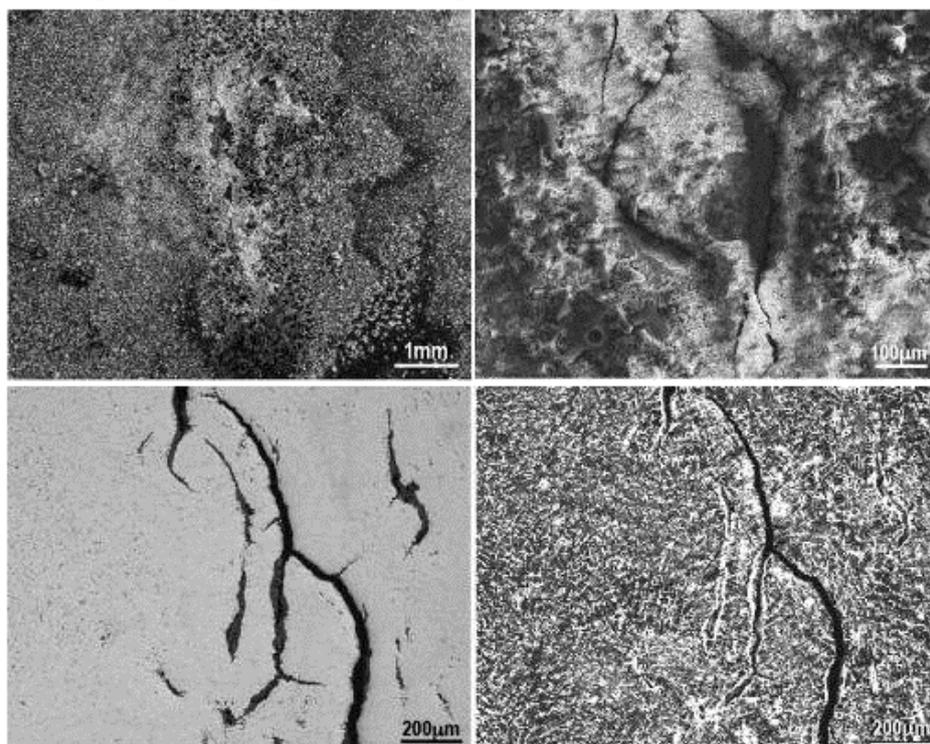


Рисунок 25 Образцы шлифов стальных изделий до (слева) и после (справа) химического травления

Температурное воздействие на изделия из металлов и сплавов в условиях пожара оказывает влияние на структуру металла на всех трех уровнях (микро, макро и субуровне) и по этим изменениям довольно точно можно судить о температурно-временном режиме воздействия на металлическое изделие. Поэтому металлография нашла широкое применение в пожарно-технической экспертизе.

Изменения, происходящие в изделиях, изготовленных из наиболее часто применяемых металлов и сплавов, которые можно исследовать с помощью металлографического микроскопа.

Для исследования стальных изделий метод металлографии применяется редко, поскольку для получения объективных результатов, из металлических конструкций необходимо выпиливать болгаркой большое количество образцов для исследования (не менее 10-15).

Однако полученные с помощью металлографии данные могут дать информацию температурно-временном режиме горения.

Для определения размера зерна сравнивают наблюдаемую микроструктуру при увеличении в 100 раз со стандартными шкалами и по ним определяют балл по зерну или подсчитывают число зерен, приходящихся на единицу поверхности шлифа.

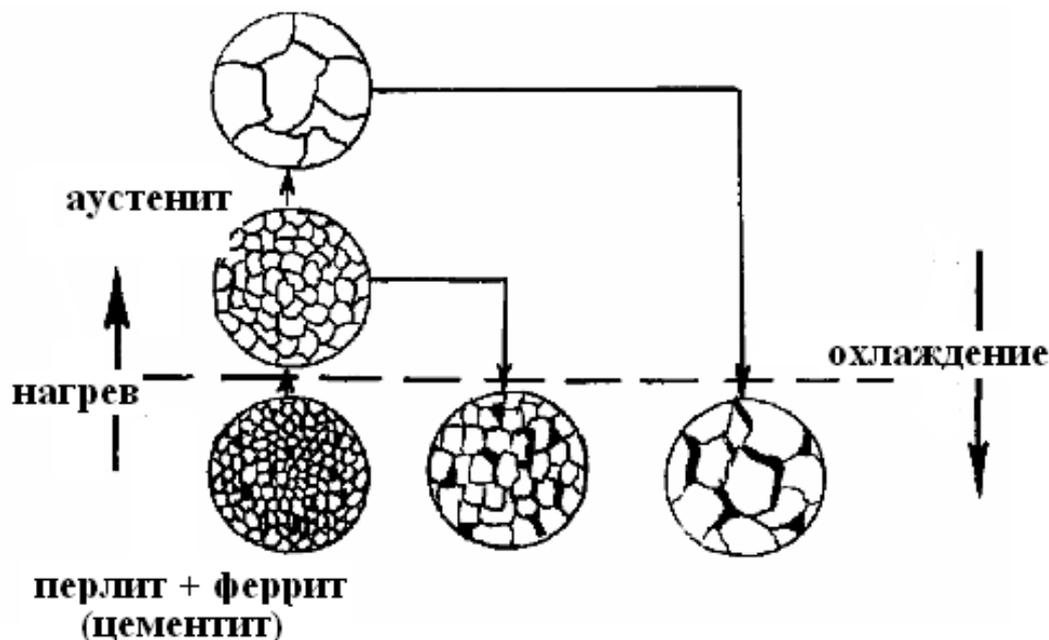


Рисунок 26. Схема изменения размера зерна в зависимости от температуры нагрева аустенитного зерна.

Разные стали характеризуются различной склонностью к росту зерна. Интенсивность роста зерна зависит от режима раскисления, количества неметаллических включений и т. д. Поэтому степень термических поражений определяют в пределах однотипных стальных изделий. Зная марку стали и время термического воздействия можно попытаться путем сравнения структуры изделия со структурой, приводимой в ГОСТе определить примерную температуру теплового воздействия. При равном времени термического воздействия на стали одинаковой марки зерно будет крупнее в том образце, температура которого была выше.

Структура горячедеформированных изделий в нагретом состоянии состоит из равноосных зерен, вид которых при нагревании практически не меняется, рост величины зерна происходит лишь при температуре выше 600°C . По относительному изменению данной характеристики можно определить значение температуры от 600 до 1000°C .

С этой целью проводят металлографическое исследование контрольного и исследуемого образцов. Вычисляется относительная величина зерна $d_{отн}$ и по зависимости $d_{отн}=f(t)$ определяется температура нагрева исследуемого образца при пожаре. $d_{отн}$ рассчитывается, как отношение диаметра зерна исследуемого образца к диаметру зерна образца сравнения. Пример такой зависимости представлен на рисунке 27.

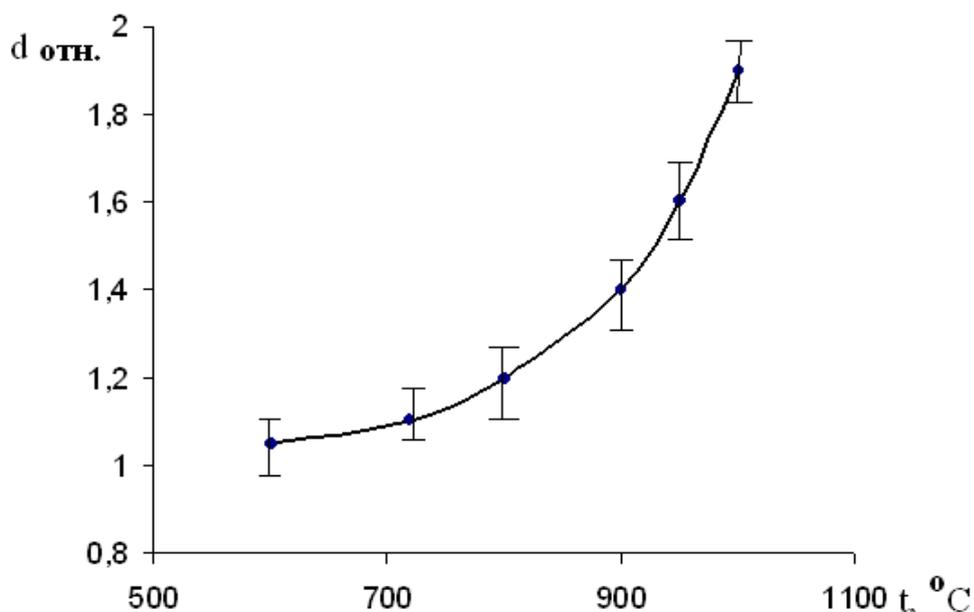


Рисунок 27. Зависимость относительной величины зерна от температуры для низкоуглеродистых сталей (Ст. 3, 20)

При этом следует иметь в виду, что при повторном нагреве горячедеформированных изделий наблюдаются незначительные изменения относительной полуширины, которые в некоторых случаях могут быть соизмеримы с погрешностями измерений.

При обработке холодной деформацией зерна металла меняют форму и ориентировку, образуя волокнистую структуру с преимущественной ориентировкой кристаллов. Происходит разворот беспорядочно ориентированных зерен осями наибольшей прочности вдоль направления деформации. Зерна деформируются и сплющиваются, вытягиваясь в направлении деформации.

В результате пластической деформации при изготовлении механические свойства (временное сопротивление, предел текучести, твердость), характеризующие сопротивление деформации повышаются, происходит деформационное упрочнение, а способность к пластической деформации падает.

Металл переходит в термодинамически неустойчивое неравновесное состояние с повышенной внутренней энергией. По сути, металл аккумулирует энергию, затраченную при его деформации. Эта скрытая энергия распределена в металле неравномерно, и, в основном, сконцентрирована в дефектах кристаллической решетки. Такое состояние характеризуют термином «наклеп», под которым, в широком смысле, понимают всю совокупность структурных изменений и свойств металла при пластической деформации.

При нагреве в ходе пожара происходит постепенное изменение микроструктуры наклепанного металла (рисунок 28).

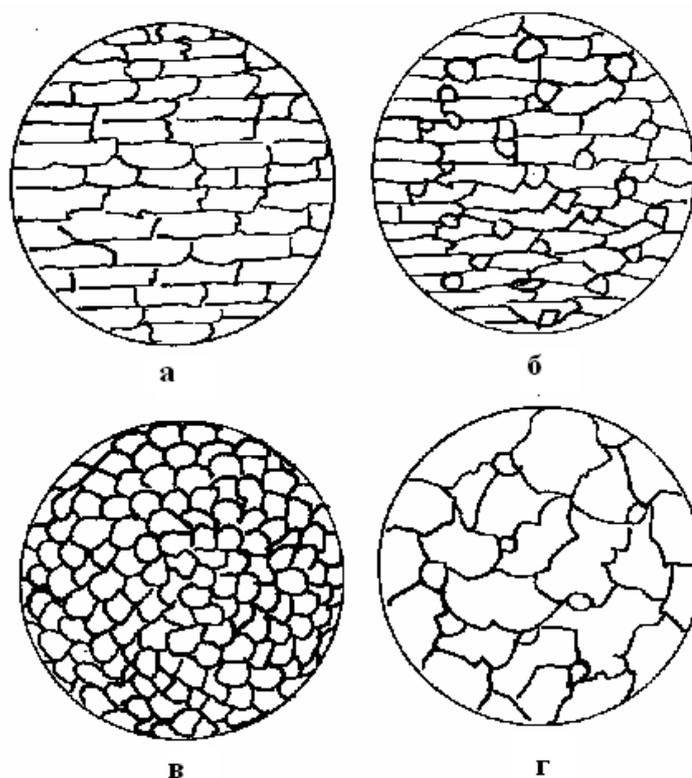


Рисунок 28.Схема изменения структуры и свойств деформированного металла при нагреве

С ростом температуры подвижность атомов растет, и вместо ориентированной волокнистой структуры образуются новые зерна. Образование новых равноосных зерен называется рекристаллизацией.

При этом последовательно меняется структура изделия и структурочувствительные физико-механические характеристики. Возникает равновесная структура и металл как бы возвращается в прежнее (присущее ему до обработки холодной деформацией)

состояние. Металлическое изделие теряет присущие ему эксплуатационные качества, становится мягким.

Процесс рекристаллизации протекает в две стадии. Различают первичную и собирательную рекристаллизацию.

Первичной рекристаллизацией называют процесс образования новых равноосных зерен. Новые зерна возникают на границах старых зерен, т.е. там, где присутствуют наибольшие напряжения при наклепе. В результате первичной рекристаллизации наклеп металла снимается и свойства приближаются к исходным значениям.

Последующий рост температуры приводит ко второй стадии процесса - собирательной рекристаллизации, состоящей в росте вновь образовавшихся новых зерен.

Величина зерна при собирательной рекристаллизации зависит от температуры нагрева, степени предшествующей пластической деформации и, в меньшей степени, от длительности нагрева.

Очевидно, что, чем выше температура и длительность нагрева холоднодеформированного стального изделия на пожаре, чем в большей степени происходят в нем (вплоть до полного завершения) рекристаллизационные процессы. Это обстоятельство дает возможность по полноте протекания рекристаллизационных процессов судить о степени термического поражения изделия и конструкции в ходе пожара. Степень рекристаллизации изъятого с места пожара холоднодеформированного изделия, соответствующую степени термических поражений изделий можно оценить несколькими методами.

Металлографический метод редко используется для решения задач определения температуры в различных зонах пожара и установления его очага из-за сложности и трудоемкости. Наиболее трудоемким является этап пробоподготовки, включающий выпиливание образца из металлоконструкции и изготовление шлифа. А для объективного выявления распределения зон термических поражений необходимо исследовать не менее 10-20, а иногда и сотни образцов.

При обработке холодной деформацией зерна металла меняют форму и ориентировку, образуя волокнистую структуру с преимущественной ориентировкой кристаллов. Происходит разворот беспорядочно ориентированных зерен осями наибольшей прочности вдоль направления деформации. Зерна деформируются и сплюсциваются, вытягиваясь в направлении деформации.

В результате пластической деформации при изготовлении механические свойства (временное сопротивление, предел текучести,

твердость), характеризующие сопротивление деформации повышаются, происходит деформационное упрочнение, а способность к пластической деформации падает.

Металл переходит в термодинамически неустойчивое неравновесное состояние с повышенной внутренней энергией. По сути, металл аккумулирует энергию, затраченную при его деформации. Эта скрытая энергия распределена в металле неравномерно, и, в основном, сконцентрирована **в дефектах кристаллической решетки**. Такое состояние характеризуют термином «наклеп», под которым, в широком смысле, понимают всю совокупность структурных изменений и свойств металла при пластической деформации.

При нагреве в ходе пожара происходит постепенное изменение микроструктуры наклепанного металла (рис. 30). С ростом температуры подвижность атомов растет, и вместо ориентированной волокнистой структуры образуются новые зерна. Образование новых равноосных зерен называется рекристаллизацией.

При этом последовательно меняется структура изделия и структурочувствительные физико-механические характеристики. Возникает равновесная структура и металл как бы возвращается в прежнее (присущее ему до обработки холодной деформацией) состояние. Металлическое изделие теряет присущие ему эксплуатационные качества, становится мягким.

Процесс рекристаллизации протекает в две стадии. Различают первичную и собирательную рекристаллизацию.

Первичной рекристаллизацией называют процесс образования новых равноосных зерен. Новые зерна возникают на границах старых зерен, т.е. там, где присутствуют наибольшие напряжения при наклепе. В результате первичной рекристаллизации наклеп металла снимается и свойства приближаются к исходным значениям.

Последующий рост температуры приводит ко второй стадии процесса - собирательной рекристаллизации, состоящей в росте вновь образовавшихся новых зерен.

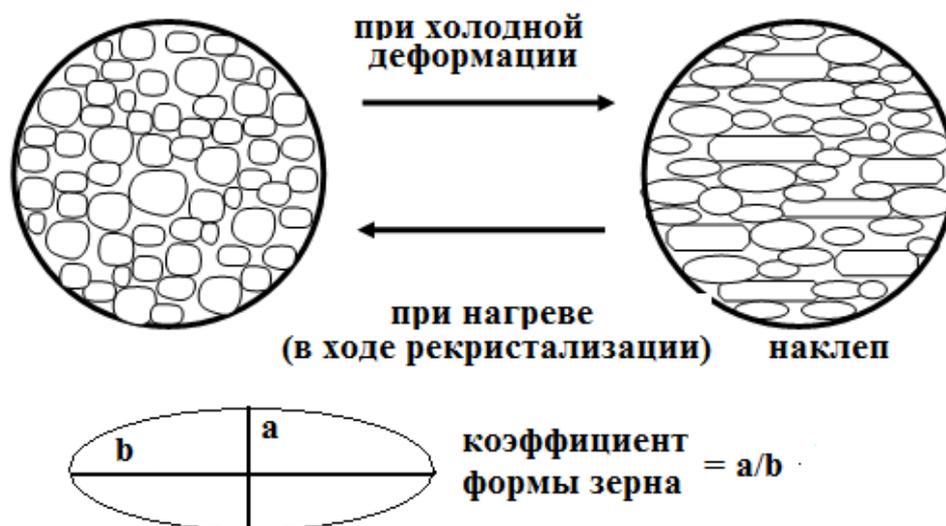
Величина зерна при собирательной рекристаллизации зависит от температуры нагрева, степени предшествующей пластической деформации и, в меньшей степени, от длительности нагрева.

Очевидно, что, чем выше температура и длительность нагрева холоднодеформированного стального изделия на пожаре, чем в большей степени происходят в нем (вплоть до полного завершения) рекристаллизационные процессы. Это обстоятельство дает возможность по полноте протекания рекристаллизационных процессов судить о

степени термического поражения изделия и конструкции в ходе пожара. Степень рекристаллизации изъятых с места пожара холоднодеформированного изделия, соответствующую степени термических поражений изделий можно оценить несколькими методами.

Количественный металлографический анализ позволяет определить долю объема металла подвергнутого рекристаллизации.

В процессе рекристаллизации меняется форма зерна металла; из вытянутой она становится равноосной (рисунок 29). Поэтому в качестве количественного критерия для оценки степени рекристаллизации можно использовать величину, называемую коэффициентом формы. Это соотношение размеров зерен металла по горизонтали и вертикали, определяемое на шлифе холоднодеформированного изделия под микроскопом.



а - исходная структура, возврат; б - первичная рекристаллизация(начало); в - первичная рекристаллизация (окончание); г - собирательная рекристаллизация.

Рисунок 29. Схема изменения структуры и свойств деформированного металла при нагреве:

Примерную оценку температур нагрева холоднодеформированного стального изделия можно проводить и без количественных измерений. Наличие вытянутых в одном направлении зерен свидетельствует о том, что металл нагревался ниже 500 °С, и рекристаллизационные процессы еще не начались. Появление мелких равноосных зерен свидетельствует о начале процесса рекристаллизации и температурах нагрева 550 – 650 °С. Структура, состоящая только из

мелких равноосных зерен, свидетельствует о завершении процесса рекристаллизации, наступающем при температуре выше 700 °С. При более высоких температурах происходит собирательная рекристаллизация, характеризующаяся ростом зерна.

Количественно фиксировать образование и рост зародышей разной ориентировки, т.е. изменения в микроструктуре металла можно также используя метод рентгено-структурного анализа. Уже упомянутыми недостатками указанных методов является их относительная сложность.

Определение твердости (микротвердости).

Одной из структурочувствительных характеристик является твердость изделия. Протекание процессов разупрочнения в холодnodeформированных стальных изделиях при тепловом воздействии сопровождается уменьшением их твердости вплоть до окончания процесса первичной рекристаллизации (т.е. до температур около 650 - 750 °С). Доминирующим фактором при этом является температура отжига.

Микротвердость холодnodeформированного стального резко уменьшается при 500-600 °С и мало изменяется в прочих температурных диапазонах. Поэтому этот показатель не самая удачная характеристика для оценки степени термических поражений холодnodeформированных изделий. Кроме того определение микротвердости довольно трудоемкий процесс, включающий, как и металлографические исследования, стадию приготовления шлифов.

Магнитные исследования.

Характеристикой, более равномерно меняющейся в широком интервале температур является величина напряженности магнитного поля или тока размагничивания (I_p [mA]). Она соответствует коэрцитивной силе и является наиболее структурочувствительной магнитной характеристикой материала. Коэрцитивная сила – это величина напряженности магнитного поля, при которой намагниченность материала, изменяющаяся по петле гистерезиса, равна нулю.

Величина коэрцитивной силы (или пропорционального ей тока размагничивания) при рекристаллизации холодnodeформированных стальных изделий последовательно уменьшается. Причем происходит это в достаточно широких температурных пределах - от 200 до 600÷700 °С. Это обстоятельство дает возможность, исследуя рассредоточенные по месту пожара холодnodeформированные изделия, выявлять зоны термических поражений.

Исследование можно проводить как в лабораторных, так и в полевых условиях, непосредственно на месте пожара.

На месте пожара всегда нетрудно найти однотипные холоднодеформированные металлоизделия, рассредоточенные по зоне пожара. Это могут быть болты, гвозди, шурупы, строительные скобы, некоторые виды труб (изготовленные методом холодной деформации) и др. изделия. Особая подготовка поверхности изделия перед измерением не требуется - надо счистить лишь остатки краски и пузыри окалины. Датчики устанавливаются на изделие, прибор автоматически в течение нескольких секунд осуществляет цикл «намагничивание – размагничивание» и определяет коэрцитивную силу.

Анализ окалины. Правда, основное ограничение в исследовании горячекатаных сталей не ликвидируется и при анализе окалины – она образуется на стали лишь с температуры 700 °С.

Отбор проб окалины проводят только в тех местах, где имеется плотный ее слой, без пузырей. Окалину отбивают с помощью молотка и зубила, либо, если конструкцию можно согнуть, деформацией ее – при этом окалина осыпается.

Пробы привозят в лабораторию, где измеряют микрометром толщину окалины, а затем проводят ее анализ.

Анализ окалины осуществляют:

а) **химическим методом**, путем растворения в кислотах и комплексонометрического титрования с определением содержания в пробе двух- и трехвалентного железа

б) методом **рентгеноструктурного анализа** с определением содержания в пробе окалины вустита, гематита, магнетита.

Слои окалины имеют различные кристаллографические модификации. Вустит имеет кристаллическую структуру хлорида натрия. Гематит представляет собой устойчивую гексагональную модификацию типа корунда. Магнетит имеет кристаллическую решетку шпинелей. Эти различия используются при **рентгеноструктурном исследовании стальной окалины**.

Качественный рентгеноструктурный анализ заключается в идентификации кристаллических фаз на основе присущих им значений межплоскостных расстояний $d(hkl)$ и соответствующих интенсивностей линий $I(hkl)$. В основе рентгенофазового анализа лежат следующие принципы:

- порошковая дифракционная картина является индивидуальной характеристикой кристаллического вещества;

- каждая кристаллическая фаза дает всегда одинаковый дифракционный спектр, характеризующийся набором межплоскостных расстояний $d(hkl)$ и соответствующих интенсивностей линий $I(hkl)$, присущим только данной кристаллической фазе;
- рентгендифракционный спектр от смеси индивидуальных фаз является суперпозицией их дифракционных спектров;
- по дифракционному спектру смеси возможна количественная оценка соотношения кристаллических фаз, присутствующих в изучаемом образце.

Соотношение интенсивностей присутствующих в конкретном образце кристаллических фаз пропорционально содержанию фаз в нем.

В качестве аналитических линий выбирают основные по интенсивности линии определяемых фаз, то есть различных оксидов железа: для вустита (FeO) d/n - 2.14 Å, для гематита (Fe_2O_3) d/n - 2.69 Å, для магнетита (Fe_3O_4) d/n - 2.96 Å. (рисунок 30).

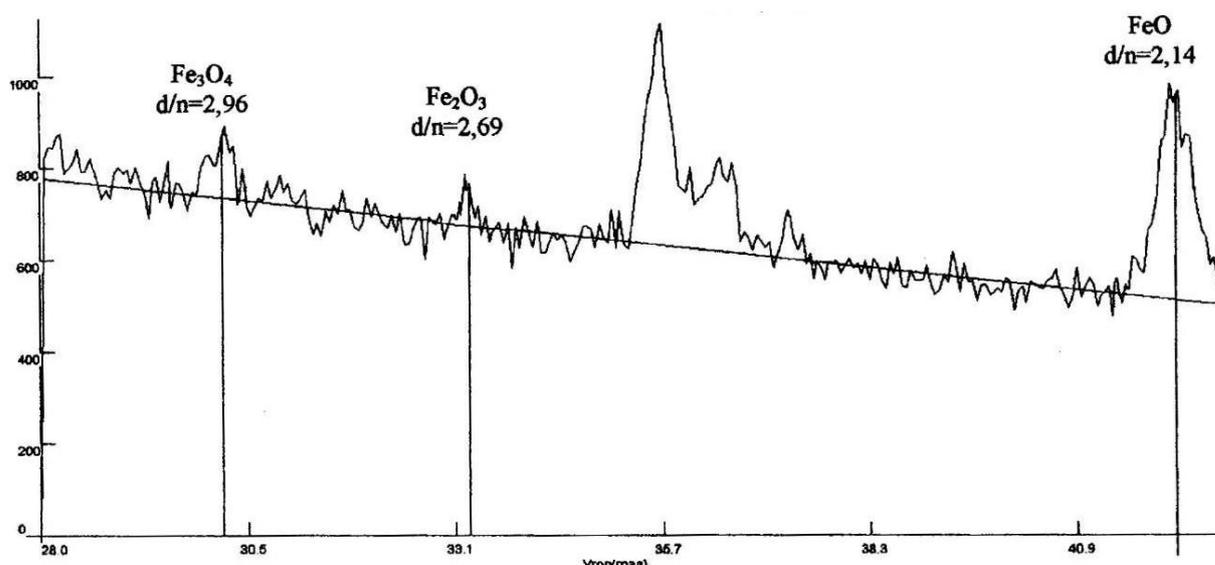


Рисунок 30. Рентгенограмма образца окалины

Расчет интегральных интенсивностей аналитических пиков определяется как площадь, ограниченная дифракционными максимумами. Расчет концентраций фаз вустита (C_w), гематита (C_H), магнетита (C_M) проводится по формулам 1, 2, 3:

$$C_w = 100/[1 + 4,525*(I_M/I_W) + 2,756*(I_H/I_W)], \% \quad (1)$$

$$C_M = 100/[1 + 0,609*I_H/I_M + 0,221*(I_W/I_M)], \% \quad (2)$$

$$C_H = 100/[1 + 0,363*(I_W/I_H) + 1,642*(I_M/I_H)], \% \quad (3)$$

где: C_w , C_m , C_n - концентрации, % масс., соответственно, вустита, магнетита, гематита;

I_w , I_m , I_n - интегральные интенсивности пиков, соответственно, вустита, магнетита, гематита.

Условия теплового воздействия на металлоконструкции (ориентировочную температуру и длительность нагрева) определялись с помощью номограммы, которые построены на основе экспериментальных данных и применение той или иной номограммы определяется содержанием в стали хрома и кремния. На номограмме находят точки пересечения кривой, примерно отвечающей толщине окалины исследуемого образца, и кривой, соответствующей содержанию в образце вустита. Из точки пересечения опускают перпендикуляры на оси абсцисс и ординат, и находя таким образом расчетную температуру и длительность нагрева.

Далее, исходя из полученных данных по толщине слоя окалины и ее состава, с помощью специальных номограмм определяют температуру и длительность высокотемпературного нагрева конструкций в зонах отбора проб окалины.

Полученные результаты наносятся на план места пожара, строятся температурные и временные зоны, являющиеся объективной информацией по очагу пожара.

Индукционная толщинометрия

Электромагнитные свойства вустита, гематита и магнетита существенно отличаются от аналогичных свойств железа. Это обстоятельство позволяет определять толщину слоя окалины, и, соответственно, степень термического поражения изделий из углеродистых и низколегированных сталей с помощью его электромагнитных характеристик используя индукционную толщинометрию (метод вихревых токов).

В качестве измерительных преобразователей (ИП) (рисунок 31) используются обычно индуктивные катушки (одна или несколько). Переменный ток, действующий в катушках ИП, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электропроводящем объекте контроля. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушки ИП, наводя в них э.д.с. или изменяя их полное сопротивление. Таким образом, регистрируя напряжение на зажимах катушек ИП или их сопротивление, можно получать информацию о свойствах контролируемого объекта.



Рисунок 32. Толщинометр

На рисунке 33 приведена обобщенная функциональная схема прибора с накладным ИП. Измерительный преобразователь состоит из возбуждающей обмотки, подключенной к генератору переменного тока, и измерительной обмотки, подключенной к блоку измерения. Магнитное поле ИП возбуждает в плоском объекте контроля концентрические вихревые токи, плотность которых максимальна на поверхности электропроводящего объекта в контуре, диаметр которого близок к диаметру возбуждающей обмотки. Магнитное поле вихревых токов противоположно первичному магнитному полю возбуждающей обмотки, вследствие этого результирующее поле зависит от электромагнитных свойств контролируемого объекта и от расстояния между преобразователем и объектом (от зазора), поскольку распределение плотности вихревых токов зависит от этих факторов. В измерительной обмотке преобразователя наводится э. д. с., определяемая потокоцеплением. Эта э.д.с. служит сигналом, передающим информацию об объекте в блок измерения.

Общая функциональная схема прибора с накладным измерительным преобразователем.

Одна из особенностей МВТ состоит в слабой зависимости результатов контроля от параметров окружающей среды. Простота конструкции вихретокового преобразователя – еще одно из важных достоинств МВТ. В большинстве случаев катушки преобразователя помещаются в предохранительный корпус и заливаются компаундами. На сигналы вихретокового преобразователя практически не влияют влажность, давление и загрязненность газовой среды, радиоактивные излучения, загрязненность поверхности объекта контроля непроводящими веществами, что является весьма актуальным при

работе на месте пожара. Благодаря этому они весьма устойчивы к механическим и атмосферным воздействиям, могут работать в агрессивных средах в широком интервале температур и давлений.

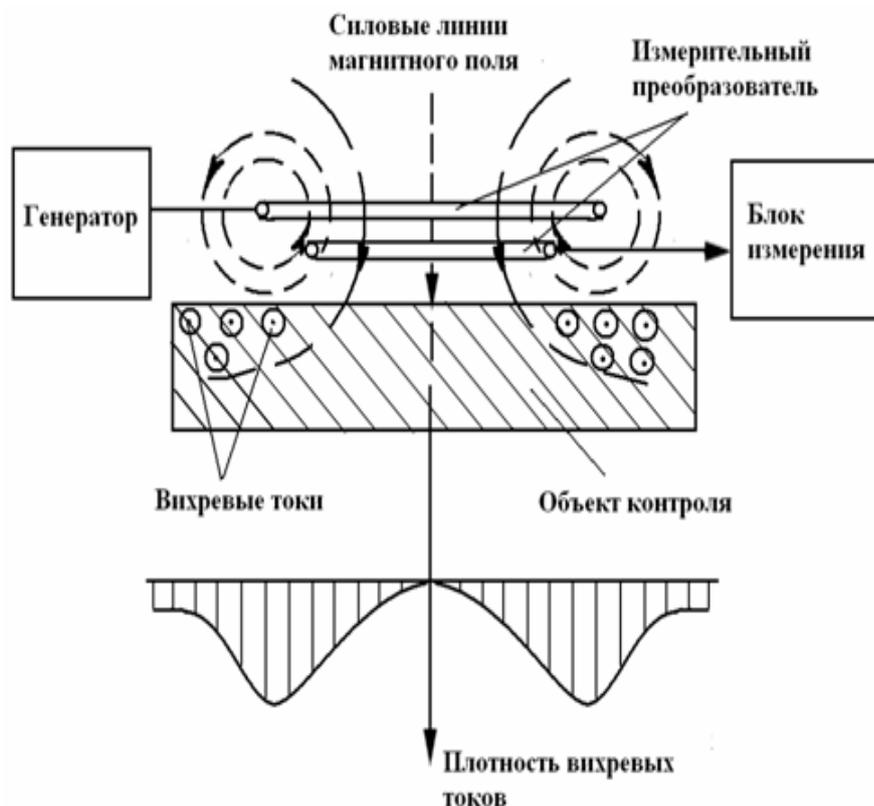


Рисунок 33.Схема работы толщинометра

МВТ свойственна малая глубина (не выше нескольких миллиметров) зоны контроля, определяемая глубиной проникновения в контролируруемую среду электромагнитного поля.

Имеется явно выраженная зависимость степени термического поражения образцов с распространением в них вихревых токов (рисунок 34). С увеличением температуры отжига образцов падают показания прибора, что связано с нарастающей толщиной слоя окалины.

Компенсировать объективный недостаток исследования горячекатаных крайне при поисках очага пожара, заключающийся в относительно высокотемпературном интервале информативности этих объектов, можно путем анализа карбонизованных остатков лакокрасочных покрытий. Если металлоконструкции до пожара были окрашены, то анализ остатков краски даст возможность проявить зоны термических поражений в температурном диапазоне от 150-200 до 500

°С; подробно об этой методике будет рассказано дальше, в специальной лекции.

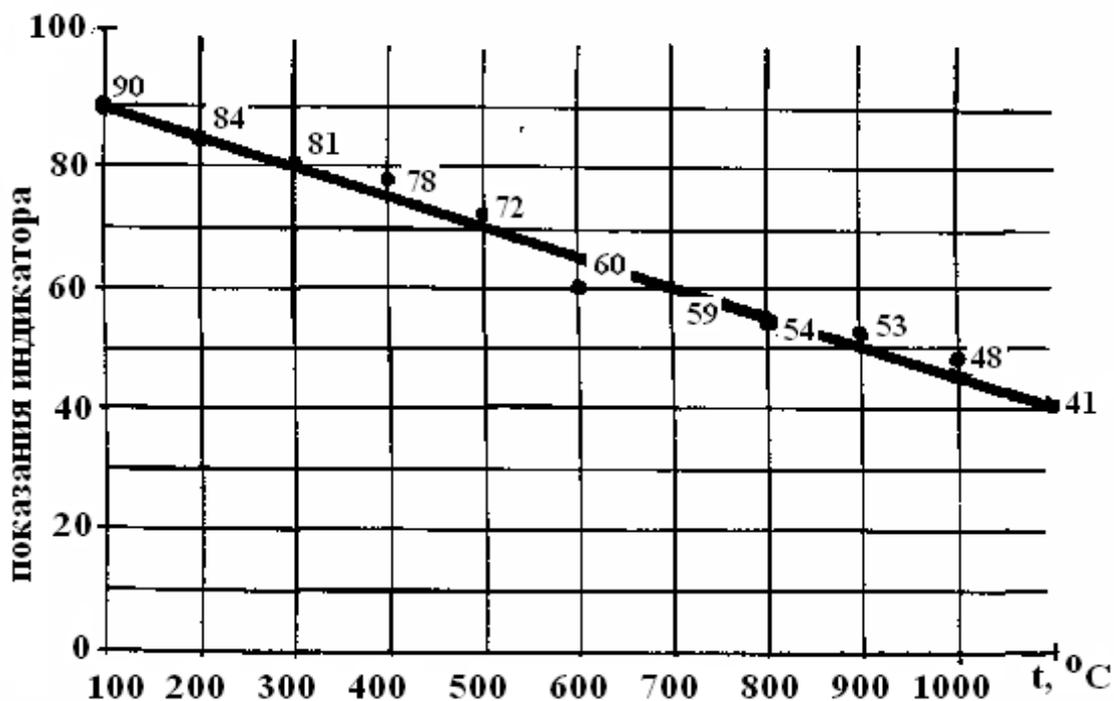


Рисунок 34. Изменение показаний прибора МВТ в зависимости от температуры отжига образцов

Медные проводники

Исследование медных проводников является одним из наиболее востребованных методик пожарно-технической экспертизы, применяемых при отработке электротехнической версии возникновения пожара. Она сочетает в себе визуальный осмотр проводника, и исследование характерных оплавлений (рисунок 35) методами рентгеноструктурного анализа и металлографии. Основной задачей металлографического исследования является возможность дифференциации коротких замыканий на первичные, произошедшие до возгорания и, возможно, явившиеся его причиной, и вторичные, произошедшие во время пожара.

Рентгеноструктурный анализ

Как известно, при нагревании на воздухе на поверхности медного проводника идут следующие химические реакции:



Закись меди Cu_2O образуется за счет реакции (6) при температуре выше $800^{\circ}C$, Cu_2O устойчива к дальнейшему температурному воздействию, так как температура её плавления составляет $1166^{\circ}C$.

Окисление меди происходит по реакции (5) за счет двухсторонней диффузии : с одной стороны - атомов кислорода вглубь металла, а с другой - атомов меди к поверхности проводника. Атомы кислорода при взаимодействии с медью сначала образуют на её поверхности слой окислы. На внутренней стороне этого слоя постепенно возникает окись меди CuO , из которой за счет диффузии образуется Cu_2O . Окись меди обладает плохой адгезией к поверхности медной жилы и легко осыпается при механическом воздействии на проводник.

При коротком замыкании, возникшем до пожара, по длине проводника возникает градиент температур. В месте оплавления достигается температура расплавленной меди $1083^{\circ}C$ и выше. На поверхности капли при этом интенсивно образуется закись меди по реакции (6). По мере удаления от места оплавления температурное влияние дуги короткого замыкания ослабевает и содержимое закиси меди на поверхности уменьшается. На расстоянии 25-30 мм от места оплавления концентрация закиси меди в приповерхностном слое соответствует концентрации в исходном проводнике.

В условиях реального пожара задымленной атмосфере содержатся продукты неполного сгорания органических веществ, в частности CO . В этом случае при коротком замыкании, возникшем в процессе пожара, будет происходить восстановление закиси меди в месте оплавления по реакции:



Если короткому замыканию предшествовал высокотемпературный отжиг в условиях незначительного задымления, то на поверхности проводника образуется окисный слой. Поскольку вторичное короткое замыкание приводит к восстановлению оксидов только на поверхности места оплавления и в прилегающем участке, приповерхностная концентрация оксидов на этих участках будет значительно ниже, чем в отстоящем участке.

Если короткое замыкание произошло сразу же вслед за разрушением изоляции и проводники не подвергались предварительному окислительному отжигу, окисные фазы отсутствуют и в месте оплавления (примыкающем участке) и в отстоящем участке.



Рисунок 35. Оплавление на медном проводнике

Если короткое замыкание произошло сразу же вслед за разрушением изоляции и проводники не подвергались предварительному окислительному отжигу, окисные фазы отсутствуют и в месте оплавления (примыкающем участке) и в отстоящем участке.

Рентгенографическая методика, разработанная для целей пожарно-технической экспертизы, направлена на то, чтобы определить наличие закиси меди (Cu_2O) на поверхности изъятых проводников и установить изменение ее содержания по мере удаления от места оплавления.

Важным фактором является также высокотемпературный отжиг, произошедший после короткого замыкания. В условиях реального пожара возможен окислительный отжиг (при отсутствии газов-восстановителей) и восстановительный отжиг (в атмосфере продуктов неполного сгорания). Окислительный отжиг при температуре $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше в течение 40 мин. и более приводит к равномерному окислению медной жилы по всей длине, и дифференцирующие признаки уничтожаются. Восстановительный отжиг при температуре $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше в течение 40 мин. и более приводит к восстановлению окисной пленки по всей длине жилы и также уничтожает дифференцирующие признаки.

Рентгеноструктурному анализу подлежат только открыто проложенные провода и кабели без металлической оплетки. При этом длина исследуемых проводников должна быть не менее 35 мм. Проводники, сечение которых изменено на протяженном участке, не пригодны для рентгеноструктурного анализа.

Для каждого образца снимают линии Cu_2O с межплоскостным расстоянием $d/n = 2,1/5$ и Cu с $d/n = 2,08$. Затем определяют площадь соответствующих пиков (рисунок 35) и находят соотношение площадей пиков закиси меди и меди (J_{Cu_2O}/J_{Cu}) для каждого из участков образцов 1 и 2.

Если величина данного соотношения у образца 1 превосходит эту же величину у образца 2 в два и более раз, считается, что оплавление образовалось в результате КЗ, возникшего до пожара (первичное КЗ). Если имеет место обратное соотношение величин - J_{Cu_2O}/J_{Cu} образца 1 (в непосредственной близости от оплавления) в два и более раз меньше, чем у образца 2 (т.е. на удаленном от оплавления участке) - делается вывод об образовании оплавления в результате КЗ, возникшего в ходе пожара (вторичное КЗ).

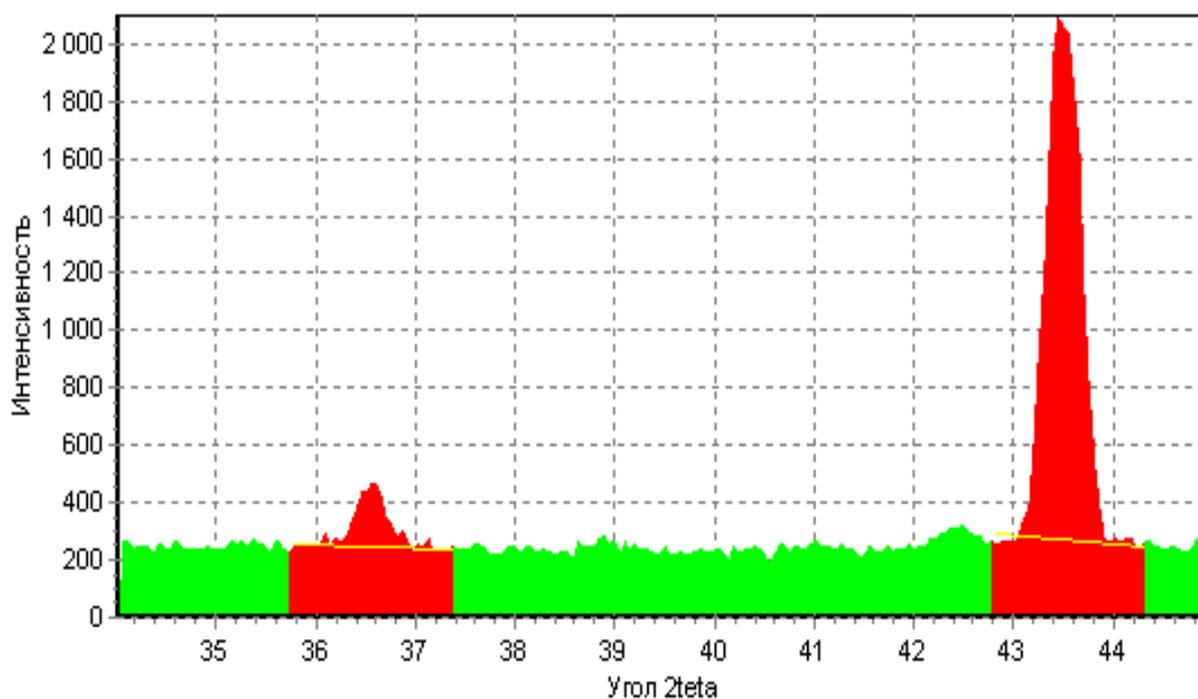


Рисунок 36 Рентгенограмма образца медного проводника

Таким образом, дифференцирующим признаком первичного и вторичного КЗ является повышенная в два и более раз (или, соответственно, пониженная) концентрация в поверхностном слое проводника, непосредственно у оплавления, закиси меди. Менее существенные различия в концентрации Cu_2O не являются достаточно достоверными дифференцирующими признаками. В этом случае необходимо продолжить исследование другими методами, в частности, методом металлографии.

Металлографическое исследование медных проводников, так же как и стальных изделий, начинается с изготовления микрошлифов. При этом маленькое поперечное сечение проводников вызывает определенные трудности при шлифовке.

Раньше для подготовки образца медного провода к анализу его вплавливали в сплав Вуда, состоящий из Bi (50%) Pb (25%) Sn (12,5%) Cd (12,5%) и характеризующийся низкой температурой плавления около 68 °С. В настоящее время для этих целей образцы медных проводов заливают терморезактивным составом на основе эпоксидной смолы.

После заливки полученный монолит шлифуют и полируют обычным способом. Промежуток времени между приготовлением шлифа и проведением исследования должен быть минимальным, во избежание окисления отшлифованной поверхности. Структуру меди целесообразно исследовать при увеличении 100-200х.

При исследовании медных проводников значительное внимание уделяется количеству в них кислорода, связанного в оксид меди (I) Cu_2O , который в медной проволоке, не подвергнутой высокотемпературному воздействию, содержится в виде мелких вкраплений сферической формы.

При нагревании до температуры плавления меди (1083°С) происходит перераспределение оксида меди (I). Он вытесняется на границу растущих зерен, образуя тонкую сетку (рисунок 37).

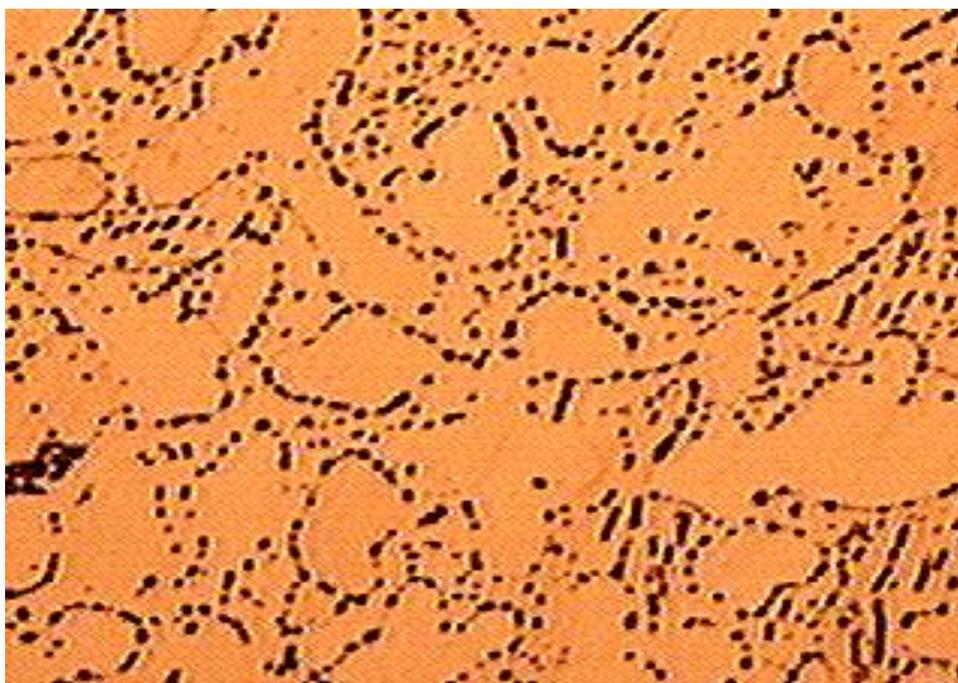


Рисунок 37. Распределение Cu_2O в меди при нагревании

Одним из основных признаков, по которым можно дифференцировать ПКЗ и ВКЗ является содержание кислорода в месте оплавления. При температуре 500°С растворимость кислорода в меди незначительна и составляет всего 0,01%. С увеличением температуры до 1100°С количество кислорода в расплавленной меди может быть более 0,6%. Если содержание в медном проводнике кислорода превышает 0,01%, в его структуре происходит образование прослойки эвтектики $\text{Cu}+(\text{Cu}-\text{Cu}_2\text{O})$ (рисунок 38).

Увеличение содержания кислорода в составе медного проводника характерно для случая ПКЗ в открыто проложенной электропроводке с медными жилами при нормальном содержании в атмосфере кислорода.

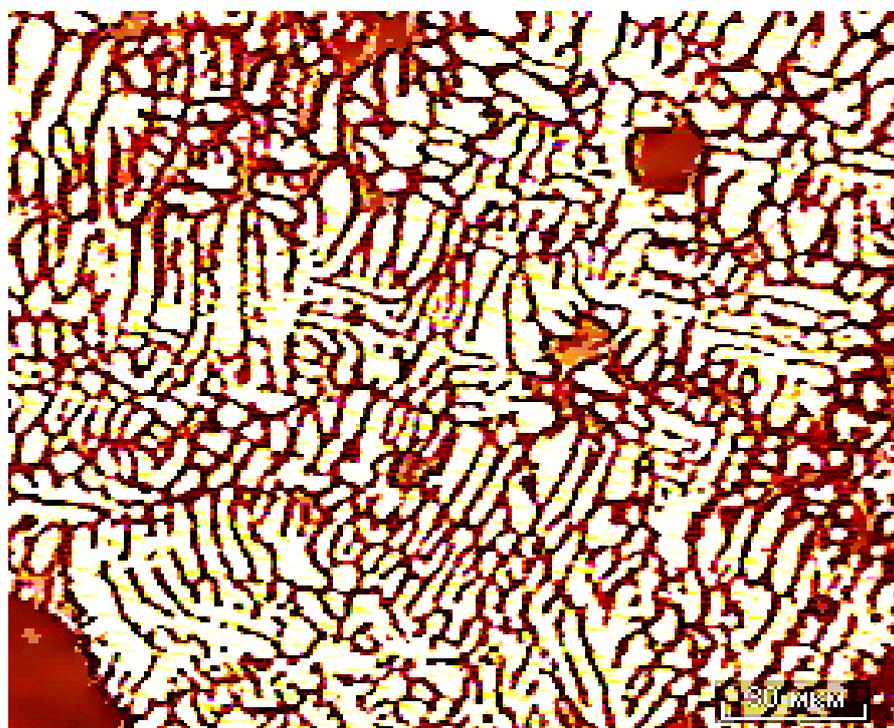


Рисунок38. Структура литой меди (содержание кислорода 0,01-0,39%)

Надо заметить, что количество Cu_2O при нагревании во многом определяется диффузионными процессами проникновения кислорода вглубь проводника, которые зависят как от его исходного состояния, так от условий окружающей среды (содержание в атмосфере кислорода, температура, влажность, давление и т.п.). Поэтому количество кислорода в меди может колебаться в широких пределах – от 0,05 – 0,06% до 0,6 – 1,0%. При содержании в атмосфере менее 16% кислорода эвтектика Cu - располагается в виде тонкой пленки по границам зерен, а массовая доля кислорода в сплаве не превышает 0,05%.

Если атмосфера насыщена кислородом, то процесс образования Cu_2O активизируется и содержание в месте оплавления кислорода может достигать 1%. При содержании в сплаве 0,39% кислорода структура медного проводника состоит сплошь из эвтектики $Cu-Cu_2O$. Если в расплавленной меди растворилось свыше 0,39% кислорода, то помимо эвтектики $Cu-Cu_2O$ в структуре появляются первичные кристаллы оксида меди (I) Cu_2O (рисунок 38).

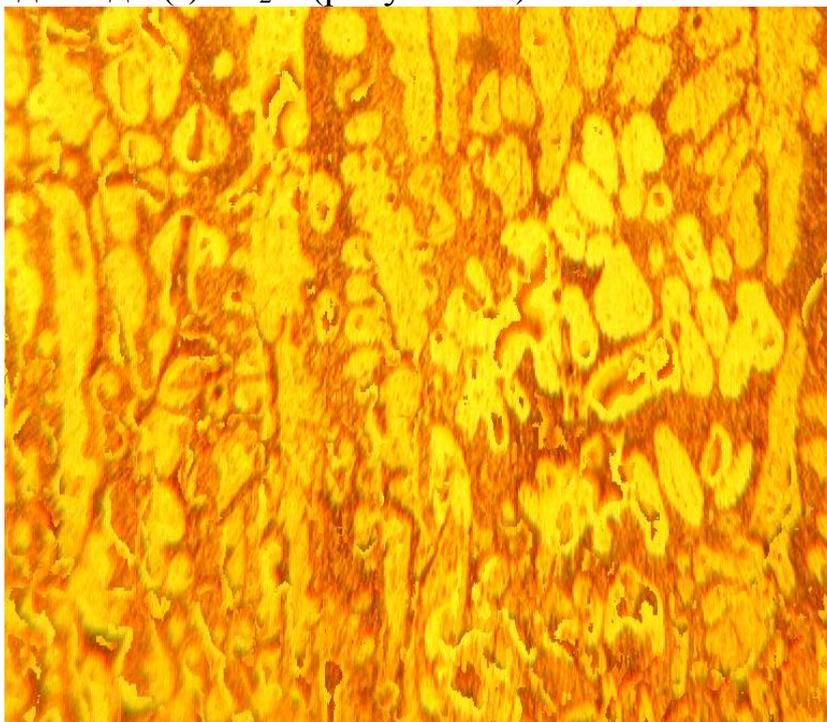


Рисунок 39. Микроструктура медного проводника в месте оплавления при ПКЗ (более 0,39% кислорода)

Содержание кислорода в месте оплавления может быть значительно меньше 0,05%, если медь подверглась расплавлению и отжигу в восстановительной атмосфере (в присутствии газообразных продуктов H_2 , CO , H_2O (пар)), что характерно для газовой среды, формирующейся на пожарах, то есть в случае ВКЗ. При взаимодействии Cu_2O с водородом и оксидом углерода (II) образуются пары воды высокого давления. При их выходе наружу в меди образуются многочисленные газовые рывтины и поры (рисунок 40).

Наиболее интенсивно восстановительный процесс происходит при содержании в газовой среде 2-6% CO , который образуется в результате неполного сгорания продуктов термического разложения веществ и материалов при ограниченном газообмене в зоне горения.

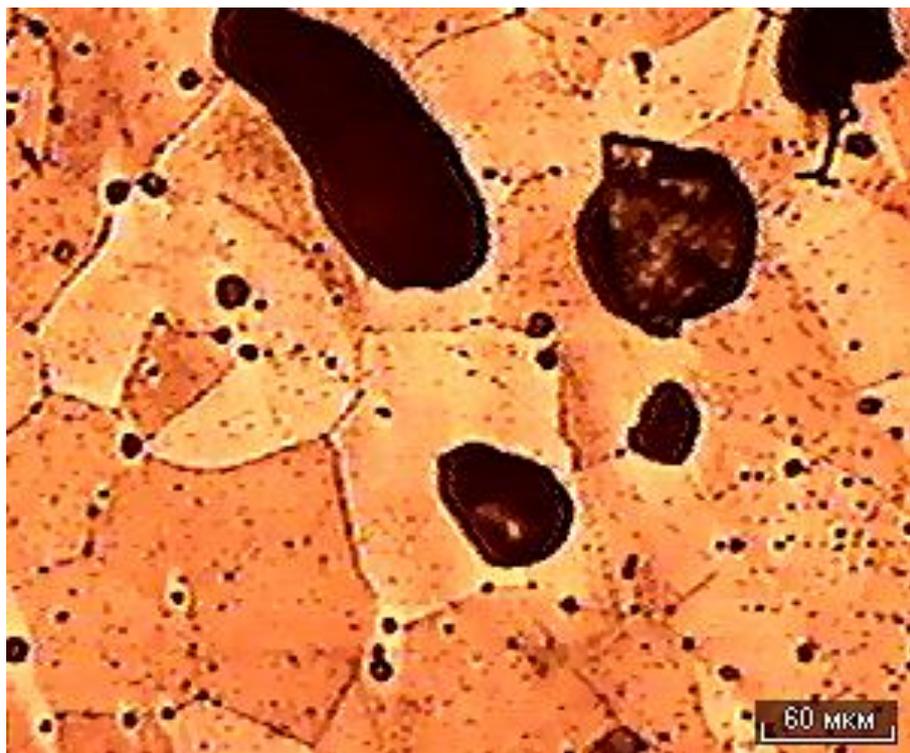


Рисунок 40. Микроструктура медного проводника при ВКЗ

Формирование структуры медного проводника, подвергнутого оплавлению в результате КЗ, во многом зависит от температурных условий кристаллизации.

Известно, что структура любого чистого металла, кристаллизующегося из расплава, зависит, прежде всего, от скорости охлаждения. Низкая температура окружающего пространства при КЗ, возникшем до пожара, и геометрические характеристики проводников обуславливают неодинаковую скорость охлаждения расплавленной меди по различным направлениям. Образующиеся в расплаве центры кристаллизации начинают интенсивно расти в направлении максимального оттока тепла, а выделяющаяся в процессе кристаллизации скрытая теплота плавления препятствует росту кристаллов в других направлениях. В результате образуется зона вытянутых кристаллов, которые благодаря своей форме получили название столбчатых дендритов (рисунок 41).

Дендритная структура в чистой меди (содержание кислорода не более 0,06%) является устойчивым дифференцирующим признаком, характеризующим ПКЗ. Этот признак сохраняется при последующих высокотемпературных (800-1000°C) длительных отжигах и различных режимах охлаждения. При длительном нагреве свыше 1000 °C может происходить частичное видоизменение формы дендритов.

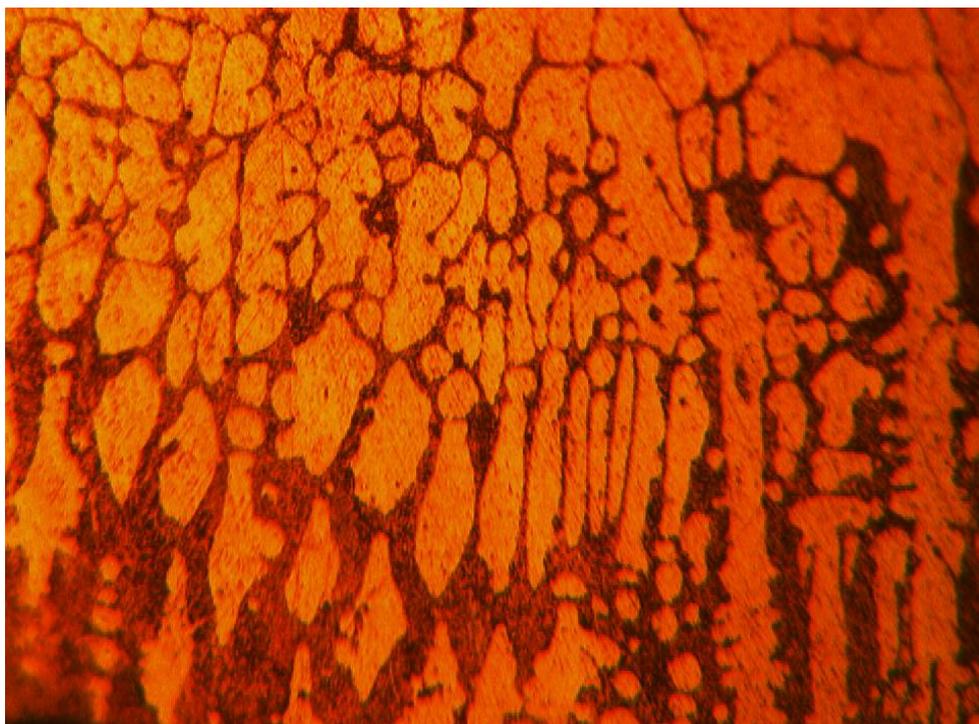


Рисунок 41. Дендритные структуры в месте оплавления при ПКЗ (более 0,39% кислорода)

Если короткое замыкание происходит в условиях развившегося пожара, то направление преимущественного отвода тепла отсутствует, а кристаллизация и рост зародышей в меди происходит приблизительно с одинаковой скоростью по всем направлениям. В результате образуются равноосные зерна (рисунок 42).

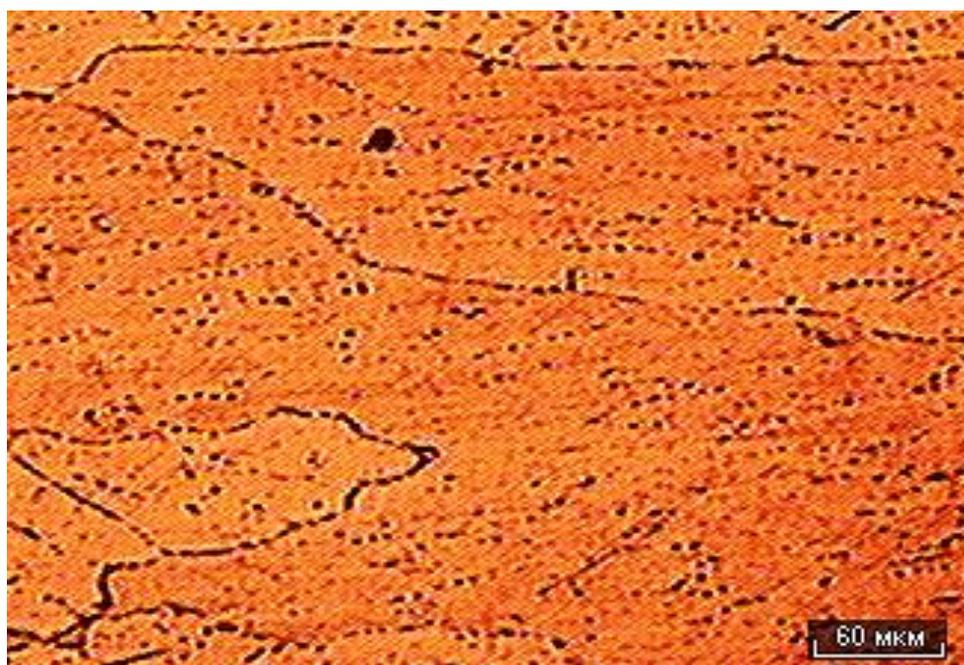


Рисунок 42. Микроструктура медного проводника при ВКЗ

Таким образом, анализируя микроструктуру оплавленного участка, можно оценить состав газовой среды, в которой происходило КЗ, и ориентировочно определить температуру окружающей среды в момент замыкания.

С помощью металлографического микроскопа, снабженным фотоаппаратом, можно количественно определить содержание кислорода в месте оплавления медных проводников (до 0,2% кислорода). Осуществляется оно с помощью эталонов микроструктуры и проводится на нетравленном полированном шлифе в рассеянном и поляризованном свете, в котором включения Cu_2O имеют рубиновую окраску.

Определение массовой доли кислорода в доэвтектидном сплаве (свыше 0,2 %) можно проводить по фотографиям микрошлифов методом планиметрирования, используя следующую формулу (8):

$$X=0,39 \cdot F_{эвт}/100, \quad (8)$$

где X – массовая доля кислорода в сплаве, %;

$F_{эвт}$ – площадь поля зрения микрошлифа, занимаемая эвтектикой, %.

Алюминиевые проводники

Исследование микроструктуры алюминиевых проводников в месте оплавления начинается традиционно - с изготовления микрошлифа. Основная цель металлографического исследования алюминиевых проводников состоит, как и в случае медных проводников, в дифференциации первичных и вторичных КЗ. Структура алюминиевых проводников в случае КЗ, предшествующего пожару, характеризуется наличием зоны вытянутых столбчатых зерен в месте оплавления (рисунок 43) и отсутствием газовых раковин и пор.

Для алюминиевого проводника в месте оплавления при ВКЗ характерна равноосная литая структура. Часто в месте оплавления наблюдаются газовые раковины и поры (рисунок 44).

Решение вопроса о моменте возникновения КЗ по микроструктуре алюминиевых проводников ограничено температурой последующего нагрева, она не должна превышать 600°C.

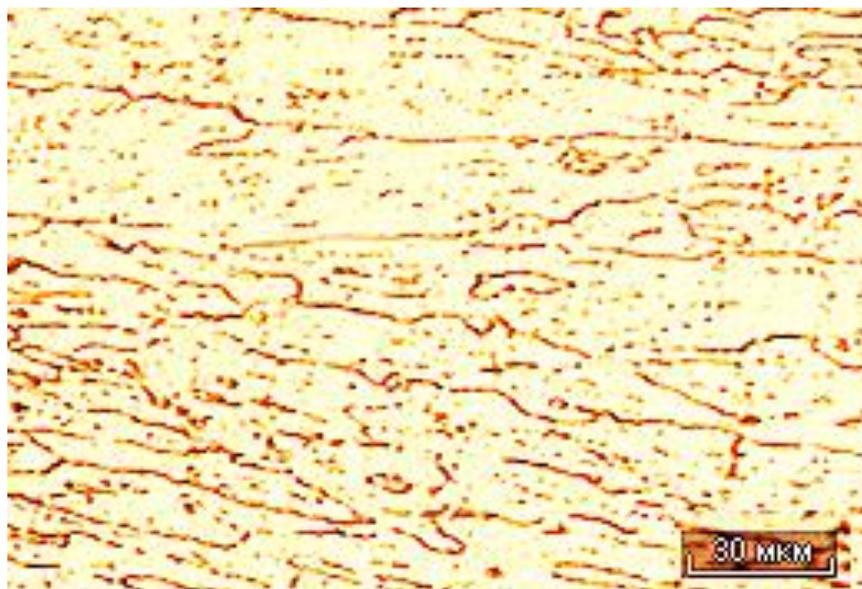


Рисунок 43. Микроструктура алюминиевого проводника при ПКЗ

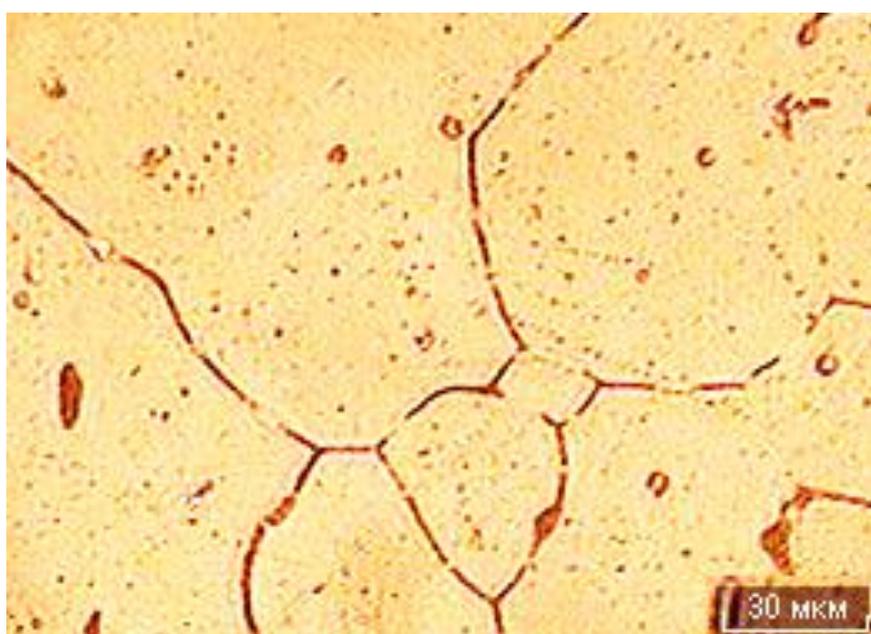


Рисунок 44. Микроструктура алюминиевого проводника при ВКЗ

6.ХАРАКТЕР ПОВЕДЕНИЯ НА ПОЖАРЕ И КРИМИНАЛИСТИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ВЕЩЕСТВ, МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

6.1 Состав основных компонентов древесины и их поведение при термическом воздействии

Древесина любого дерева состоит из тесно сросшихся клеток, чрезвычайно разнообразных по своей величине и форме и имеющих полость и одревесневшие оболочки. Элементарные клетки образуют древесные волокна, которые располагаются главным образом вдоль ствола.

Древесина состоит из органических веществ (98,9 – 99,7 %), большая часть которых представляет собой высокомолекулярные соединения, и небольшого количества минеральных компонентов (0,3 – 1,1 %), остающихся при сгорании в виде золы. В среднем абсолютно сухая древесина содержит 49,4 – 50,2 % углерода, 6,1 – 6,9 % водорода, 43,6 – 45,2 % кислорода и обычно 0,9 – 1,3 % азота.

Химический состав древесины очень сложен. Клеточные стенки, образующие древесину, состоят в основном из целлюлозы, гемицеллюлоз (пентозаны и гексозаны) и лигнина.

Целлюлоза (от латинского слова «cellula» - клетка) иногда называемая клетчаткой, имеет волокнистое строение и представляет собой высокомолекулярное химическое соединение с большой и сложной цепной молекулой, насчитывающей тысячи звеньев. Такая молекула имеет длину до 0,005 мм.

Целлюлоза – стойкое химическое соединение, не растворяющееся в спирте, воде, эфире, ацетоне и других обычных растворителях. В абсолютно сухой древесине содержится 40 – 50 % целлюлозы.

Гемицеллюлозы (от греческого «hemy» - полу) представляют собой сложную смесь полисахаридов (гексозаны, пентозаны и полиурониды). Они отличаются от целлюлозы меньшей химической стойкостью и длиной цепи. Содержание гемицеллюлоз зависит от породы древесины: у хвойных 17 – 20 %, у лиственных 30 – 35 %.

Лигнин (с латинского «lignum» - дерево) – сложная смесь органических веществ, содержащая большее количество углерода, чем целлюлоза (61 – 65 %), и придающая стенкам клеток твердость. Содержание лигнина в древесине колеблется от 17 до 30 %.

В полостях растений клеток древесины содержатся также дубильные и красящие вещества, смолы и камеди, эфирные масла и алкалоиды.

На физические свойства древесины значительное воздействие оказывает влажность. Влага, содержащаяся в стенках клеток, называется гигроскопической. Насыщение водой стенок клеток возможно как при погружении древесины в воду, так и из окружающего влажного воздуха, т.е. гигроскопическим путем. Влага, содержащаяся в полостях и межклеточном пространстве древесины, называется капиллярной. Насыщение межклеточного пространства и внутренних полостей клеток водой возможно только при погружении древесины в воду.

Истинная плотность древесины всех пород равна примерно $1,54 \text{ г/см}^3$. Теплопроводность сухой древесины (сосны) поперек волокон равна $0,17$, вдоль – $0,3 \text{ Вт/(м С)}$. Теплопроводность повышается с увеличением средней плотности древесины и ее влажности.

Итак, древесина является неоднородным материалом, обладающим к тому же свойством анизотропии. Из-за различного строения, а также ориентации клеток тканей, составляющих древесину, ее структура и свойства изменяются неодинаково по разным направлениям. Это сказывается на особенностях поведения древесины при нагреве и в частности при ее горении.

Еще более разнообразно ведут себя при горении различные композиционные материалы из древесины и продуктов ее переработки с добавлением связующих, которые могут быть получены несколькими методами:

- 1) склеиванием и армированием балок;
- 2) прессованием древесины;
- 3) прессованием дробленых отходов древесины;
- 4) прессованием отдельных листов.

В настоящее время применяются самые различные сочетания дерева с разнообразными связующими материалами, гипсом, цементом, известью, смолами. Для получения древесноволокнистых, древесностружечных и древесно-опилочных плит, обладающих теплоизоляционной способностью, малой звукопроводимостью используются отходы лесопильной и деревообрабатывающей промышленности.

Для изготовления древесноволокнистых плит, измельченные в волокно отходы лесозаготовок, целлюлозно-бумажных предприятий перемешивают с пропиточными составами, которые придают

будущему строительному материалу морозо- и огнестойкость, водонепроницаемость, повышенную прочность, со связующей эмульсией и прессуют.

Для связывания волокнистой массы при сухом методе производства плит используют парафиновую и канифольную эмульсии, талловый клей, петролатум сырое сульфатное мыло и прочее.

Изоляционные плиты используются для тепло- и звукоизоляции.

Полутвердые плиты используются как заменители мокрой штукатурки, для внутренней обшивки потолков, стен, для устройства встроенной мебели.

Твердые плиты выпускаются как окрашенные, так и неокрашенные. Твердые облицовочные плиты покрыты текстурной бумагой, белыми цветными эмалями или пленкой смол.

Древесностружечные плиты изготовляют способом горячего прессования стружек, опилок, обрезков, пропитанных водным (5÷10 %) раствором синтетических смол.

Плиты могут применяться как в необлицованном виде, так и облицованные шпоном, клееной фанерой, полистирольной пленкой или декоративными пластинами.

Легкие плиты используются для тепло- и звукоизоляции. В них во время прессования могут быть сделаны трубчатые продольные полости или пустоты, которые не только уменьшают вес плит, но и улучшают их теплоизоляционные свойства.

Полутяжелые плиты применяются для облицовки стен и потолков, изготовления дверных полотен, перегородок, полов, плинтусов, кухонной и встроенной мебели.

Фанера состоит из нескольких склеенных между собой противоположно направленных тонких слоев древесины (шпона).

Выпускается несколько видов фанеры: клееная, специальная, облицованная, тепловая, огнестойкая, армированная, металлизированная, гофрированная и другие.

Металлизированную фанеру получают путем опыления обычной фанеры порошковидным или расплавленным металлом, который образует на ее поверхности сплошное металлическое покрытие.

Огнестойкую фанеру получают из пропитанного антипиренами шпона или при покрытии обычной фанеры асбестом. Такая фанера самостоятельно не горит и не тлеет даже при местном воздействии

источника высокой температуры (800 – 1000 °С) и не распространяет пламени по поверхности.

Фанера нашла широкое применение в самых различных отраслях промышленности. Из нее изготавливают до 10 000 различных изделий.

6.2 Визуальные признаки термических поражений на конструкциях из древесины

Горение любого конденсированного горючего материала, в том числе и древесины, может протекать в виде пламенного горения либо в виде тления, то есть гетерогенного горения. Для возникновения пламенного горения требуется предварительное химическое разложение под воздействием внешнего теплового потока, в результате которого образуются летучие продукты (горючие газы, пары, пылевидные частицы), которые, сгорая, образуют пламя. На определенном этапе развития горения твердого горючего материала внешний тепловой поток становится необязательным. Выделение последующих порций летучих горючих продуктов осуществляется за счет теплового воздействия уже горящего материала.

Древесина начинает терять свой цвет и обугливаться с выделением горючих летучих продуктов при температуре обычно свыше 200-250 °С. Однако при достаточно длительном нагреве указанные процессы могут происходить и при температурах, начиная от 120 °С. При температуре 250 - 300 °С начинается быстрое физическое разрушение древесины. Этот процесс начинается на поверхности углистого остатка с появлением слабых трещинок, перпендикулярных направлению волокон, что позволяет летучим продуктам легко просачиваться через поврежденную поверхность из слоя, где произошло образование этих продуктов. По мере увеличения углистого слоя трещины расширяются, что приводит к характерной картине расщепления и растрескивания поверхности.

По данным термогравиметрического анализа различные составляющие древесины распадаются с выделением летучих компонентов при различных температурах: целлюлоза при 240-350 °С, гемицеллюлоза при 200-260 °С, лигнин при 280-500 °С. Соотношение между летучими продуктами и образующимся углистым остатком у химических компонентов древесины также различно. Этим соотношением определяется бóльшая или мéньшая склонность материала к тлению. Так, лигнин нагретый до температуры 400-500

°Сна 50 % преобразуется в летучие продукты и на 50 % в углистый остаток. Чистая целлюлоза при нагревании до 300 °С дает лишь 5 % углистого остатка. Таким образом, именно лигнин в основном предопределяет способность древесины к гетерогенному (тлеющему) горению. Обычно при сжигании или нагреве древесины при 450 °С на углистый остаток приходится 15-25 % (в основном, за счет лигнина). При изменении выхода углистого остатка изменяется и состав летучих компонентов.

Для повышения огнестойкости древесину обмазывают или окрашивают огнестойкими составами – антипиренами, повышающими ее склонность к тлению. Такие антипирены как бура, хлористый цинк и другие, при температуре 350 – 400 °С плавятся, покрывая поверхность древесины огнезащитной пленкой, которая прекращает доступ к ней кислорода. Другие антипирены в этих условиях разлагаются, выделяя много негорючих газов или паров, оттесняющих воздух от поверхности древесины и затрудняющих воспламенение газообразных продуктов ее разложения. Древесина, пропитанная водными растворами фосфорнокислого аммония, сернокислого аммония или их смесями под воздействием огня разлагается медленно, без пламени. Огнезащитные краски, изготовленные на жидком стекле, придают древесине временную огнестойкость. С помощью указанных огнезащитных мероприятий можно повысить выход углистого остатка в целлюлозе до 40 %.

Для целей пожарно-технической экспертизы очень важно уметь устанавливать осуществлялось ли горение в режиме тления или в режиме пламенного горения. Температура воспламенения большинства сортов древесины находится в пределах 240-260 °С. Температура же, при которой могут начаться процессы, способные привести к тлеющему горению при достаточной длительности теплового воздействия, как уже указывалось, могут быть в пределах 120 °С. Отсюда может вытекать очень важный вывод об источнике зажигания – если процесс горения начинался с тления, то источник зажигания мог иметь малую мощность.

Возможны два пути возникновения тлеющего горения в древесине. Один из них – это тление, сменяющее пламенное горение. При воспламенении фронт обугливания постепенно передвигается вглубь древесины, при этом выделяются все новые порции горючих летучих веществ, которые сгорают в виде пламени.

Когда древесина обуглится на существенную глубину, углистый слой становится экранирующей защитой для более глубоких слоев, находящихся под ним. В результате этого процесса для образования

новых порций летучих продуктов требуется более высокий тепловой поток. Может сложиться такая ситуация, при которой выделение летучих продуктов резко снижается, и их начинает не хватать для поддержания пламенного горения, которое переходит в гетерогенное горение - тление. Углистый слой может тлеть вплоть до полного выгорания органической массы. В результате древесная конструкция либо полностью выгорает, либо в ней образуется сквозной прогар.

При относительно низком тепловом воздействии на деревянные конструкции количества выделяемых летучих продуктов изначально оказывается недостаточно для достижения нижнего концентрационного предела распространения пламени. Пламенное горение может не возникнуть. Режим тления будет поддерживаться или в течение всего времени горения вплоть до полного выгорания или, при изменении внешнего теплового воздействия и условий воздухообмена, может смениться пламенным горением.

В результате термического разложения и горения древесины в различных режимах формируются следы потемнения древесины, ее обугливания на разную глубину, сквозные прогары на отдельных участках деревянной конструкции или полное выгорание до образования зольного остатка.

По внешнему виду угля можно делать вывод о режиме горения древесины. При тлеющем горении образуется плотный черный (иногда с буроватым оттенком) уголь с мелкими трещинами. Часто при этом на угле можно различить текстуру исходной древесины, в частности годовые кольца. Такой вид угля тления легко объясняется малой скоростью образования летучих продуктов, которые понемногу выделяются с поверхности древесины, не разрыхляя ее.

В свою очередь при пламенном горении, когда скорость образования летучих продуктов велика, они интенсивно выделяются с поверхности. Образуется рыхлый уголь черного цвета с крупными трещинами.

Глубина обугливания древесины – один из важнейших критериев степени ее термического поражения в различных зонах пожара. С его помощью оценивается направленность и интенсивность теплового воздействия.

При описании термических поражений древесины в протоколе осмотра места пожара недопустимо лишь констатировать наличие обугливания в тех или иных зонах. Эта информация должна обязательно сопровождаться замерами глубины обугливания (рисунок 45).

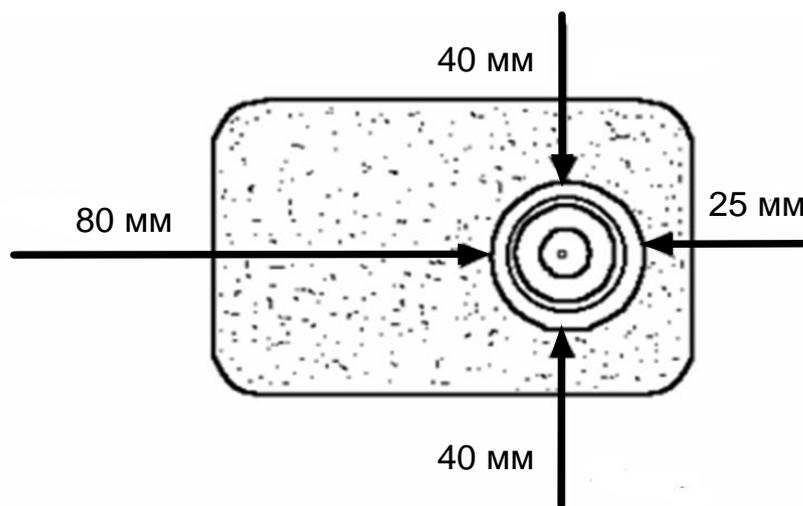


Рисунок 45 Глубина обугливания деревянной балки.

Измерить глубину обугливания можно методом пенетрации (протыкания) с помощью любого тонкого острого металлического предмета (шила, гвоздя, металлической линейки). Лучше всего для этой цели использовать колумбус, то есть штангенциркуль с выдвижным хвостовиком. Протыкать уголь следует осторожно, не делая слишком больших усилий, чтобы не войти в невыгоревшие слои древесины. Разумеется, при этом в измерения вносится известная доля субъективизма, поэтому делать такие замеры в разных точках на конкретном месте пожара должен один человек. Наибольшие сложности возникают при измерении глубины обугливания в условиях низких температур, когда уголь смерзается вместе с пролитой водой.

Глубина обугливания включает в себя помимо собственно толщины слоя угля (h_y), измеряемой протыканием, величину потери сечения деревянной конструкции (h_n). (рисунок 46).

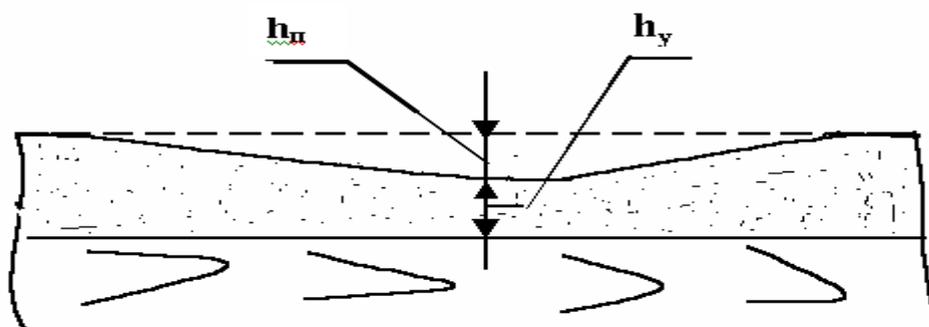


Рисунок 46. Схема измерения глубины обугливания

$$H = h_y + h_n(9)$$

Потеря сечения образуется в результате обрушения рыхлых непрочных слоев угля при механическом или гидравлическом воздействии. Для ее определения необходимо измерить толщину деревянного элемента в месте, не подвергнутом обугливанню и вычесть из этого значения толщину сохранившейся части в точке замера. В случае если деревянная конструкция обуглена по всей длине, следует поискать на месте пожара аналогичную конструкцию (паркетину, балку перекрытия, лагу пола и т.д.), не поврежденную пожаром.

Величины глубин обугливания можно и нужно использовать лишь как сравнительные показатели степени термического поражения древесины в различных зонах пожара. Часто дознаватели и специалисты допускают ошибку, пытаясь на основании этих данных оценивать длительность горения.

Ложным основанием для такой оценки служит тот факт, что в условиях специальных испытаний - при сжигании древесины в огневых печах по стандартному температурному режиму - скорость ее обугливания вглубь составляет $0,6 \div 0,8$ мм/мин. При этом не учитывают, что реальный пожар – это не специальные испытания. Горючесть древесины на пожаре зависит от множества факторов: мощности теплового потока, условий воздухообмена и связанным с ними теплоотводом, зонированием температуры по высоте помещения и т.д. Руководствуясь скоростью выгорания древесины $0,8$ мм/мин, а иногда и округляя ее для простоты до 1 мм/мин, некоторые специалисты определяют длительность горения численно равной глубине обугливания. При обугливании доски на глубину 20 мм, делают вывод о времени ее горения в течение 20 мин.

Зависимость скорости обугливания (R_w) от теплового потока по Д. Драйзделу выражается формулой:

$$R_w = 2,2 \cdot 10^{-2} \cdot I, \text{ мм/мин}, \quad (10)$$

где I - тепловой поток, воздействующий на поверхность древесины, кВт/м².

При температуре 1100 °С, которая достигается в отдельных зонах помещения на пожаре, излучение черного тела составляет 200 кВт/м². В этом случае скорость обугливания R_w составит $4,4$ мм/мин.

А общий диапазон колебаний R_w на пожаре в зависимости от теплового потока или соответствующей температуры пиролиза может составить: 0,3÷4,5 мм/мин, т.е. различаться в 15 (!) раз.

Очень важным признаком экстремально высоких термических поражений деревянных конструкций являются сквозные прогары или их крайнее проявление - полное выгорание. Особый интерес при этом представляют единичные или малочисленные прогары в полу. Поскольку полы на месте пожара имеют, как правило, наибольшую сохранность, прогары пола всегда связаны с какими-либо особенностями развития пожара, которые надо непременно выяснить. Локальные прогары с четко очерченными границами образуются при длительном низкотемпературном пиролизе (тлении). Свою особенность имеют прогары, образующиеся при горении горючих жидкостей.

Места нахождения прогаров или полного выгорания деревянных конструкций всегда следует связывать с локальным термическим воздействием. И если в этой зоне не выявляется факторов, формирующих вторичные очаги горения, то она должна восприниматься, как очаг пожара.

Помимо описанных внешних признаков термического преобразования деревянных конструкций, фиксируемых визуально, имеется целый ряд физико-химических свойств древесины, которые меняются при тепловом воздействии, и определение которых возможно лишь с помощью инструментальных методов исследования.

По мере выгорания меняется элементный состав древесины, в частности снижается относительное содержание водорода, кислорода, азота и увеличивается относительное содержание углерода, то есть происходит карбонизация древесины вплоть до образования почти чистого углерода. Оценивать соотношения различных химических элементов в древесине и, следовательно, степень термических преобразований можно методами элементного анализа.

6.3 Инструментальные методы и средства, применяемые для исследования после пожара конструкций из древесины

Также по мере выгорания снижается способность древесины образовывать летучие продукты, состоящие из продуктов полного или неполного сгорания органических компонентов древесины. Эту способность оценивают по так называемому остаточному содержанию

летучих веществ или, что то же самое, по величине потери массы образца при прокаливании, определяемым методами термического анализа. Эти методы включают в себя как простейший весовой (тигельный) термический анализ, так и различные варианты дифференциального термического анализа (ДТА). Если тигельный метод, как и элементный анализ, могут использоваться лишь для сравнительной оценки степени термического поражения различных образцов, то ДТА позволяет решать и ряд более сложных задач. В частности по величине площади экзотермического пика на кривой ДТА можно количественно оценивать степень термических поражений, связанных с выгоранием угля. Метод ДТА дает возможность устанавливать групповую принадлежность неизвестного материала, делать вывод о его потенциальной пожароопасности и способности к горению, оценивать качество огнезащиты антипирированной древесины.

Одна и та же степень термического поражения древесины может быть следствием длительного горения при относительно низких температурах или кратковременного горения при высоких температурах. Установить отдельно длительность и температуру горения – довольно сложная задача, которая, однако, может быть успешно решена при помощи метода измерения электросопротивления обугленных остатков древесных материалов, разработанного в 1980-е годы в Ленинградском филиале ВНИИПО под руководством И.Д. Чешко. Метод основан на совместном определении глубины обугливания древесины и удельного электросопротивления угля, отобранного в точке замера.

С увеличением степени карбонизации связано изменение важного для выявления очага пожара свойства древесины – электросопротивления образующегося при горении угля, которое снижается в очень больших пределах по мере ее выгорания. Неизменная древесина представляет собой диэлектрик, то есть ее электросопротивление равно бесконечности. Электросопротивление обугленной древесины зависит от температуры пиролиза. Древесный уголь, образующийся при сравнительно высоких температурах пламенного горения имеет величину удельного электросопротивления в диапазоне $1 \div 10$ Ом·см., а уголь тления, образовавшийся при сравнительно низких температурах - величины порядка $1 \cdot 10^8$ - $1 \cdot 10^9$ Ом·см.

Технические требования методики реализованы в разработанном комплекте оборудования АКО1-01-ЭП (рисунок 47), который входит в

состав комплекса для работы пожарно-технического эксперта на месте пожара – «ПирЭкс».

Так электросопротивление обугленных остатков с увеличением температуры и длительности горения снижается на порядки и описывается эмпирическим уравнением следующего конечного вида:

$$\ln \left[\left(\frac{10 - P}{P \cdot \tau_d} \right) \right] = 4,16 - 6270 / T \quad (11)$$

где P – величина десятичного логарифма удельного электросопротивления (lgR).



Рисунок 47. Комплект оборудования АКО1-01-ЭП для работы на месте пожара

Считается, что если точка измерения глубины обугливания и место отбора пробы угля совпадают, то уравнения (10,11), описывающие два процесса протекающих в одних и тех же условиях (обугливание и изменение электросопротивления), можно объединить в систему:

$$\begin{cases} \ln \left[\left(\frac{10 - P}{P \cdot \tau_D} \right) \right] = 4,16 - 6270/T; \\ \ln \left(\frac{H}{\tau_D} \right) = 2,01 - 1730/T \end{cases} \quad (12)$$

Решение системы уравнений (12) дает возможность определить два имеющихся в ней неизвестных – температуру и продолжительность теплового воздействия на древесину.

Для расчета ориентировочных значений средневременной температуры и длительности нагрева авторы методики получили следующие математические выражения:

$$T = \frac{4540}{\left\{ \ln \left[\frac{H \cdot P}{10 - P} \right] + 2,15 \right\}}, \text{ К.} \quad (13)$$

$$\tau_D = \exp \left\{ 1,38 \ln H + 0,38 \ln \left[\frac{P}{10 - P} \right] - 1,19 \right\}, \text{ мин} \quad (14)$$

Общее время пиролиза составляет:

$$\tau_{\text{общ}} = \tau_D + \tau_0 \quad (15)$$

где τ_0 индукционный период термической деструкции.

Продолжительность индукционного периода рассчитывают после определения температуры по эмпирической формуле:

$$\tau_0 = 77 - 0,086 \cdot T, \text{ мин.} \quad (16)$$

При температурах выше 895 К время индукционного периода τ_0 считается равным нулю.

В случае, если в точке отбора пробы фрагмент деревянной конструкции углефицирован полностью или имеется сквозной прогар конструкции, то в методике учитывается время, необходимое для выгорания в режиме тления образовавшегося угля:

$$\tau_y = H_y \cdot \exp(690 \cdot T^{-1}), \quad (17)$$

где: H_y – толщина выгоревшего слоя угля;

τ_y – длительность гетерогенного горения угля, мин.

Время общего теплового воздействия в зоне отбора пробы находят по формуле:

$$\tau_{\text{общ}} = \tau_D + \tau_0 + \tau_y \quad (18).$$

Следует отметить, что полученные в методике эмпирические уравнения не являются строгими, что приводит к не всегда однозначной интерпретации полученных результатов.

Аналогично древесине, кинетика обугливания древесно-стружечных плит (ДСП) и физико-химические свойства их обугленных остатков, образующихся в условиях, приближенных к пожару, определяются главным образом, двумя факторами: температурой и длительностью теплового воздействия. Однако в отличие от древесины, в ДСП не наблюдается четко выраженного различия по механической прочности между углем и недеструктурированной частью, поэтому замерить глубину обугливания довольно сложно. Параметром, объективно отражающим степень термического поражения данного материала является убыль сечения в точке отбора пробы. ДСП как плоского прессования, так и экструзионные, практически не вспучиваются при горении и образуют плотную массу. Убыль сечения за счет выгорания происходит уже с первых минут и последовательно возрастает с увеличением температуры и длительности нагрева.

Зависимость удельного электросопротивления от температуры и длительности горения для таких материалов формально может быть выражена кинетическим уравнением Аррениусова для химических реакций второго порядка. Совместное его решение в системе с кинетическим уравнением потери сечения конструкции дает возможность рассчитать ориентировочную температуру и длительность горения ДСП в точке отбора проб обугленных остатков.

Отбор проб углей для исследования осуществляют аналогично древесине. Предварительно в точках отбора проб измеряют величину потери сечения плиты h_n .

Расчёт ориентировочных значений температуры и длительности термоокислительной деструкции плиты в ходе пожара проводят по результатам определения h_n и P_c помощью формул:

$$T = \frac{4080}{\left\{ \ln \left[\frac{h_{II} \cdot P}{11 - P} \right] + 3,61 \right\}}, \text{ К} \quad (19)$$

$$\tau_d = \exp \left\{ 1,38 \ln(h_{II}) + 0,5 \ln \left[\frac{P}{11 - P} \right] - 0,51 \right\}, \text{ мин} \quad (20)$$

Формулы получены по экспериментальным данным для трехслойных плит плоского прессования плотностью 700 кг/см^3 и толщиной 16 мм. Однако они могут быть применены для ориентировочного определения температуры и длительности теплового воздействия и на других типах неогнезащищенных ДСП, в том числе, сплошных экструзионных.

Другие методы исследования

Исследовать степень термического поражения древесных материалов, полученную при сравнительно невысоких температурах можно путем измерения люминесценции экстрактов образцов пиролизованной древесины. Содержащиеся в древесине экстрактивные компоненты обладают способностью флуоресцировать под воздействием ультрафиолетового излучения. С увеличением степени термического преобразования количество экстрактивных компонентов в древесных материалах снижается, и соответственно снижается способность к флуоресценции. В частности, диапазон температурного воздействия, в котором можно достаточно уверенно с помощью флуоресценции выделять зоны большего или меньшего термического поражения имеет для сосновой древесины верхнюю границу $250 \text{ }^\circ\text{C}$; для древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит - $200 \text{ }^\circ\text{C}$, для фанеры - $300 \text{ }^\circ\text{C}$.

Отбирать пробы пиролизованной древесины и древесных углей на местах пожаров следует на обугленных участках деревянных конструкций, там, где слой угля не поврежден с тем, чтобы на анализ поступил самый верхний слой изучаемого образца. С поверхности угля кисточкой смахивают золу и остатки пожарного мусора, после чего аккуратно срезают верхние 3-5 мм угля. Для проведения всех видов лабораторного анализа достаточно не более 3-5 г угля. При изучении углей методом измерения удельного электросопротивления в точке отбора предварительно измеряют глубину обугливания. При использовании сравнительных методов исследования углей

необходимо, как и в случае изучения всех других конструкционных материалов, строго придерживаться принципа отбора проб на одной высоте. Количество и частота отбора проб не регламентируются и зависят от размеров изучаемой площади пожара и требуемой точности определения очаговой зоны. Пробы угля упаковывают в полиэтиленовые или бумажные пакетики, нумеруют, оформляют изъятие проб в соответствии с процессуальными нормами и отправляют на исследование в лабораторию.

6.4. Классификация полимерных материалов и ЛКП для целей пожарно-технической экспертизы

Полимерные материалы.

Материалы на основе синтетических полимеров, к которым относятся большинство современных пластмасс и резин, находят все большее применение в самых разнообразных областях и составляют значительную часть пожарной нагрузки как в зданиях и сооружениях, так и на транспорте. Они являются одними из основных объектов исследования при проведении экспертиз, связанных с расследованием чрезвычайных ситуаций, в частности пожаров.

Пластмассы – материалы, представляющие собой композицию полимера (олигомера) с различными ингредиентами. Свойства пластмасс определяются видом и соотношением компонентов.

Резины – эластичные материалы, продукты химического взаимодействия (вулканизации) каучуков натуральных или синтетических с вулканизирующими агентами (серой, тиурамом, диазосоединениями и т.п.). Резины от пластмасс отличает способность к большим обратимым деформациям.

Все полимерные материалы можно классифицировать по природе высокомолекулярных соединений (полимеров и олигомеров), входящих в их состав.

По происхождению полимеры делятся на три группы: природные, искусственные и синтетические. К природным полимерам относятся целлюлоза, которая является основой древесины, хлопка, льна; натуральный каучук; белки; сюда же относятся биополимеры, являющиеся основой клеток живых организмов.

Искусственные полимеры получают в результате химической обработки природных высокомолекулярных соединений.

К синтетическим полимерам относятся высокомолекулярные соединения, получаемые из мономеров в результате химических

реакций полимеризации или поликонденсации, сюда же относятся вещества, полученные химической модификацией синтетических полимеров. Этот класс высокомолекулярных соединений является наиболее многочисленным.

Важнейшим классификационным признаком всех полимеров является химический состав. По этому признаку полимеры делятся на органические, неорганические и элементоорганические.

Главная цепь органических полимеров состоит из атомов углерода, а также может содержать кислород, азот и серу. Боковые группы помимо перечисленных атомов и водорода могут содержать галогены. Если основная цепь органических полимеров состоит только из атомов углерода, полимеры называют карбоцепными. К ним относятся полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол и другие, широко распространенные полимеры.

Гетероцепные полимеры содержат в основной цепи макромолекул помимо углерода кислород, азот или серу и, в зависимости от входящего гетероатома, делятся соответственно на кислород-, азот- или серосодержащие. К наиболее распространенным гетероцепным полимерам относятся полиуретаны (поролон), поликарбонаты, полиэтилентерефталат и т.п.

Неорганические полимеры не содержат углерода, их основная цепь формируется, в основном, атомами кремния и кислорода.

К элементоорганическим относятся полимеры, которые содержат помимо углерода в основной цепи или боковых группах отличные от кислорода, азота и серы атомы, например, кремний, алюминий, титан, фосфор.

Свойства полимерных материалов в значительной степени зависят от физической организации, входящих в их состав полимеров, которые могут быть линейными, разветвленными и сшитыми. Физическая организация макромолекул определяет такие свойства, как термопластичность и термореактивность полимерных материалов.

Термопластичные полимеры состоят из макромолекул, соединенных между собой только физическими связями, которые исчезают при нагревании и восстанавливаются при охлаждении. Температура, при которой термопластичный полимер переходит в текучее состояние, называется температурой текучести. Для кристаллических полимеров она совпадает с температурой плавления. Ее значение зависит от структуры полимера и его молекулярной массы.

Способность к текучести термопластичных полимеров при достижении относительно невысоких температур может оказывать

заметное влияние на развитие всех стадий пожара. Капли расплава горящего полимера, попадая на горючий материал, могут создавать вторичные очаги горения. Подобные процессы могут возникать и при аварийной работе электроприборов, поскольку для изготовления их корпусов и деталей используются пластмассы на основе термопластичных полимеров, например, ударопрочного полистирола.

Материалы на основе термопластов широко применяются для изоляции электропроводов и кабелей. Размягчение в ходе пожара и переход в текучее состояние оболочки проводов, находящихся под током, может приводить к возникновению дуги короткого замыкания, распространяющейся, по мере плавления изоляции, вдоль провода, что также способствует возникновению новых зон горения.

Вязкость и высокая адгезия (способность прилипать к конструкциям и предметам обстановки) расплавленного полимера способны приводить к возникновению зон локальных разрушений, которые могут быть истолкованы как очаговые. Возникновение этих зон возможно не только на конструкциях из сгораемых материалов, но и на бетонных и металлических объектах.

Термореактивные полимеры при нагревании до определенной температуры структурируются, приобретая разветвленную (сетчатую) структуру с поперечными сшивками. Такая структура необратима и придает реактопластам ряд специфических свойств. Они не способны размягчаться и течь при нагревании, поэтому разлагаются, минуя эту стадию, с образованием летучих веществ и угольного (коксового) остатка. Исключением является только эластичный пенополиуретан, который, способен образовывать при термическом разложении жидкую фазу.

Термореактивные полимерные материалы, не способные к плавлению в условиях пожара, однако, некоторые из них (пенополиуретаны, фенопласты, латексные пенорезины) способны к тлеющему горению, что может обуславливать специфические особенности развития пожара, особенно на начальной его стадии.

Как уже упоминалось, пластмассы и резины, представляют собой сложные многокомпонентные материалы. Многие характеристики полимерных материалов зависят от вида и количества низкомолекулярных компонентов, входящих в их состав, основные из которых представлены в таблице 5.

Таблиц5. Основные не полимерные компоненты полимерных материалов

Компонент	Содержание, %	Примеры веществ
Наполнитель	0-95	Мел, каолин, сажа, древесная мука, стекловолокна, углеволокна, хлопчатобумажное и синтетическое волокна, оксиды металлов и т.п.
Пластификатор	0-45	Дибутилфталат, диоктилфталат, трифенилфосфат, трикрезилфосфат и т.п.
Пигменты	2-5	Диоксид титана, оксид цинка, оксид хрома, соли кадмия, кобальта, оксиды железа, технический углерод
Красители	0-2,0	Сложные органические соединения
Стабилизаторы	0,1-5,0	Соли свинца, кадмия, бария и цинка и т.п., сложные органические соединения
Антипирены	0-5,0	Производные фосфора, азота, галогенсодержащие вещества, и т.п.
Антистатика	0-3,0	Поверхностно-активные вещества

Набор добавок к различным группам полимерных материалов индивидуален. Знание компонентного состава полимерного материала весьма важно при решении задачи установления групповой принадлежности материала, часто возникающей при экспертизе пожаров. Надо заметить, что интерес представляют не только целевые добавки к полимерам, но и остатки катализаторов синтеза, а также загрязнения, попадающие в материал в процессе переработки. Поэтому при анализе сгоревших остатков полимерного материала большое внимания уделяется изучению его неорганической составляющей. Для этого наиболее приемлемы методы элементного анализа, такие как: атомно-эмиссионная спектроскопия, атомно-абсорбционный спектроскопия и рентгенофлуоресцентный анализ.

Основным недостатком большинства полимерных материалов является низкая термостабильность и повышенная горючесть. Только в редких случаях их можно отнести к трудногорючим. Температура, при которой начинается заметное разложение полимера, зависит от прочности химической связи между атомами образующими его макромолекулы, то есть от его химического строения. Относительно высокая термостабильность политетрафторэтилена, например, связана

со значительной прочностью связи С-Ф. А тем, что связь С-N является очень слабой, объясняется низкая термостабильность полиамидов.

При термическом воздействии на полимерный материал в нем протекают одновременно как процессы деструкции и деполимеризации, так и процессы структурирования и образования окисленных структур. В общем случае продуктами термической деструкции полимеров являются низкомолекулярные летучие вещества и твердый коксовый остаток.

Основным опасным газообразным продуктом горения большинства синтетических полимеров, являются оксиды углерода. При горении полимеров могут выделяться и другие токсичные низкомолекулярные вещества. Так, например, полимеры, содержащие в составе макромолекул азот, могут разлагаться с выделением аммиака, оксидов азота. В ряду таких полимеров наиболее опасными являются полиуретаны, разложение которых сопровождается выделением цианистого водорода. Так же среди возможных токсичных продуктов разложения необходимо отметить HCl, выделяющийся при горении хлор содержащих полимеров, например, поливинилхлорида. Выделение этих токсичных веществ может привести к отравлению и гибели человека даже при незначительной площади зоны горения.

Кроме своего токсического действия летучие продукты горения полимерных материалов, скапливаясь в закрытых помещениях с недостаточным воздухообменом или отдельных застойных зонах в ходе развития пожара или его тушения, могут образовывать взрывоопасные смеси с воздухом.

При расследовании пожара изучение газообразных продуктов горения полимера может дать эксперту весьма полезную информацию. Так цвет пламени и дыма, а также кислотность последнего, могут дать определенные сведения о природе горящего материала. Например, большое количество копоти и дым обильного черного цвета образуется при сгорании саженаполненных эластомеров (резин). Рыжий цвет дыма свидетельствует о присутствии в продуктах сгорания окислов азота и является признаком горения азотсодержащих полимеров, например, полиуретана или нитрованной целлюлозы. Высокая кислотность дыма свидетельствует о горении хлорсодержащих полимеров или полиуретанов. Понятно, что в условиях пожара одновременно горят изделия из различных материалов. В связи с этим, вероятность индивидуальной окраски пламени от одного из полимеров мала. Это явление может наблюдаться только при горении складов, например, ППС, полиэтиленовой пленкой, стеклопакетов из поливинилхлорида.

Несмотря на низкую термостабильность большинства полимеров, изучение их остатков после пожара позволяет решать как задачу определения очага возгорания, так и определения причины пожара.

Основными критериями классификации полимерных материалов с точки зрения пожарно-технической экспертизы являются показатели их отношения к нагреву. При этом различают такие показатели как теплостойкость и термостойкость. Под *теплостойкостью* понимают способность сохранения при нагреве физических свойств материала. *Термостойкостью* (или термостабильностью) называют способность к сохранению химического состава.

Количественным параметром термостойкости является показатель – температура начала разложения – $T_{н.р.}$. Он зависит от условий нагрева, в частности, от темпа нагрева.

В изотермических условиях (при нулевом темпе нагрева) критериями температуры начала разложения могут быть различные показатели: величина определенного общего объема выделяющегося газа или объема какого-либо конкретного газа для данного вида полимера, потеря определенной доли массы, изменение цвета. Скажем, $T_{0,01}$ – это значение температуры начала разложения, устанавливаемая по критерию потери массы на 0,01%.

Количественные параметры теплостойкости определяются путем построения деформационно-механической кривой (рисунок 48). Для этого нагружают полимер определенной силой в растущем тепловом поле.

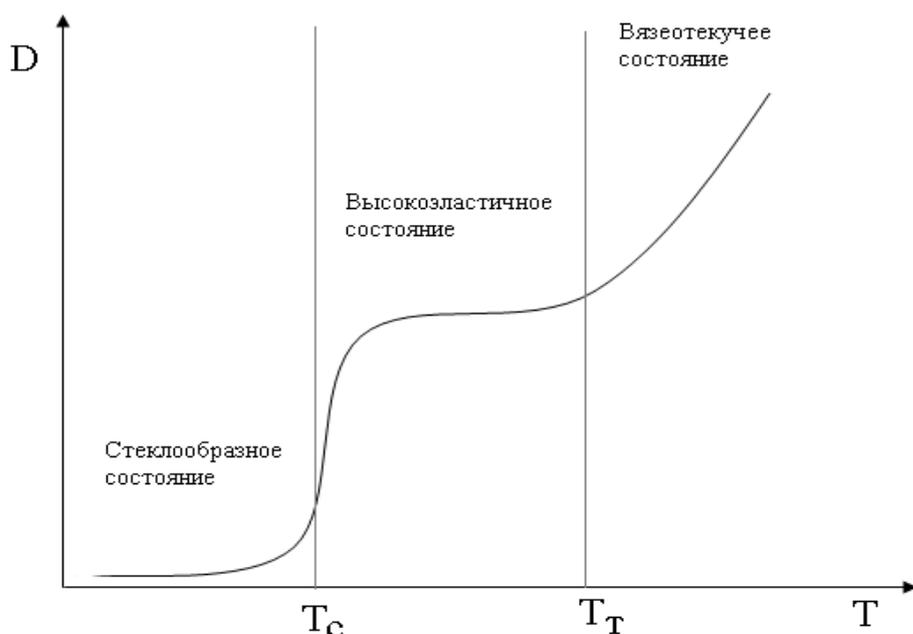


Рисунок 48. Деформационно-механическая кривая.

У термопластов переход от стеклообразного состояния в вязкотекучее (через высокоэластичное) является обратимым процессом. При этом температурные границы высокоэластичного состояния очень узки. Например, у полиэтилена $T_c=80$ °С, а $T_T=85$ °С. У полиэтилентерефталата (ПЭТФ – материал, из которого изготавливают бутылки для напитков) $T_c=230$ °С, $T_T=250$ °С.

Практически, это сводится к тому, что термопласты при нагревании размягчаются, плавятся, текут, не подвергаясь термической деструкции, а после остывания принимают форму расплава. К таким материалам относятся, в частности, полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиметилметакрилат (органическое стекло), полиамиды (капрон) и др.

У реактопластов при температуре стеклования наступают необратимые разрушения, а вязкотекучего состояния вообще не существует.

Реактопласты при нагревании разлагаются с образованием газообразных продуктов и образуют твердый углистый остаток, следовательно, имеют склонность к тлеющему горению. К материалам такого рода относятся резины, фенолформальдегидные пластмассы, пенополиуретан, и др.

Опасные факторы, формируемые при горении данных двух групп полимеров, а также подходы к экспертной оценке их поведения на пожаре различаются. При горении термопластичных полимеров их расплавленные частицы могут, продолжая горение, капать вниз, создавая множественные вторичные очаги горения. Это происходит при горении телевизоров (задняя пластмассовая крышка телевизора), горении проводов в ПВХ изоляции, горении люминесцентных светильников, электророзеток в пластмассовых корпусах. Полимер способен прилипать к конструкциям и продолжать гореть в его щелях и трещинах, создавая вторичные очаги горения и на вертикальных поверхностях конструкций из неорганических строительных материалов.

При горении термореактивных полимеров, их склонность к тлеющему горению обуславливает специфические особенности развития пожара. А пенополиуретан, хоть и относится к термореактивным полимерам, ведет себя особенно. Он образует при термическом разложении жидкую фазу, которая может вначале вести себя как термопластичный полимер, а затем эти жидкие продукты продолжают деструктурировать с образованием летучих веществ и углистого остатка. Т.е. при этом могут, с одной стороны,

образовываться вторичные очаги горения, с другой стороны, в этих вторичных очагах могут протекать процессы тления.

При тлении такие опасные факторы пожара, как термическое излучение существенно меньше, чем при пламенном горении. С другой стороны увеличено выделение продуктов неполного сгорания, которые опасны не только своей повышенной токсичностью, но и способностью образовывать взрывоопасные смеси. При этом, в разных условиях могут возникать такие явления, как пробежка пламени или обратная тяга. Драйздейл описывает случай разрушения здания армейского склада в Великобритании из-за взрыва продуктов тления хранившихся там латексных матрасов. Тление началось от источника зажигания малой мощности (вероятно, окурка). Процесс протекал незамеченным до накопления газообразных продуктов пиролиза в количестве, превысившим НКПР.

Повышенную опасность на пожаре и, вместе с тем, дополнительную путаницу при расследовании вносит то обстоятельство, что полимерные материалы, используемые на практике, не являются чистыми материалами. Так, добавление пластификаторов в ПВХ-изоляцию проводов, придает ей улучшенные физико-механические свойства, но повышает горючесть. Поэтому, имеющиеся данные по распространению горения, скажем, по той же изоляции, порой не согласуются с пожароопасными свойствами данного полимера, которые приводятся в справочниках для чистых полимеров.

Лакокрасочные покрытия.

Лакокрасочными называют неметаллические материалы, наносимые в вязкожидком состоянии на поверхность изделий и конструкций, где они со временем превращаются в пленки, хорошо сцепившиеся с поверхностью.

Лакокрасочные покрытия (ЛКП) бывают: атмосферостойкие, консервационные, водостойкие, маслобензостойкие, химически стойкие, термостойкие, электроизоляционные, специальные.

Лакокрасочное покрытие состоит из нескольких последовательно наносимых слоев (начиная от окрашиваемой основы): шпатлевка (густая вязкая масса из смеси пигментов с наполнителями в связующем веществе; предназначена для заполнения неровностей), грунтовка (суспензия пигмента с наполнителями в связующем веществе; предназначена для создания хорошей адгезии к основе и к красочному слою), красочный слой (краска, порошковая краска, эмаль), покровный слой (лак, эмаль).

В состав ЛКМ входят: связующее (пленкообразующее) вещество, пигмент, растворители, сиккативы, пластификаторы, наполнители, отвердители.

Пленкообразователи.

Пленкообразователями могут быть смолы, олифы (масляные пленкообразователи), клеи, неорганические вяжущие, битумы.

Смолы применяют в основном синтетические: алкидно-акриловые (АС), ацетилцеллюлозные (АЦ), винилацетатные (ВН), глифталевые (ГФ), нитроцеллюлозные (НЦ), пентафталевые (ПФ), поливинилацетатные (ВА), и др.

Масляные пленкообразователи: олифы натуральные на основе льняного или конопляного масла с добавлением сиккативов, олифа оксоль, получаемая окислением растительного масла и растворением в уайт-спирите с добавлением сиккативов, искусственные олифы (глифталевые, пентафталевые с добавлением растительных масел и растворением в уайт-спирите).

Пигменты. Чаще всего неорганическое вещество природного или синтетического происхождения, не растворимое в пленкообразователе и его растворителях, способное образовывать с пленкообразователем защитное или декоративное покрытие. Вместо пигментов могут использоваться красители – органические синтетические вещества, растворимые в пленкообразователе.

Растворители.

Органические - нефтяного (светлые нефтепродукты) или ненефтяного (составные растворители) ряда. Неорганические – вода (для вознодисперсионных или водноэмульсионных красок),

Наполнители. Тонкоизмельченные горные породы – мел, гипс, тальк – понижают усадку пленочного слоя, снижают расход пленкообразователя.

Пластификаторы. Касторовое масло, дибутилфталат (придают эластичность пленке).

Маркировка ЛКМ.

Вначале указывается наименование материала (лак, эмаль и т.д.). Затем пленкообразователь (БТ – битумное, МА – масляное, ГФ – глифталевое и т.д.). Затем назначение и порядковый номер (группы числовых знаков). Затем полным словом указывается цвет.

В зависимости от состава и назначения ЛКМ подразделяют на лаки, эмали, грунтовки и шпатлевки.

Изучение обугленных остатков покрытий ЛКМ на основе гидрофобных растворителей при выявлении очаговых признаков

позволяет получать информацию об относительно низкотемпературных зонах (от 150-200 до 500 °С). Это существенно дополняет данные о более высокотемпературных зонах полученные, например, при исследовании искусственных каменных материалов и металлов. Поэтому исследование покрытий предпочтительно проводить в комплексе с методами исследования негорючих конструкционных и отделочных материалов.

Покрытия из воднодисперсионных красок разрушаются в более широком интервале температур - от 200-250 до 850-900 °С, поэтому они могут быть самостоятельным объектом исследования при выявлении очага пожара.

6.5 Визуальные признаки термических поражений на конструкциях из полимерных материалов и ЛКП

В разделе 6.4 уже упоминалось, что существует две группы полимеров, принципиально различающиеся по своему поведению при пожаре:

- термопластичные материалы (термопласты);
- термореактивные материалы (реактопласты).

Термопласты - это материалы, способные размягчаться при нагревании и переходить в пластическое состояние, не подвергаясь при этом разрушению, термической деструкции. При пожаре термопласты размягчаются, плавятся, текут, горят. Это способствует образованию вторичных очагов (очагов горения) и распространению пожара. Так ведут себя, скажем, провода с поливинилхлоридной (самой распространенной в настоящее время) изоляцией.

Термореактивные полимерные материалы не способны переходить в пластическое состояние без разрушения своей структуры. Информации, получаемой при визуальном исследовании полимерных материалов на месте пожара сравнительно немного. По потекам термопласта можно заключить, что температура нагрева в данной зоне была выше температуры размягчения данного полимера.

Если изоляция на проводах расплавилась вне зоны горения, то можно рассчитать величину тока перегрузки, необходимого для разогрева проводов до соответствующей температуры.

Исследование лакокрасочных покрытий.

На начальном этапе расследования пожара при визуальном осмотре можно оценить степень термических повреждений ЛКП. В

таблице 6 приведены данные по изменению цветности некоторых типов покрытий.

Термическое воздействие на ЛКП приводит к постепенному разложению и выгоранию его органической составляющей. Этот процесс можно разделить на два этапа.

На первом этапе (примерно до 400 °С) происходит обугливание (карбонизация) органической массы покрытия, что проявляется в его потемнении.

Таблица 6 Изменение цвета нитроцеллюлозных (НЦ-), масляных (МА-), пентафталевых (ПФ-) и воднодисперсионного покрытий при нагревании

Температура, °С	НЦ	МЛ	ПФ	Воднодисперсионное покрытие
100	Исходный			Белый
200	Среднее потемнение	Легкое потемнение		Светло-бежевый
300	Темный (черный)	Среднее потемнение		Бежево-коричневый
400	Черный	Черный	Черный	Темно-коричневый
500	Среднее потемнение			
600	Цвет неорганических пигментов и наполнителей			

Примечание: Таблица составлена для покрытий базового (белого) цвета и для других колеров может применяться с поправкой на цветность.

На втором этапе (при температуре выше 400-450 °С) начинает выгорать карбонизованный остаток органической части, этот процесс (при достаточной температуре и длительности теплового воздействия) может завершаться ее полным выгоранием.

Термостабильность ЛКП зависит от природы пленкообразователя. В первую очередь начинают распадаться слабые связи. Так, термическое разложение нитроцеллюлозных (НЦ) покрытий, сопровождающееся заметной убылью массы (до 10-12 %), начинается уже при 150 °С. У пентафталевых (ПФ) и масляных (МА) покрытий разложение с заметной скоростью начинается при температуре около

200 °С. Вододисперсионные покрытия (винилацетатные, акрилатные, латексные) начинают разлагаться с заметной скоростью при температуре 200-250 °С. Для всех ЛКМ органическая составляющая практически полностью выгорает при 500 °С.

При нагревании выше 500 °С изменение свойств ЛКП объясняется термическими превращениями неорганических компонентов (пигментов и наполнителей).

Внешний вид ЛКП конструктивных элементов зданий, а также машин и механизмов может дать информацию о месте возникновения пожара и путях распространения горения. При осмотре ЛКП фиксируется как степень его термического поражения, так и наличие мест полного выгорания его слоя.

Под воздействием высоких температур на ЛКП сначала наблюдается их потемнение, вызванное образованием карбонизованных структур органической части покрытия. Этот процесс наблюдается в области температур до 400-450°С с увеличением температуры образование карбонизованного остатка завершается, последний начинает выгорать и покрытие постепенно бледнеет.(рисунок 49)

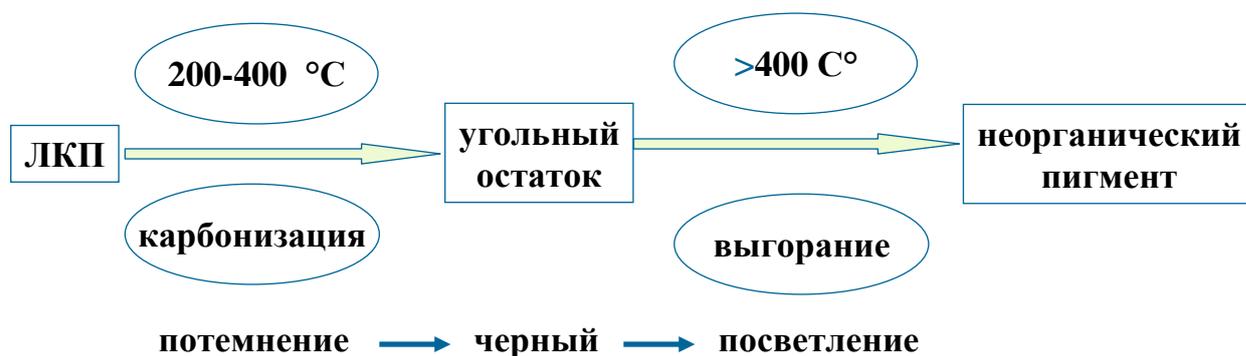


Рисунок 49. Превращения лакокрасочного покрытия при нагревании в ходе пожара

6.6. Инструментальные методы и средства, применяемые для исследования после пожара полимерных материалов

Разложение полимерных материалов при нагревании и горении сопровождается значительными изменениями химического состава макромолекул, их молекулярной массы, и, следовательно, физико-механических и технологических свойств. Поэтому изучение состава и свойств коксовых остатков полимерных материалов, подвергнутых термическому воздействию в ходе пожара, может служить источником информации при выявлении зон термических поражений. При этом

могут исследоваться, например, остатки полимерных отделочных стеновых панелей, остатки изоляции проводов, проложенных по помещению, поливинилхлоридные плинтуса, покрытия для полов на полимерной основе, такие как линолеум или ламинат и т.п.

Здесь необходимо заметить, что значительные различия в свойствах полимерных материалов приводят к тому, что для них нет универсальной методики отбора пробы для исследования. Отбирать пробы следует таким образом, чтобы, по возможности, на анализ поступил верхний слой изучаемого образца. С поверхности, при необходимости, кисточкой смахивают золу и остатки пожарного мусора, после чего аккуратно срезают пробу. Для проведения всех видов лабораторного анализа достаточно 3-5 г материала.

При использовании сравнительных методов исследования необходимо, как и в случае изучения всех других конструкционных материалов, строго придерживаться принципа отбора проб на одной высоте. Количество и частота отбора проб не регламентируются и зависят от размеров изучаемой площади пожара и требуемой точности определения очаговой зоны. Пробы упаковывают в полиэтиленовые или бумажные пакеты, нумеруют, оформляют изъятие проб в соответствии с процессуальными нормами и отправляют на исследование в лабораторию.

Одним из методов определения степени термического повреждения полимерных материалов является изучение его удельного поверхностного электрического сопротивления. Процессы конденсации (уплотнения структуры) угольного вещества с повышением температуры нагрева, вполне естественно, способствуют снижению атомного соотношения водород/углерод, уменьшению содержания низкомолекулярных экстрактивных веществ, значительно изменяют и физические свойства полимерных материалов. Поэтому, как и в случае древесины, информацию о степени термического поражения материала можно получить, изучая его удельное поверхностное электрическое сопротивление. Однако нужно заметить, что этот метод применим только для материалов, образующих, как и древесина, твердый углистый остаток при пиролизе. Для таких материалов электросопротивление последовательно снижается с увеличением температуры и длительности теплового воздействия

Другой метод, применяемый в экспертизе при изучении полимерных материалов - инфракрасная спектроскопия (ИКС). Групповую принадлежность полимерного материала и степень его

термического поражения можно определить по наличию в спектрах полос поглощения отдельных функциональных групп.

Одним из наиболее информативных методов исследования полимерных материалов является термический анализ. Он позволяет определять длительность и интенсивность теплового воздействия на материал, а также оценивать горючесть материала и особенности его поведение при различных температурах.

Полученные данные о свойствах полимерных материалов наносятся на план места пожара в соответствии с точками отбора проб для выявления зон термических поражений, а затем и очаговой зоны.

Для анализа полимерных материалов в пожарно-технической экспертизе применяют метод определения электросопротивления угольных остатков, инфракрасную спектроскопия, термический анализ.

Определения электросопротивления угольных остатков

Тенденции в изменении удельного электросопротивления обугленных остатков в зависимости от температуры и длительности процесса карбонизации у ряда полимеров такие же, как у древесины. Электросопротивление последовательно снижается с увеличением температуры и длительности теплового воздействия. Однако влияние времени пиролиза на величину электросопротивления значительно менее существенно, чем влияние температуры.

Если пренебречь влиянием длительности нагрева на величину электросопротивления, то можно использовать измерение величины r и для определения ориентировочной температуры теплового воздействия на полимер в ходе пожара.

Для определения температуры обугливания необходимо отдельные пробы нативного полимерного материала подвергнуть нагреву при фиксированных температурных режимах. После этого у обугленных остатков, полученных при различных температурах, измеряется удельное электросопротивление и полученные таким образом данные используются для построения в координатах $t - lgr$ калибровочной кривой. В дальнейшем, после измерения электросопротивления пробы, изъятых с места пожара, кривую используют для определения по ней ориентировочных температур обугливания исследуемых проб.

Решить, аналогично древесным материалам, задачу отдельного определения температуры и длительности теплового воздействия по результатам измерения электросопротивления коксовых остатков полимеров, сложно. Прежде всего, из-за того, что толщина этих

материалов, как правило, недостаточна для фиксации изменения глубины пиролизного слоя во времени.

Зависимости электросопротивления карбонизированных остатков полимерных материалов от температуры пиролиза (рисунок 50), воспроизводятся практически на всех материалах на основе поливинилхлорида (плитках, рулонных отделочных материалах типа пеноплена, ПВХ-изоляции проводов и др.), материалах на основе полистирола, фенолформальдегидных смол и некоторых других полимеров. Метод может быть применен и для исследования тяжелых органических жидкостей, масел, битумов и т.д.

Полученные с помощью описанных выше методик данные используются экспертами следующим образом.

1. Данные по длительности пиролиза:

- для построения временных зон и определения зоны максимальной длительности горения (потенциального очага);
- для приблизительного расчёта времени начала горения (при этом учитывается, что расчетное время может быть меньше фактического, т.к. до начала пиролиза древесины также могло пройти какое-то время).

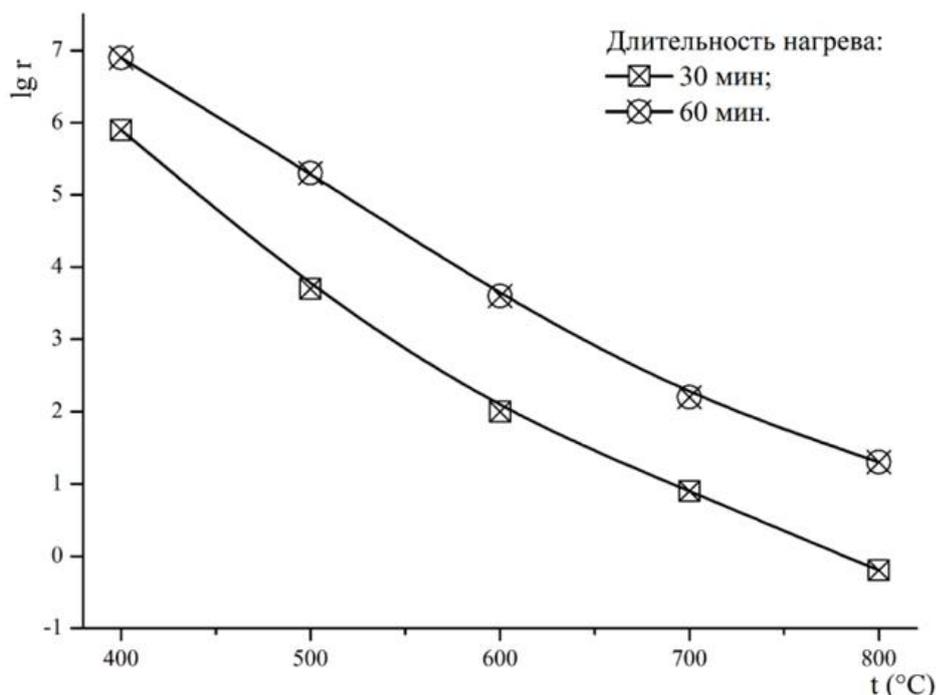


Рисунок 50. Зависимость удельного электросопротивления карбонизированных остатков ПВХ-линолеума от температуры пиролиза

2. Данные по температуре пиролиза в тех или иных зонах используются для определения характера процесса горения – был ли это

низкотемпературный пиролиз (тление) или имело место интенсивное горение. Такие данные весьма полезны при решении вопроса об источнике зажигания и причине пожара.

Термический анализ

В любом веществе при изменении температуры протекают различные процессы: физические (плавление, кристаллизация, испарение или кипение) и химические (разложение, термоокислительная деструкция, сшивка и т.п.). Все они могут сопровождаться выделением и поглощением тепла, изменением массы и других свойств. Фиксация колебаний свойств материала в зависимости от температуры составляет сущность различных методов термического анализа.

Большинство процессов, протекающих в веществе при нагревании, сопровождаются экзо- или эндотермическими эффектами, то есть выделением или поглощением тепла.

Суть дифференциального термического анализа (ДТА) состоит в том, что в процессе непрерывного равномерного нагрева регистрируется разность температур между исследуемым веществом и эталоном. В качестве эталона применяется вещество, в котором при нагревании не происходит ни физических, ни химических превращений. Обычно это прокаленный при 1000 °С оксид алюминия. Результатом ДТА является зависимость изменения разности температур между образцом и эталоном от температуры или от времени – кривая ДТА.

Если в рассматриваемой области температур в образце не произошло никаких превращений, то получаемая термограмма имеет вид прямой линии, параллельной оси температуры (времени) – нулевая линия. Когда в веществе происходят изменения, сопровождающиеся тепловыми эффектами, то термограмма отклоняется от нулевой линии. В случае экзотермического процесса термограмма отклоняется вверх, эндотермического – вниз. Основные физические и химические процессы, сопровождающиеся выделением или поглощением тепла, представлены в таблице 7.

Физические и химические процессы, протекающие при нагревании, могут сопровождаться изменением массы вещества. Например, к таким процессам относятся испарение и различные виды деструкции, сопровождающиеся выделением летучих продуктов. Изменение массы исследуемого материала при нагревании и составляет сущность метода термогравиметрии. Зависимость массы образца от температуры называется термогравиметрической кривой или кривой ТГ.

Таблица 7 Процессы, характеризующиеся пиками на кривых ДТА

Название процесса	Эндопик	Экзопик
<u>Физические процессы</u>		
Кристаллизация	+	+
Плавление	+	-
Испарение (кипение)	+	-
Возгонка	+	-
<u>Химические процессы</u>		
Дегидратация	+	-
Разложение	+	+
Окислительная деструкция	-	+
Горение	-	+
Полимеризация	-	+
Сшивка	-	+
Каталитические реакции	-	+

В пожаро-технической экспертизе термический анализ позволяет решать целый ряд задач, особенно он полезен для исследования различных органических веществ и полимерных материалов различной природы.

Основными свойствами полимерных материалов, отражающими их поведение при нагревании, являются теплостойкость, термостойкость и термостабильность.

Теплостойкость материала характеризуется температурой, при которой полимер начинает изменять свое физическое состояние (оплавляется, размягчается, меняет свою форму) и механические свойства, однако изменения химического строения полимера не происходит. Существует несколько стандартизованных методов определения этого свойства, основанных на определении температуры, при которой в условиях действия постоянной нагрузки деформация образца не превышает некоторого критического значения (теплостойкость по Вика или Мартенсу).

Термостойкость материала характеризуется температурой, при которой начинается заметное химическое разложение полимера.

Прямой связи между теплостойкостью и термостойкостью не имеется, так как протекание физических и химических процессов происходит независимо. Большинство твердых полимеров (полиэтилен, полипропилен, полистирол) размягчаются и теряют свою форму при значительно более низких температурах, чем начинается заметная химическая деструкция.

Термостабильность (T_R) - свойство, характеризующееся температурой, при которой полимер в стандартных или специально оговоренных условиях, разлагается на заданную глубину.

Конкретные значения этих величин зависят от марки полимера, методов измерения и поэтому зачастую сильно отличаются в разных литературных источниках. Но для одного и того же образца полимера сохраняется зависимость:

$$T_{\text{теплостойкости}} < T_{\text{термостойкости}} < T_{\text{термостабильности}}$$

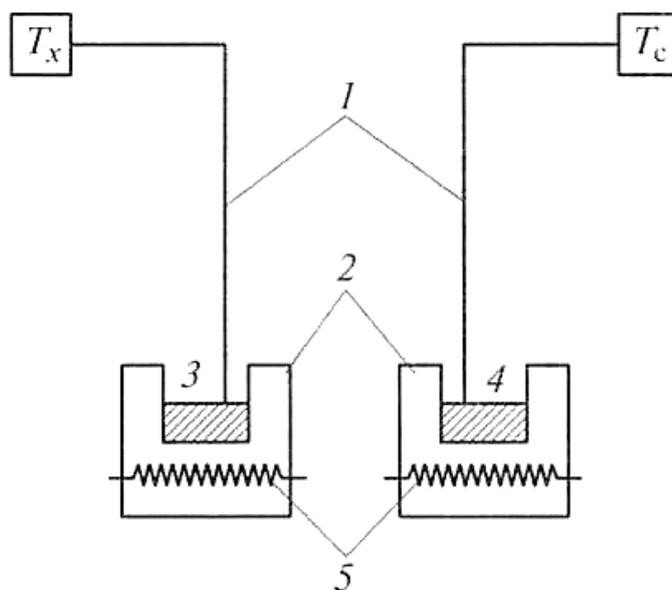
Термостойкость и термостабильность определяют с помощью термического анализа, а именно термогравиметрии и дифференциального термического анализа. Теплостойкость определяют как температуру, при которой начинается интенсивная потеря массы образца (T_0) или при которой потеря массы составляет определенную долю от исходной массы образца, например 0,5 ($T_{0,5}$). Термостабильность определяют, например, как температуру, при которой разлагается 50% полимера.

Разложение материалов, склонных к горению, характеризуется значительными по площади экзотермическими пиками на кривой ДТА. Поэтому пожарную опасность материалов можно оценивать по площадям наиболее интенсивных экзотермических пиков. Таким образом, методы термического анализа позволяют устанавливать склонность материалов к пламенному горению и оценивать их пожарную опасность. Нужно отметить, что приборы термического анализа входят в нормы обеспечения техническими средствами судебно-экспертного учреждения федеральной противопожарной службы (Приказ МЧС России № 745 от 14 октября 2005 г.) и во многих ФГБУ СЭУ ИПЛ МЧС России данные приборы уже имеются в наличии. Для исследования полимерных материалов различной природы именно методы термического анализа являются наиболее перспективными, поэтому рассмотрим их поподробнее.

Дифференциальная сканирующая калориметрия

В методе дифференциальной сканирующей калориметрии в качестве аналитического сигнала измеряют разность тепловых потоков, параллельно подаваемых анализируемому образцу и образцу сравнения. При этом аналитический процесс осуществляется в теплопроводящем калориметре с двумя взаимоизолированными ячейками, снабженными средствами независимого нагрева и измерения температуры. Теплопроводящие или диатермические калориметры обеспечивают интенсивный теплообмен с оболочкой, следствием чего является

возможность фиксировать мгновенные значения характеристик теплового процесса. Схема дифференциального сканирующего калориметра приведена на рисунок 51.



1 — средства измерения температуры; 2 — взаимно изолированные измерительные ячейки теплопроводящего калориметра; 3 — анализируемая проба; 4 — стандартный образец; 5 — нагреватели

Рисунок 51. Схема дифференциального сканирующего калориметра

С помощью независимых нагревателей 5, функционирующих по заданной температурной программе, поддерживается равенство температуры пробы (T_x) и температуры эталона (T_c) $\Delta T = T_c - T_x = 0$ (изотермический режим). Последнее достигается за счет подвода к обоим образцам необходимого для равенства их температур количества теплоты. В процессе эксперимента в обеих измерительных ячейках сканируют (измеряют) температуру. При разбалансе температуры скорости нагрева образцов, зависящие от количества подводимой к ним теплоты, автоматически изменяются в нужную сторону. Результаты анализа представляют в форме зависимостей энтальпии ΔH от температуры.

Положения максимумов пиков на шкале температур являются индивидуальной характеристикой вещества и используются для качественного анализа, в то время как площади пиков связаны с содержанием соответствующих веществ.

Дифференциальный термический анализ

Дифференциальный термический анализ по общему принципу и схеме анализа близок к ДСК с той лишь разницей, что аналитическим сигналом в этом методе является разность температур (ΔT), до которых нагреваются проба и образец сравнения в идентичных условиях нагрева, а не разность количеств теплоты, которые нужно затратить для разогрева образцов до одной и той же температуры, как в случае ДСК. Соответственно по схеме анализа пробу и образец сравнения в измерительных ячейках, снабженных средствами измерения температуры (термопарами или терморезисторами, а при температуре выше 1300 К — оптическими пирометрами), помещают в термостат, обеспечивающий возможность параллельного разогрева обеих ячеек (рисунок 52).

При этом средства измерения температуры по дифференциальной схеме позволяют сразу фиксировать разность температур в ячейках.

Термогравиметрия

В методе термогравиметрии аналитическим сигналом о химических превращениях, происходящих в анализируемом образце, является его масса как функция температуры.

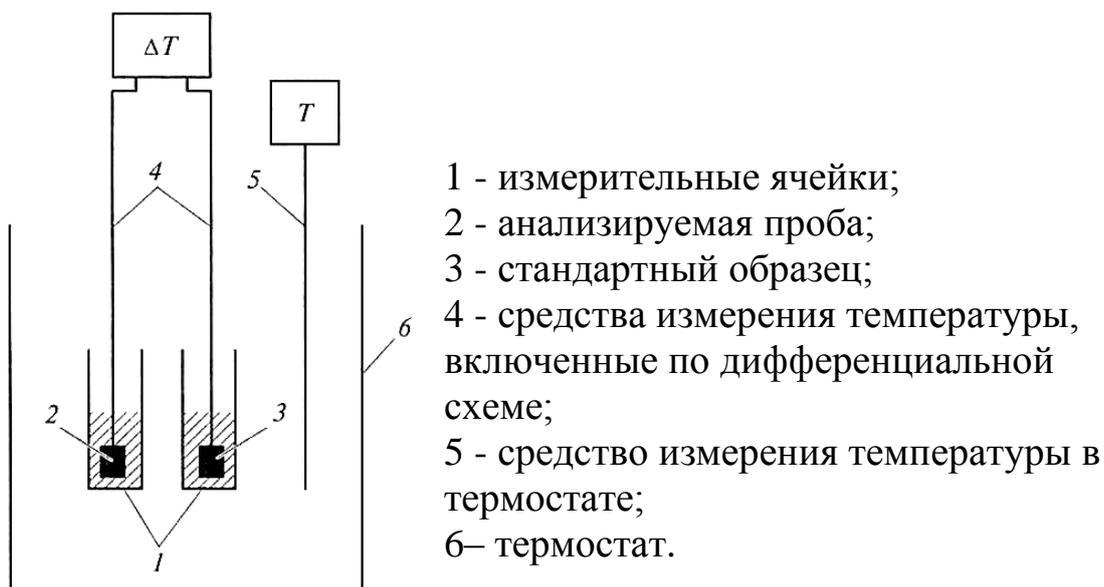


Рисунок 52. Схема дифференциального термического анализатора

Ступени на термогравиметрических кривых не всегда четко выражены, что затрудняет точное фиксирование температуры, при которой происходят термические превращения в образце. В таких случаях хороший эффект дает построение наряду с

термогравиметрической (ТГ) кривой, дифференциальной термогравиметрической (ДТГ) кривой, представляющей собой первую производную кривой ТГ. В области наиболее резких изменений массы (перегибы на кривой ТГ) на кривой ДТГ наблюдаются четкие минимумы (рисунок 53).

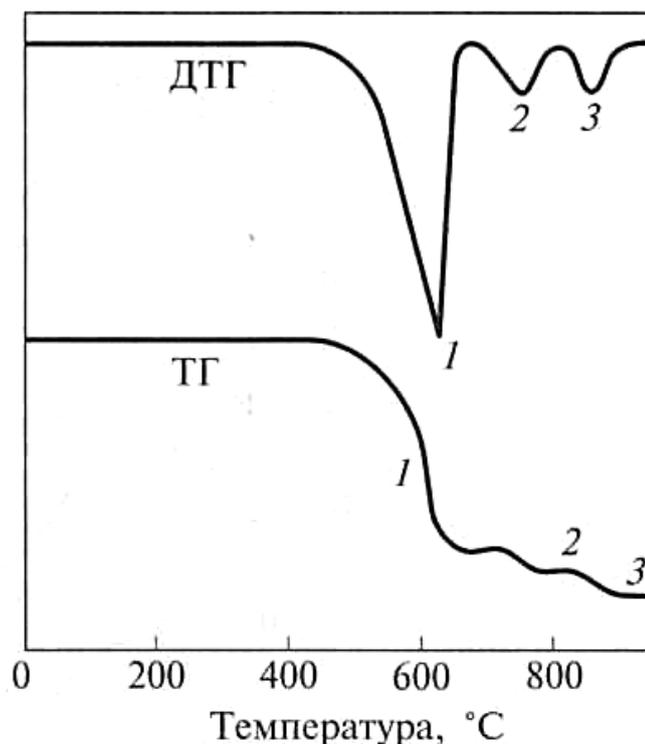


Рисунок 53. Термогравиметрическая (ТГ) и соответствующая ей дифференциальная термогравиметрическая (ДТГ) кривые (1—3—соответствующие эндотермические пики)

Дериватография

Дериватография применительно к термическим методам основана на регистрации любых отклонений от плавного изменения параметров образцов, подвергаемых термическим воздействиям. При этом дериватография подразумевает одновременную регистрацию изменения как минимум двух параметров. Наиболее типичный случай — параллельная регистрация кривой ДТА и термогравиметрических кривых для одних и тех же образцов. Информативность совокупно получаемых данных существенно превосходит возможности каждого метода, взятого по отдельности. Совпадение экстремумов на кривых ДТА и ДТГ с точками перегиба на кривой ТГ гарантирует максимальную достоверность идентификации веществ, претерпевших химические превращения. Однако помимо повышения достоверности

данных, получаемых одним из термических методов, дериватография дает и качественно новую информацию.

Для примера на рисунке 54 представлен результат дериватографического исследования полипропиленового пластика, где четко фиксируются как температура плавления и температура разложения как самого полимера, так и неорганического наполнителя.

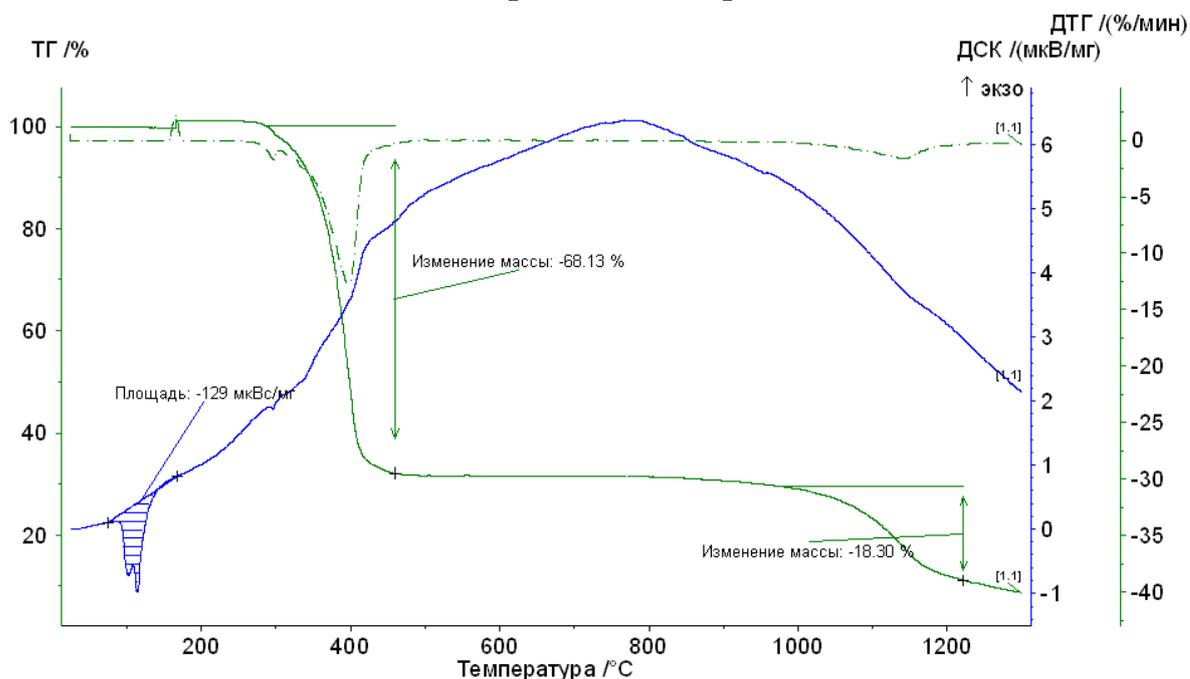


Рисунок 54. Результаты синхронного термического анализа полипропиленового пластика.

Инфракрасная спектроскопия

Характер ИК-спектров природных и синтетических полимерных материалов, составляющих пожарную нагрузку зданий и сооружений, зависит от интенсивности теплового воздействия в различных зонах пожара.

Анализ методом инфракрасной спектроскопии экстрактивных компонентов полимерных материалов, и интерпретация спектральных характеристик органических веществ дает весьма разнообразную и подробную информацию о составе и структуре входящих в них компонентов. Прослеживание изменения состава экстрагируемых органических соединений по мере увеличения степени прогрева образца позволяет выявить особенности поведения органических материалов на пожаре. Установлено, что заметные фиксируемые изменения в спектральных характеристиках экстрактов изученных материалов начинают происходить уже на стадии прогрева до 100 °С. Эти изменения носят как качественный, так и количественный характер.

Изменения в количестве высвобождающихся на каждом этапе прогрева алифатических структур могут использоваться при установлении признаков направленности термического воздействия и ориентировочной температуры прогрева.

В целом температурный диапазон получения информации о поведении повсеместно распространенных органических материалов начинается при температурах от 100 °С и распространяется до температур 300÷350 °С.

Разумеется, в очаге пожара такие относительно низкие температуры устанавливаются очень редко, поэтому выявленные признаки могут быть отнесены к признакам направленности распространения горения на участках удаленных от места первоначального возникновения горения. Они могут дать очень ценную информацию о путях распространения конвективных потоков в помещениях, смежных с зоной горения. По степени термического воздействия на тот или иной конструктивный элемент здания можно судить о возможности его дальнейшего использования. А для органических материалов именно температуры 250÷300 °С могут оказаться критическими, с точки зрения необратимой потери эксплуатационных свойств.

Исследование лакокрасочных покрытий

Для более точной оценки пробы остатков ЛКП изъятые с места пожара необходимо исследовать в лаборатории аналитическими методами.

Прежде, чем перейти к рассмотрению физико-химических методов анализа, применяемых при анализе обгоревших остатков ЛКП, необходимо остановиться на методике отбора проб. Пробы остатков ЛКП отбираются, как правило, с окрашенных несгораемых поверхностей конструкций. При выявлении зон термических поражений, а также температурных зон, пробы берут не менее чем в 10-15 точках, расположенных в различных зонах пожара. При этом необходимо отбирать пробы ЛКП на поверхностях конструкций, окрашенных одной и той же краской (или красками, если покрытие многослойное). Идентичность исходного ЛКП на различных участках можно подтвердить спектральным анализом минеральной (пигментной) части проб.

На вертикальных поверхностях наиболее целесообразно производить отбор проб на постоянной высоте. Если это невозможно, то следует координаты точек отбора проб указывать на прилагаемой к

протоколу схеме места пожара и учитывать их при анализе результатов исследования. Копоть на участках отбора проб необходимо предварительно удалить. По возможности с неповрежденного тепловым воздействием участка берется проба сравнения. Количество отбираемой краски зависит от метода анализа (обычно для анализа достаточно не менее 0,2 г).

Одним из способов выявления зон термических поражений на пожаре является определение **величины зольности** проб ЛКП. Термическое разложение приводит к увеличению зольности обугленного остатка, то есть массового содержания в нем неразлагаемых минеральных компонентов (зола).

Определить зольность ЛКП можно при помощи термического анализа, путем последовательного нагрева пробы в муфельной печи.

Аналогичным образом можно исследовать меловые покрытия, что обусловлено способностью карбонатов разлагаться при высоких температурах. При этом получают информацию о зонах высокотемпературного нагрева от 700 °С и выше (в случае карбоната магния - от 600 °С и выше).

Результатом термического анализа являются величины зольности I (A_I) зольности II (A_{II}) покрытия, а также величина убыли органической части покрытия (M) и суммарный критерий зольности S_a , равный сумме A_I и A_{II} .

Наиболее информативным методом изучения состава ЛКП является **ИК-спектроскопия**. Этим методом исследовано большинство типов ЛКМ и на основании полученных результатов разработаны стандартные методики исследования ЛКП в пожарно-технической экспертизе.

ИК-спектроскопия

Процесс термического разложения ЛКП сопровождается качественными химическими изменениями в пленкообразователе, которые можно фиксировать методом ИК-спектроскопии. Нужно отметить, что ИК-спектрометры входят в нормы обеспечения техническими средствами судебно-экспертного учреждения федеральной противопожарной службы (Приказ МЧС России № 745 от 14 октября 2005 г.) и во многих ФГБУ СЭУ ИПЛ МЧС России данные прибору уже имеются в наличии (рисунок 55).

Поглощения в ИК-области вызваны вращательно-колебательными движениями групп атомов в молекуле. Полосы поглощения отдельных групп атомов фиксируются при определенной длине волны (частоте), независимо от того, каким молекулам эти группы принадлежат.

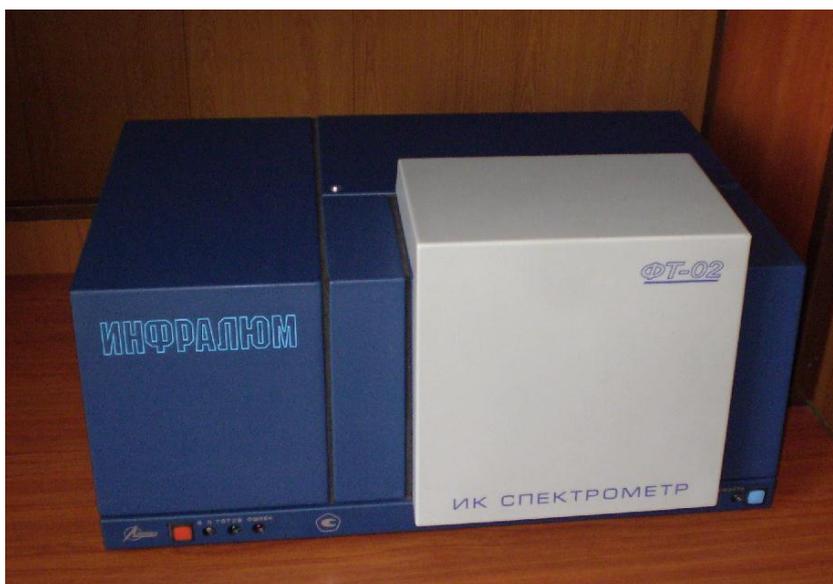


Рисунок 55. Фурье-спектрометр инфракрасный ИнфраЛЮМ ФТ-02

Спектральный диапазон ИКС находится в интервале длин волн 25000-2600 нм. В ИК-спектрофотометрических исследованиях принято пользоваться величинами обратными длинам волн, так называемыми волновыми числами $\nu=400-4000 \text{ см}^{-1}$ (не путать с частотой, которая обозначается так же и имеет ту же размерность).

В экспертных исследованиях ИК-спектральный анализ позволяет решать целый ряд задач. Во-первых, на основании ИК-спектра можно установить природу вещества. Для этого следует сравнить экспериментальный спектр неизвестного вещества со спектрами, имеющимися в спектральной библиотеке.

Во-вторых, ИК-спектры позволяют выяснить, отвечает ли строение вещества предлагаемой формуле, а также выбрать среди нескольких структур наиболее вероятную. Наконец, можно даже предположить структуру вещества, о котором вообще ничего не известно заранее.

При исследовании веществ методом ИК-спектроскопии необходимо придерживаться следующих основных положений.

- Отсутствие полосы в некоторой области частот — весьма надежное доказательство того, что соответствующий структурный фрагмент в молекуле отсутствует. Однако наличие полосы еще не свидетельствует, что в молекуле имеется данная группа.
- Для рассматриваемой группы следует найти все ее характеристические спектральные полосы.
- Не все полосы ИК-спектра одинаково информативны. Необходимо в первую очередь исследовать полосы в тех областях спектра, где их мало.

- Достоверное отнесение структуры возможно лишь тогда, когда все характеристические полосы проидентифицированы и имеется спектр аналогично построенного соединения для сравнения.
- Полезна любая дополнительная информация о веществе: значение молярной массы, элементный состав и т. д.

Для расшифровки молекулярной структуры можно использовать различные таблицы положений характеристических частот. Классическими являются таблицы Колтупа. Необходимо иметь в виду, что ни один метод, включая ИК-спектроскопию, не может дать исчерпывающей информации о природе вещества. Поэтому по возможности следует использовать сочетание нескольких методов. В первую очередь необходимо (возможно, методом перебора) определить, к какому классу соединений относится исследуемое вещество, а затем более детально изучать его функциональный состав.

В таблице 8 приведены характеристических частот валентных колебаний С—Н-, С=C- и С=C - связей, а также неплоских деформационных колебаний С—Н-связей для основных классов органических соединений, а именно насыщенных и ненасыщенных углеводородов, а также для ароматических соединений.

Наличие полос валентных колебаний С-Н-связей в области 2800-3000 см⁻¹ свидетельствует об алифатическом характере вещества. Для непредельных соединений эти полосы находятся обычно в области 3000-3100 см⁻¹. Олефины обладают характерными полосами при 1630-1680 см⁻¹. Для ароматических соединений обычно наблюдаются две полосы в областях 1600 и 1500 см⁻¹, а часто и дополнительная полоса при 1580 см⁻¹.

Частота полосы неплоских вверных деформационных колебаний в области 700-1000 см⁻¹ позволяет получить информацию о природе заместителя в непредельном или ароматическом соединении.

После отнесения образца к тому или иному классу следует более детально изучить полосы, присущие функциональным группам. Так, наличие полосы колебаний ОН-группы при 3200-3660 см⁻¹ позволяет отнести вещество к спиртам, фенолам или карбоновым кислотам. Наличие полосы карбонильной группы в области 1700 см⁻¹ свидетельствует о том, что это вещество — альдегид, кетон, сложный эфир или карбоновая кислота (таблица 9).

Ввиду наличия множества вариантов отнесения полос следует перебрать все возможные структуры. Для более детального отнесения можно использовать компьютерные системы интерпретации ИК-

спектров, рассматривающие все важнейшие характеристики спектров в их взаимосвязи.

Таблица 8. Типичные области ИК-спектра, применяемые для идентификации различных классов лакокрасочных покрытий

Колебания	Класс вещества	Длина волны, см ⁻¹
-С-Н валентные	Алифатические углеводороды	2800-3000
-С-Н валентные	Ненасыщенные углеводороды	3000-3100
-С=C- валентные	Алкены	1630-1680
-С=C- валентные	Ароматические соединения	1500-1600
-С≡С- валентные	Алкины	2100-2260
-С-Н веерные	Алкены и ароматические соединения	700-1000

Таблица 9. Типичные области частот колебаний функциональных групп

Функциональная группа	Волновое число, см ⁻¹	Интенсивность
О - Н	3200-3650	Переменная
Н - Н	3300-3500	Средняя
С - О	1050-1300	Сильная
С = О	1690-1760	Сильная
NO ₂	1300-1370	Сильная

Для ЛКП на основе гидрофобных растворителей (НЦ, МА, ПФ и др.) наиболее информативным является спектральный диапазон 3000-1200 см⁻¹. В области волновых чисел менее 1200 см⁻¹ на полосы пленкообразователя налагаются полосы поглощения пигментов, поэтому использовать ее в аналитических целях затруднительно (рисунок 55).

В отличие от указанных типов ЛКП, при исследовании остатков воднодисперсионных красок более целесообразно анализировать диапазон 2000-400 см⁻¹.

На качественном уровне проследить изменение функционального состава ЛКП при пиролизе можно непосредственно по спектрам.

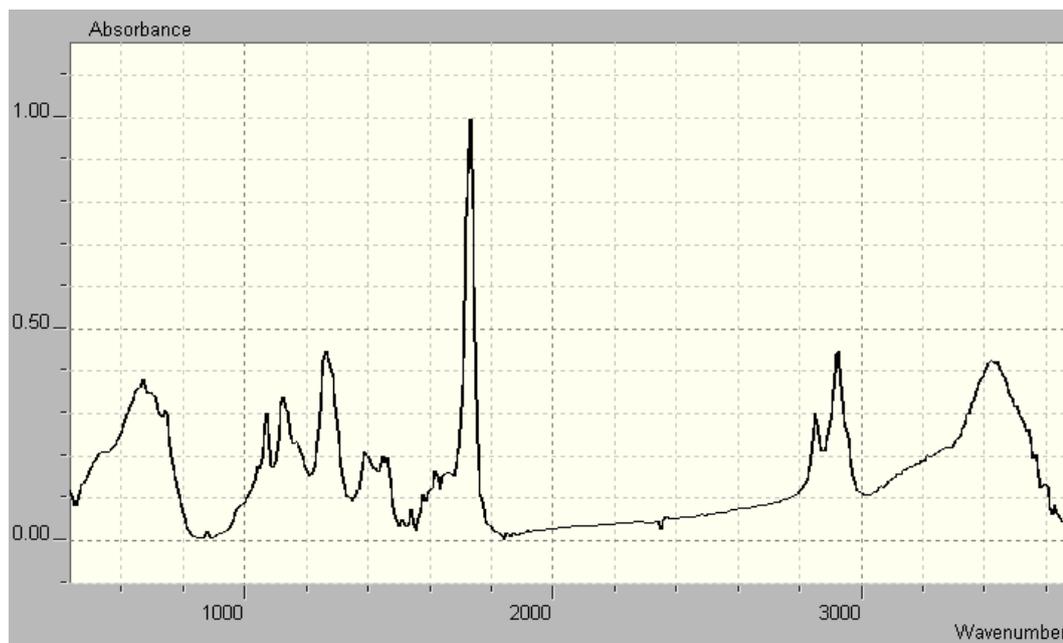


Рисунок 55. ИК-спектр эмали ПФ-123

На их ИК-спектрах НЦ покрытий уже при нагреве до 200 °С заметно снижается интенсивность линий связанных с нитрогруппами (1650 см⁻¹).

Начиная с определенных температурных границ, в спектрах покрытий снижается интенсивность полос поглощения карбонильных групп (1740 см⁻¹), сложно-эфирных групп (ПФ, НЦ, 1280 см⁻¹). Уменьшаются, вплоть до полного исчезновения, полосы поглощения металлических и метиленовых групп в интервале 3000-2800 см⁻¹. При температурах пиролиза выше 500 °С на спектрах большинства покрытий остается лишь широкая полоса поглощения пигментов и наполнителей в области 900-400 см⁻¹.

Полученные данные о свойствах ЛКП наносятся на план места пожара в соответствии с точками отбора проб для выявления зон термических поражений, а затем и очаговой зоны.

Исследование после пожара отложений копоти.

Копоть - субстанция, присутствующая практически на любом пожаре. Характер закопчения строительных конструкций, и свойства копоти могут дать немало важной информации об условиях горения и прогрева конструкций, направлениях конвективных потоков, а, следовательно, и о месте расположения очага пожара.

Свойства и состав копоти в значительной мере зависят от условий горения, сложившихся на пожаре (воздухообмен, температура в зоне горения и в объеме помещения, температура поверхности ограждающих

конструкций), а также от интенсивности и длительности прогрева уже осевшей копоти. Копоть включает в себя экстрагируемые органические соединения (ЭОС), углеродистые частицы (сажу) и зольные элементы.

Экстракты копоти являются многокомпонентными смесями, содержащими насыщенные и ароматические углеводороды, а также дегидрированные полиароматические соединения с высокой степенью ароматизации, в состав которых помимо углеводов входят гетерогенные органические соединения. Условия образования копоти влияют на компонентный состав экстрагируемых органических соединений.

При низкотемпературном пиролизе, тлении (гетерогенном горении), при сгорании материалов в условиях недостатка воздуха количество жидких и газообразных продуктов горения значительно возрастает, а образовавшаяся копоть даже визуально более влажная, насыщенная конденсированными продуктами сгорания. Практики называют ее «жирной». В меньшем количестве и более «сухая» копоть образуется при высокотемпературном пиролизе и избытке окислителя.

Рассматривая явление образования закопчений на пожаре, следует учитывать материал и температуру конструкций, их конфигурацию, интенсивность и размеры зоны горения, конвективный режим (скорость массообмена и температуру дымовых газов).

Образование наслоений копоти напрямую связано с направлением и скоростью дымовых потоков. Более смолистые и тяжелые частицы садятся на поверхности ограждающих конструкций ближе к зоне горения. При высокой скорости конвективного потока включаются инерционные, аэродинамические механизмы осаждения. При этом наибольшее количество копоти образуется в местах выступов, сужений и других препятствий выходу дыма.

В ряде случаев уже по результатам визуального осмотра закопчений можно сделать выводы о путях движения дымовых потоков, режиме горения и зонах наиболее интенсивного прогрева конструкций. Одним из очаговых признаков является в частности, локальное выгорание копоти над очагом. Однако, достаточно часто, особенно на пожарах в помещениях большого объема с относительно невысокой или несклонной к интенсивному горению пожарной нагрузкой, при затрудненном воздухообмене и т.п. ситуациях, температура на перекрытии над очагом не достигает температуры, необходимой для выгорания копоти и все помещение оказывается более-менее равномерно закопченным.

Конвективные потоки несут с собой сажевые частицы, которые осаждаются не только по ходу следования, но и рассеиваются, осаждаясь на окружающих, более холодных конструкциях и предметах, в результате чего визуальные признаки «трассы» конвективного потока могут нивелироваться и исчезнуть вовсе. В таких случаях требуется проведение инструментальных исследований.

При осмотре следует отмечать сравнительную степень закопчения конструкций (указывая субъективное ощущение цвета), направленность ее усиления, уделяя особое внимание локальным участкам, которые обладают аномально высокой либо, наоборот, низкой интенсивностью закопчения относительно общей площади. Должны быть очерчены зоны, в которых слой копоти отсутствует, либо нарушен. Необходимо указывать точные координаты таких зон, устанавливать причины образования этих зон, что может быть связано с локальным выгоранием копоти от воздействия температуры интенсивного очага горения, либо с воздействием воды при тушении. После этого выделяют зону непосредственного теплового действия пожара и разбивают её на участки горения и задымления (где конструкции закопчены, но собственно горения не было) с учётом информации о расположении пожарной нагрузки, развитии пожара и ходе тушения. Дополнительно к протоколу осмотра наряду со схемой места пожара следует оформить схему закопчений с указанием мест отбора проб копоти.

Выбор зон инструментального исследования осуществляется по результатам визуального осмотра. В зависимости от задач экспертного исследования, могут применяться такие способы изъятия пробы копоти, как соскоб шпателем, сметание кистью, сбор смоченным растворителем тампоном, сбор на ленту с липким слоем. В качестве основного способа пробоотбора следует принять соскоб шпателем, т.к. он позволяет отбирать наиболее представительную пробу с любой поверхности независимо от того, насколько плотно села копоть. Наиболее целесообразен отбор проб во множестве точек (15-20 и более) и по всей зоне пожара. Это воссоздает объективную картину развития пожара.

Исследование проб копоти может быть проведено весовым методом, методами спектрального анализа, кондуктометрии, колориметрии, жидкостной и тонкослойной хроматографии.

Для оценки общего содержания экстрагируемых органических соединений в массе копоти может быть применен весовой метод, по результатам которого можно оценить как режим горения и среднеинтегральную температуру в зоне горения, так и зоны наибольшего прогрева. В самом общем случае, массовое содержание

ЭОС в копоти более 50 % может свидетельствовать о преобладании на пожаре режима гетерогенного горения (тления), временами переходящего в слабое пламенное.

При поиске зон интенсивного прогрева конструкций целесообразно использовать очень простой и доступный метод колориметрии, позволяющий дифференцировать экстракты по степени окрашенности. Экстракты копоти имеют визуальную различимую окраску – от светло-желтой до коричневой. При визуальной оценке окрашенности компонентов копоти экстракты концентрируют, приводят к нормированному объему (1мл) и оценивают по десятибалльной шкале, в начале которой расположен наиболее светлый экстракт, а в конце – наиболее интенсивно окрашенный. Результаты оценки наносят на схему места пожара и объединяют в зоны. Рекомендуется применять для колориметрии лабораторные приборы (оптимальный диапазон регистрации пропускания 360-500 нм), позволяющие проводить количественные измерения и объективизировать незначительные различия в окраске экстрактов.

Изменения в компонентном составе ЭОС в зависимости от режима горения и вторичного прогрева могут быть исследованы хроматографическими методами. Методы молекулярной спектроскопии в инфракрасной и ультрафиолетовой областях спектра, основанные на свойстве химических соединений (молекул) избирательно поглощать проходящие через них излучения, дают возможность обнаружить наличие в экстрактах копоти алифатических и ароматических углеводородных фрагментов, а также кислородсодержащих (гидроксильных, карбонильных, карбоксильных, эфирных), хлорсодержащих, азотсодержащих, серосодержащих функциональных групп. Одним из наиболее чувствительных и эффективных методов обнаружения и идентификации полиядерных ароматических углеводородов, входящих в состав копоти, является флуоресцентная спектроскопия.

Анализ копоти на несгораемых конструкциях может удачно сочетаться с исследованиями материалов, из которых данные конструкции изготовлены. Так, например, исследование проб копоти, отобранных со стальных конструкций, позволяет исследовать температурные зоны до 600-650 °С. Выше этих температур копать выгорает, но именно с 650-700 °С на поверхности стали начинает образовываться слой высокотемпературного окисла - окарины, исследование которого позволяет определять температуру и длительность теплового воздействия в данной высокотемпературной

зоне. Таким образом, методики исследования копоти и окалины на сталях дополняют друг друга и обеспечивают возможность экспертного исследования во всем характерном для пожара диапазоне температур. Аналогичным образом ситуация разрешается при сочетании исследования копоти с исследованием оштукатуренных, кирпичных стен, бетонных и железобетонных конструкций, изготовленных методом литья в опалубку и др. Для таких конструкций, не имеющих до пожара однородных акустических характеристик и потому не исследуемых методом ультразвуковой дефектоскопии, также не существует инструментальных методов, эффективных в низкотемпературной области.

Задача установления природы сгоревших на пожаре материалов пока не имеет в условиях реального пожара однозначного решения. Однако в частных случаях полезную информацию путем исследования копоти получить удастся. Для этого могут быть применены методы анализа экстрактов копоти или элементного состава зольной части копоти. В частности, может быть проведен рентгенофлуоресцентный анализ копоти. Соотношение линий Zn/Pb, Br/Pb, Br/Zn и некоторых других элементов может быть использовано для установления принадлежности копоти к конкретному сгоревшему материалу. Так, например, по факту наличия в копоти соединений свинца, можно констатировать использование в качестве инициаторов горения при поджоге этилированных бензинов.

Признаком горения галогенсодержащих веществ (например, поливинилхлорида) является остаточное содержание в копоти галогенов, определяющееся элементным анализом, а также соответствующих полос поглощения в ИК-спектрах экстрактов копоти. При горении азотсодержащих веществ и материалов в ИК-спектрах копоти могут сохраняться следы полос, свойственных соединениям азота. У копоти, образовавшейся при сгорании полистирола явно выражена полоса поглощения несопряженных ароматических С-С связей, присущих исходному материалу.

6.7 Сопоставление и анализ материалов, получаемых в ходе различных этапов установления очага пожара

Предварительный вывод об очаге пожара формируется на основании целого комплекса данных, среди которых центральное место занимают:

1) результаты визуального исследования конструкций и предметов в зоне очага, оценка степени их термического поражения, и выявленные на этой основе очаговые признаки;

2) информация, полученная на основе результатов инструментального исследования материалов и конструкций.

Разные инструментальные методы способны давать информацию в различных интервалах температурного воздействия на пожаре. Температурные границы информативности методик исследования различных материалов и их обгоревших остатков примерно следующие (рисунок 56).

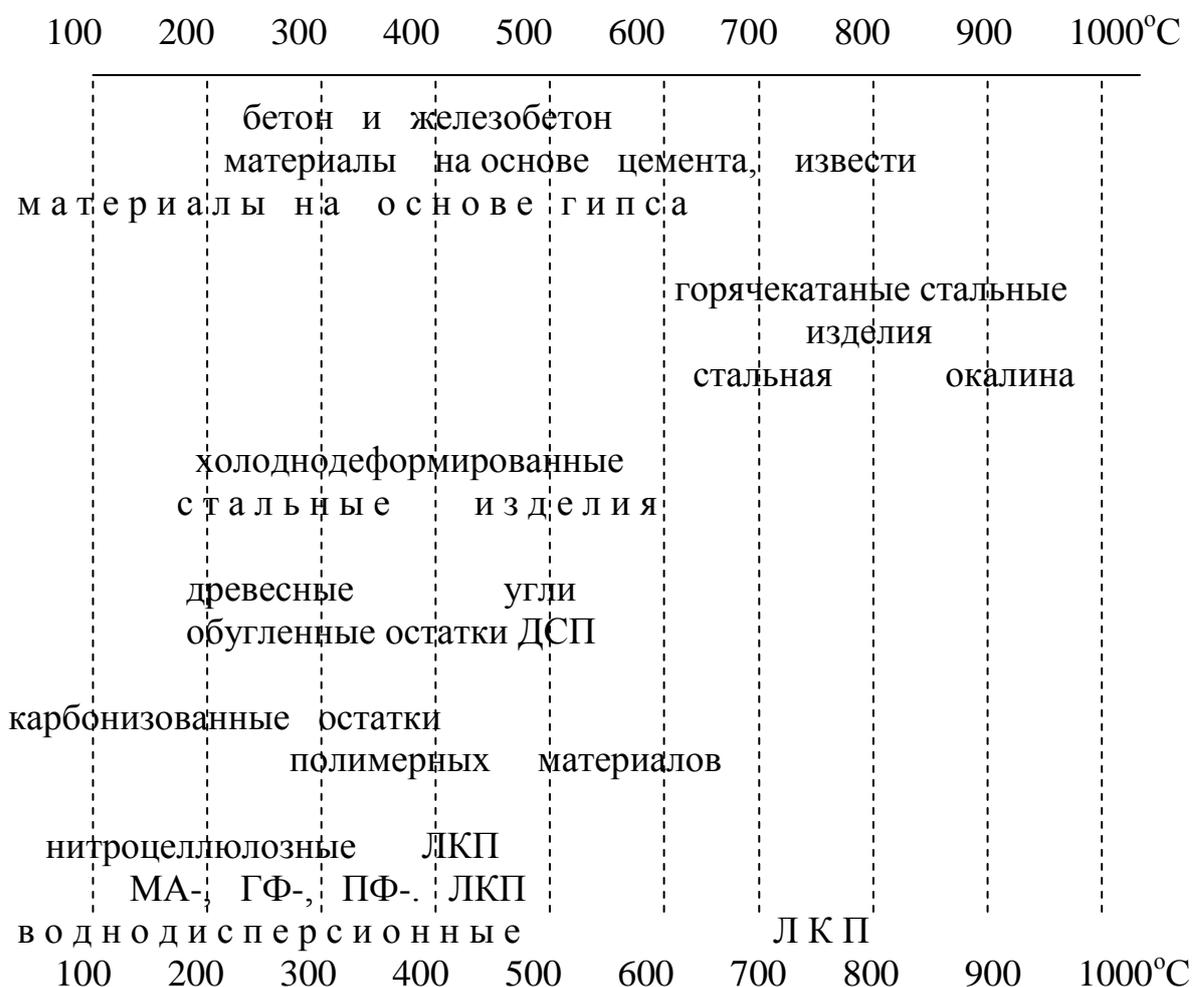


Рисунок 56. Схема диапазонов температур изменений материалов

Среди источников дополнительной информации об очаге пожара можно выделить:

- 1) показания свидетелей;
- 2) архитектурно-планировочные особенности здания (сооружения);

- 3) пожароопасные характеристики материалов, которые имелись на сгоревшем объекте и их распределение по зданию (помещению);
- 4) характерные особенности пожаротушения;
- 5) косвенные признаки очага, а также другие факторы. (рисунок 57)

Выводы, сделанные на основании указанной информации может считаться лишь предварительными, поскольку представляют собой на начальном этапе только рабочую гипотезу, необходимую, чтобы сориентироваться в поисках источника зажигания и выдвинуть отдельные версии о причине пожара.



Рисунок 57. Основные блоки информации, необходимые для установления очага пожара.

Показания свидетелей.

К сожалению, показания свидетелей при расследовании пожара часто оказываются одним из основных источников информации о месте его возникновения. Поэтому очень важен квалифицированный допрос (опрос) свидетелей. Это позволяет получить необходимую для установления очага и причины пожара информацию и оценить ее достоверность. Последнее особенно необходимо, когда свидетели являются заинтересованными лицами, что, например, часто бывает при пожарах на производстве.

На начальной стадии пожара персонал предприятия часто пытается ликвидировать горение своими силами. Кроме того, на предприятии часто звонят не по «01», а в местную охрану. А та, как

правило, не вызывает пожарных, а бежит сама удостовериться, что и где горит. Время уходит; и желание скрыть эту потерю выливается в рассказы о невиданной скорости распространения горения, внезапности, катастрофической форме и масштабах случившегося, взрывах и т.п. Извлечь из этого нагромождения катаклизмов истину бывает непросто. Да и у незаинтересованных свидетелей стресс пожара также вызывает невольное преувеличенное восприятие всего происходящего.

Тактика и приемы опроса и допроса свидетелей подробно рассмотрены в предыдущей главе. Можно лишь добавить к этому несколько рекомендаций скорее психологического свойства.

Надо постараться добиться от свидетелей максимума подробностей- где и когда почувствовали дым, увидели дым, пламя или отсветы пламени (что не одно и то же, поэтому требует уточнения), цвет пламени, размеры фронта или факела. Если свидетели говорят, что был взрыв - пусть сравнят силу звука с какими-то другими явлениями; выяснить были ли признаки ударной волны.

Необходимо уточнить позицию, откуда указанные явления были замечены. Желательно, чтобы свидетель нарисовал схему, пометив свое место расположения.

Время обнаружения тех или иных явлений, желательно выяснять с их «привязкой» к другим событиям (конкретным радио- или телевизионным передачам, регулярным явлениям и т.д.).

Принцип привязки показаний свидетеля к конкретным событиям и обстоятельствам очень важен при расследовании любого преступления, в том числе и пожара. Поэтому, когда свидетель говорит, например, что увидел пламя в окне или почувствовал запах дыма в 10 часов, надо уточнить у него, почему он думает, что было именно 10 часов, а не 9-50 или 10-20? Смотрел ли свидетель на часы, что передавали по радио или телевидению, не происходило ли в это время каких то других запомнившихся событий?

При расследовании пожара в гостинице «Ленинград» показания десятков людей о времени обнаружения горения были крайне противоречивы. Более-менее стройную картину развития событий удалось восстановить, только взяв за основу несколько показаний, которые имели «привязку» к другим событиям - показания швейцара, узнавшего о начавшемся пожаре через 2-3 минуты после того, как по радиостанции «Маяк» прозвучал сигнал точного времени и диктор объявил об этом; показания ассистента режиссера киностудии «Ленфильм», который, по его словам, вошел в гостиницу ровно в 8 часов и уверенно подтвердил это ссылкой на электронные часы,

висящие над входными дверями в гостиницу, на которых в этот момент «перещелкивались нули и появились цифры 8-00».

Признаки, косвенно указывающие на место расположения очага пожара, могут быть, в зависимости от места и обстоятельств пожара, самыми разнообразными. К ним, в частности, можно отнести:

- 1) отдельные явления, отражающие процессы горения на пожаре;
- 2) поведение технических устройств, действующих на момент возникновения пожара, остановка часов, срабатывание устройств электрозащиты, в том числе на центральных подстанциях, нарушение телефонной связи;
- 3) реакция людей и животных на факт пожара.

Не меньше информации может дать и факт продолжения работы указанных устройств в тех или иных зонах пожара до определенного момента времени.

Отдельные явления, отражающие процессы горения.

Указанный признак лучше всего продемонстрировать примером, приводимым Б.В. Мегорским. При допросе свидетелей по обстоятельствам одного из пожаров выяснилась, что за 10- 15 минут до обнаружения пожара на складе, женщина, проходившая мимо здания, видела, как из водосточной трубы стекает струйкой вода. В этом не было бы ничего удивительного, если бы не одно обстоятельство: стояла зима и температура воздуха была минус 13 °С!

Таяние снега оказалось первым замеченным и зафиксированным по времени проявлением начавшегося пожара. Свидетельница не придавала этому значения, все всплыло случайно, в ходе опроса очевидцев после пожара.

Выявленный признак такого рода может помочь и в поисках очага пожара; ведь если горения еще никто не видит, а из одной из водосточных труб течет вода, значит, в зоне расположения именно этой трубы происходит некий процесс, приводящий к таянию льда. Дознавателю явно стоит проявить любопытство и выяснить, откуда текла вода и как она там оказалась.

Возможны, вероятно, и другие признаки и явления, сопровождающие начавшийся процесс горения и выдающие сам факт его протекания.

Поведение технических устройств.

После пожара всегда полезно разобраться, сработали ли при пожаре датчики пожарной сигнализации, спринклерные и другие системы автоматического пожаротушения, в каких помещениях это произошло и когда, в какой последовательности. Инженер ИПЛ обязан

делать это в соответствии с Наставлением о работе ИПЛ безотносительно поисков очага и установления причины пожара. Однако пригодится эта информация и непосредственно при поисках очага. Естественно предположить, что первым должен сработать датчик (или устройство), наиболее близкое к очаговой зоне, а дальнейшая последовательность срабатывания должна соответствовать путям и направленности распространения горения.

Срабатывание устройств электрозащиты.

Не менее полезно изучить, как сработали автоматы защиты электросети пострадавших от пожара помещений. В частности, такая информация была использована при расследовании пожара, произошедшего 14 марта 1998 года в здании Российского государственного научно-исследовательского и проектного института Урбанистики.(рисунок 58)



Рисунок 58. Здание Российского государственного научно-исследовательского и проектного института Урбанистики после пожара.

Горение во время пожара происходило в различных помещениях и коридорах, расположенных на 1÷14 этажах здания. Электропроводка во многих помещениях здания была выполнена с нарушениями Правил пожарной безопасности. Без согласования с органами Госпожнадзора в институте проводились перепланировки, устанавливались сгораемые перегородки, для создания помещений под офисы. За неуплату в институте было отключено водяное отопление, и в служебных помещениях сотрудники использовали различные электрические удлинители, электробытовые приборы (чайники, кипятильники, электронагревательные приборы и пр.).

Тушение проходило при включенной электропроводке. При попадании воды на включенные электроприборы (компьютеры, факсы, ксероксы, телефоны) возникали вторичные очаги пожара. Вследствие падения во двор кусков горящего стеклопластика и утеплителя произошло возгорание мусора на первом этаже и распространение огня через системы вентиляционных коммуникаций. Множественность очагов очень затрудняло установлению первоначального очага пожара. Стали возникать вторичные короткие замыкания в электрических и осветительных приборах, находящихся под напряжением.

При осмотре электрических щитов с первого по седьмой этажи удалось по автоматическим выключателям, находящихся в режиме «аварийного отключения» определить помещения, где возникали вторичные очаги пожара.

Остановка часов

При нагреве в ходе пожара находящиеся в помещениях часы, как правило, останавливаются. Механические - по причине температурной деформации отдельных деталей и узлов; электрические - по причине того, что обгорают и закорачиваются питающие их электропровода. Поэтому по времени на часах можно установить, в какое примерно время горение началось или перешло в то или иное помещение. Это обстоятельство дает возможность проследить, где возникло горение и какими путями оно развивалось.

Особенно эффективен такой путь поисков очага на объектах, где имеются множество небольших по объему помещений, оборудованных часами, например, на морских и речных судах.

Реакция людей и животных.

Признаки, сформировавшиеся в результате реакции на возникшее горение людей и животных, можно разделить на две группы:

- 1) признаки тушения пожара первичными средствами.

Первичные средства тушения, примененные жильцами дома или персоналом предприятия - ведра, огнетушители, развернутые рукава внутренних пожарных кранов - обычно никто не успевает убрать, они остаются в очаговой зоне и могут быть там обнаружены при осмотре места пожара;

2) расположение трупов на месте пожара.

И человек, и животные, если во время пожара они способны передвигаться, стараются спастись и инстинктивно забиваются в самый дальний от места горения угол. Поэтому, в случае гибели, трупы обычно находятся в наиболее удаленных от очага местах, головой в сторону от него, либо там, где еще есть возможность дышать - на уровне пола, ближе к двери, окнам.

Все перечисленные выше косвенные признаки - это дополнительная «информация к размышлению» эксперта. Сами по себе они вряд ли могут быть основанием для выводов о месте расположения очага, но они существенно дополняют имеющиеся объективные данные.

Оценка результатов работ по установлению очага пожара при его реконструкции

Выявленные в результате визуального осмотра и инструментальных исследований зоны распределения термических поражений необходимо сопоставить с *распределением пожарной нагрузки* по помещению (помещениям) (макрозоны), а расположения конкретных сгораемых объектов с отдельными локальными микростолами (если они существуют). При трактовке полученных результатов и формировании выводов об очаге нужно учесть *архитектурно-строительные особенности здания, направление ветра и воздушных потоков и другие местные факторы*, индивидуальные для каждого пожара; к этому добавляются рассмотренные выше косвенные признаки, показания свидетелей и, таким образом, формируются предварительные выводы об очаге.

После этого наступает заключительный и важнейший этап исследования – реконструкция пожара. Под реконструкцией пожара принято понимать восстановление событий пожара - от возникновения до ликвидации - во времени и в пространстве, на основе информации, получаемой путем исследования последствий пожара и других сведений (показаний свидетелей, данных об объекте, на котором произошел пожар и др.). Это ответственнейшая стадия исследования и экспертизы пожара, позволяющая связать в единую цепь все происшедшее на пожаре и выявить причинно-следственные связи, лежащие в основе протекания этих событий. На стадии реконструкции могут быть

отведены, как не вписывающиеся в общую картину возникновения и развития горения, уже сделанные предположения об очаге и причине пожара; могут возникать и ситуации, когда реконструкция позволяет выявить дополнительные очаги пожара, на основании того, что развитием из одного выявленного очага невозможно описать наблюдаемые последствия пожара. При реконструкции пожара любая информация о пожаре полезна - как объективная, полученная исследованием материальных объектов, присутствующих на месте пожара, так и субъективная (показания свидетелей и др.), но особенно важна первая, получаемая путем визуального осмотра и инструментальных исследований.

Получаемые с помощью инструментальных исследований данные могут быть использованы для решения и некоторых частных вопросов, возникающих при реконструкции пожара. Так, например, сведения о направленности основных конвективных потоков позволяют определить, были закрыты (или открыты) при пожаре двери, окна, прочие проемы; а если открыты, то до пожара или на какой стадии пожара это произошло.

Существенную экспертную проблему представляет при экспертизе пожаров исследование разбитых стекол - были ли они разбиты до пожара (в этом случае возможно имело место проникновение или заброс источника зажигания), разрушены в ходе пожара механически или лопнули за счет перегрева.

При установлении причины пожара могут быть использованы данные о температурном режиме и характере горения (тление, пламенное горение различной интенсивности) в очаговой зоне. Известно, что при источниках зажигания различной мощности характер возникновения и развития горения на начальной стадии может быть различен. Так, например, при возникновении пожара от тлеющего табачного изделия и других источников зажигания малой мощности периоду пламенного горения предшествует период тления, иногда достаточно продолжительный. При поджогах с применением инициаторов горения температурный режим в зоне горения выше обычного.

Формирование окончательного вывода происходит путем синтеза информации в сознании дознавателя или эксперта. Персональный компьютер заменить его на этом самом ответственном этапе работ пока бессилён. Сегодня ПЭВМ способны решать только частные задачи (расчетные, информационной поддержки эксперта и др.), а

компьютерные экспертные системы с функциями искусственного интеллекта появятся в пожарно-технической экспертизе, видимо, еще не скоро.

В противовес формальным методам решения задач, опирающимся на точные математические модели (вплоть до полного ненаправленного перебора всех возможных альтернатив), ориентация познавательных принципов в экспертных исследованиях направлена на применение эвристических методов, использующих творческий подход. Опыт исследователя является при этом важнейшим источником информации, и лишь в ограниченной степени может быть формализован.

В экспертной практике сложилось понятие внутреннего убеждения эксперта, под которым понимают психическое состояние, возникающее в результате свободной оценки результатов исследований на основе твердой уверенности в истинности достигнутых результатов. При этом считается, что внутреннее убеждение эксперта объективно отражает состояние доказанности факта.

Эвристические методы не всегда обеспечивают полного решения поставленной задачи, но зато значительно сокращают время достижение цели. К тому же, при производстве экспертных исследований таких сложных объектов, какими являются места пожаров эвристические методы часто остаются единственно возможными ввиду отсутствия полного комплекса исходных данных.

После отработки выдвинутых версий и установления предполагаемого источника зажигания (причины пожара) наступает еще одна, заключительная, важнейшая стадия - реконструкция процесса возникновения и развития горения (пожара), которая должна проводится в соответствии с учетом законов горения. На этой стадии воссоздается (реконструируется) картина пожара исходя уже не только из предполагаемого очага (очагов) пожара, но и источника зажигания, данных о динамике развития горения. И только после того, как все данные увяжутся в единое целое, а отдельные промежуточные выводы и факты не будут противоречить друг другу, можно будет формулировать окончательные выводы об очаге и причине пожара.

Фиксация признаков аварийных режимов в электросетях.

Экспертам - практикам хорошо известно, что, если в электросети на пожаре обнаружено несколько мест с признаками воздействия на провода электродуги, то первичным, как правило, оказывается короткое замыкание в точке, наиболее удаленной от источника тока.

В американской пожарно-технической литературе отмечается, что это самый перспективный путь расследования пожаров в транспортных средствах.

Для того чтобы найти очаг пожара по этому методу, признаки, оставленные электродугами, наносят на схему электросети на месте пожара. Затем рассматривают места коротких замыканий, расположенные в одной цепи. При возникновении короткого замыкания в единой цепи в месте, ближайшем к источнику питания, вся последующая цепь должна обесточиться, даже в случае несрабатывания аппарата защиты. Следовательно, возникновение признаков электродуги в удаленных от рассмотренного участка местах становится невозможным.

Принято считать, что наличие нескольких очагов пожара является одним из квалификационных признаков поджога. Нужно, однако, иметь в виду, что ситуация, когда на месте пожара обнаруживается несколько внешне не связанных между собой очагов пожара, может возникнуть и по причине, не связанной с умышленным инициированием горения. Одной из таких причин является аварийный режим в электрической сети, связанный с обрывом нейтрали. Причем возможны следующие варианты.

1. Появление повышенного напряжения в электросети здания или его части, вызванное обрывом нейтрали, приводит к загоранию нескольких включенных в сеть электропотребителей и образования, соответственно, нескольких очагов пожара, иногда в разных помещениях, секциях и этажах дома.
2. Уже в ходе пожара нарушение целостности нейтрали приводит к перекосу фаз и возникновению изолированных друг от друга очагов горения.

Обе ситуации неоднократно встречались в экспертной практике, но не всегда и не сразу правильно оценивались. Риск их возникновения в последние годы значительно возрос из-за снижения надежности электросетей, а также увеличения числа бытовой техники, постоянно находящихся во включенном состоянии, в том числе в так называемом «режиме ожидания». Пожароопасный процесс может возникнуть и развиваться в разных ситуациях; рассмотрим в качестве примера одну из них (рисунок 59).

Электроснабжение потребителей осуществляется от подстанций, имеющих трехфазные трансформаторы переменного тока, первичным напряжением 380 В. Обычно используется соединение источников и приемников электроэнергии звездой с нейтралью. Между фазами

напряжение 380 В, между фазой и нейтралью – 220 В. Предполагается, что каждая фаза имеет приблизительно одинаковую нагрузку. В этом случае напряжение на зажимах потребителя одинаково и составляет 220 В, а ток, протекающий через нейтраль практически равен нулю. При неравномерной нагрузке в фазах ток в нейтрали резко возрастает. А при обрыве нейтрали возникает перекося напряжения, который и может привести к возникновению пожара.

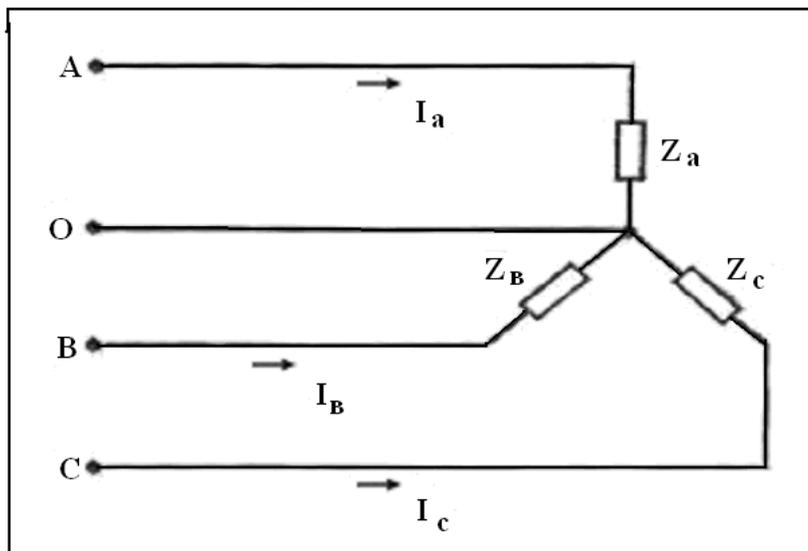


Рисунок 59. Схема возникновения аварийного режима в электрической сети, связанного с обрывом нейтрали.

Для примера рассмотрим следующую ситуацию (рис. 13). В ночное время в фазах АО и ВО остались включенными бытовые приборы (телевизоры, холодильники, аудио системы). А в фазу СО включили мощный нагревательный элемент (сторож решил погреться). Допустим, что электрическое сопротивление в фазе СО $Z_c=10$ Ом, а в фазе АО $Z_a=100$ Ом (на порядок выше). Тогда при обрыве нулевого провода (нейтрали) ток между фазами АС $I_{ac} = 380 / (Z_c + Z_a) = 3,5$ А. Тогда напряжение на нагрузке в фазе С будет $U_c = I_{ac} * Z_c = 35$ В, а в фазе А - $U_a = 380 - U_c = 345$ В. Бытовые приборы в фазе А окажутся включенными на повышенное напряжение. Электрической защитой в таких приборах являются предохранители, рассчитанные на токи коротких замыканий (как правило, более 5 А). Повышенное напряжение может привести к перегреву трансформаторов, дросселей или резисторов, которые и могут послужить источниками зажигания. При этом возможно самопроизвольное включение телевизора, находящегося в режиме ожидания, вследствие бросков тока в силовой цепи. Тогда повышенное напряжение питания приводит к аварийному режиму и воспламенению в блоке строчной развертки.

Далее возможно развитие пожара по следующему сценарию. Короткое замыкание, вызванное пожаром в районе фазы АО приведет к тому, что на нагрузке фазы СО Z_c , будет 380 В ($Z_a=0$). Это, в свою очередь, может послужить причиной возгорания электрического оборудования в фазе СО. В результате возникнут два или более независимых очага пожара.

6.8. Использование результатов традиционных криминалистических экспертиз при исследовании пожаров

Как уже говорилось выше, основания и порядок назначения судебных экспертиз по уголовным и гражданским делам, делам об административных правонарушениях определяются УПК, ГПК, АПК и КоАП, а также Федеральным законом от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации». Эти нормативные акты устанавливают права и ответственность лиц, принимавших участие в производстве судебной экспертизы, их правоотношения, содержание составляемых при этом основных процессуальных документов, регламентируют и другие вопросы, связанные с порядком назначения и производства экспертизы.

Сравнительный анализ статей вышеназванных нормативных актов в части, касающейся судебных экспертиз, показывает, что основания и порядок назначения судебной экспертизы, права и ответственность эксперта, условия назначения повторных и дополнительных экспертиз во всех кодексах достаточно близки.

Методы судебно-экспертной деятельности базируются на соответствующих научных методах, зависят от характера и свойств объекта исследования и основываются на опыте решения конкретных экспертных задач, в том числе на алгоритмических правилах и разработанных самим экспертом эвристиках.

Таким образом, в практической судебно-экспертной деятельности могут применяться те же методы, что и в научном исследовании, если их использование не противоречит требованиям законности и этическим нормам, т. е. отвечает принципу допустимости в его общей форме. В остальном же судебный эксперт практически не ограничен в выборе средств и методов исследования при условии соблюдения общих правил работы с доказательствами.

Каждый из методов исследования имеет свои преимущества и ограничения в применении. Каждый из них выражает какую-то

существенную сторону, черту познавательного процесса. В реальном процессе познания все методы взаимосвязаны, взаимодействуют и взаимно дополняют друг друга. В то же время арсенал средств и методов, применяемых при производстве судебных экспертиз и исследований, постоянно расширяется за счет применения новых методов исследования вещественных доказательств, обогащается новыми приборами и аппаратурой.

Существует две точки зрения по поводу правомерности применения в уголовном судопроизводстве научно-технических средств и методов. Представители первой из них, например **Гончаренко В.И.**, считают возможным использование только тех средств и методов, которые прямо указаны в законе, или, во всяком случае, считают необходимой жесткую процессуальную регламентацию большей их части, за исключением имеющих сугубо подсобное значение.

Представители второй точки зрения, например **Белкин Р.С., Селиванов Н.А.**, полагают, что правомерность того или иного средства или метода должна определяться, исходя из общих принципов допустимости научно-технических средств и методов в судопроизводстве. В процессуальном законодательстве невозможно поместить исчерпывающий перечень научно-технических средств, что объясняется их многочисленностью, неоднозначностью и постоянным, в силу перманентности научно-технической революции, совершенствованием. Вторая точка зрения представляется нам более правомерной.

Законность и этичность метода. Поскольку метод используется в сфере судопроизводства, объектами исследования могут быть не только предметы, но и люди. Поэтому возможно применение только таких методов, которые отвечают конституционным принципам законности и нравственным критериям общества, т. е. не ущемляют права граждан, не унижают их достоинства, исключают угрозу и насилие и не приводят к нарушению норм процессуального права. Должна соблюдаться процессуальная форма заключения эксперта и все требуемые для нее реквизиты. В соответствии с ГПК, АПК, УПК эксперт должен поставить свою подпись, удостоверяющую, что он предупрежден об ответственности по ст. 307 УК за дачу заведомо ложного заключения. Полученные в результате применения экспертных методов иллюстративные материалы (спектрограммы, негативы, фотоснимки, диаграммы и др.) должны быть оформлены как приложения к заключению эксперта.

Наиболее важным при выборе методов и средств при производстве экспертных исследований является **научность** методов, средств и специальных знаний. Одно из требований научной состоятельности методов, используемых в производстве судебных экспертиз, — это научная обоснованность методов и достоверность получаемых с их помощью результатов. Положительные ответы на вопросы о соответствии средств и методов этим требованиям должны содержаться в той науке, из которой заимствованы эти методы и средства и где они испытаны первоначально.

3. Большое значение имеет **точность** результатов, которая тем выше, чем меньше разница между измеренной и истинной величиной.

Существенным критерием является **надежность** результатов, возможность их проверки, повторимость экспертизы, что связано в первую очередь с использованием исправных и настроенных приборов и аппаратуры, проведением их гостировочной поверки в установленном порядке и регулярно в соответствии с инструкциями по эксплуатации.

Значимым при выборе того или иного метода является его **эффективность** для решения тех или иных экспертных задач. Для того чтобы метод был эффективным, он в первую очередь должен позволять в оптимальные сроки с наибольшей продуктивностью достигнуть намеченной цели. Во-вторых, метод должен быть рентабельным, т. е. затраченные силы и средства должны соразмеряться с ценностью полученных результатов. На практике сложные экспертные исследования в ряде случаев назначаются и производятся ради «украшения» дела, когда для раскрытия и расследования преступления этого вовсе не требуется, или для продления сроков производства по делу, его намеренного «затягивания».

6. Судебно-экспертные методы и средства должны быть **безопасны**, т. е. их применение не должно угрожать жизни и здоровью людей. Многие методы для своей реализации требуют высокого электронапряжения, использования вредных для здоровья реактивов или излучений, поэтому вопросы соблюдения техники безопасности очень важны. Особенно это актуально при использовании опасных для жизни и здоровья методов и средств вне лабораторий, когда судебные эксперты выступают в качестве специалистов при производстве следственных и судебных действий (например, при использовании в процессе обыска просвечивающих рентгеноустановок).

Классификация методов и методик судебно-экспертных исследований

Метод в широком смысле есть способ познания действительности, изучения явлений природы или общественной жизни, достижения какой-либо цели, решения задачи, т. е. определенным образом упорядоченная познавательная деятельность.

Для исследования каждого вида объектов в судебной экспертизе разрабатывается **методика судебно-экспертного исследования**, т. е. система категорических или, альтернативных научно обоснованных предписаний по выбору и применению в определенной последовательности и в определенных существующих или создаваемых условиях методов, приемов и средств (приспособлений, приборов и аппаратуры) для решения экспертной задачи.

В ИСО 5725 понятие «метод измерений» («measurement method») включает совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов с известной точностью.

Таким образом, **понятие «метод измерений» по ИСО 5725** адекватно понятию «методика выполнения измерений (МВИ)» по ГОСТ Р 8.563-96 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений» (пункт 3.1) и соответственно **значительно шире по смыслу, чем определение термина «метод измерений»** в «Государственной системе обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения» (пункт 7.2).

Поскольку в судебно-экспертной деятельности используются те же методы, что и в научных исследованиях, их систему можно представить совокупностью трех групп методов:

- 1) всеобщим диалектическим методом;
- 2) общенаучными методами;
- 3) специальными методами частных наук.

I. Всеобщий диалектический метод есть совокупность наиболее фундаментальных принципов и приемов, регулирующих всякую познавательную и практическую деятельность.

Поскольку законы материалистической диалектики имеют всеобщее значение и присущи любой форме движения материи: развитию природы, общества, мышления, то диалектический метод является всеобщим методом познания, равно применимым во всех разновидностях процесса познания. Важнейшее значение диалектического метода заключается в том, что он является базовым,

т. е. таким методом, на котором основаны и из которого вытекают все другие методы, применяемые для изучения и овладения предметом науки, изучения конкретных объектов познания — отдельных фактов и явлений объективной действительности.

II. Общие или общенаучные методы— это методы, используемые во всех (или, во всяком случае, в очень многих) науках и сферах практической деятельности.

1. Чувственно-рациональные методы, сочетающие в себе и чувственное и рациональное познание, поскольку воспринимается не просто сумма отдельных изолированных друг от друга элементов, а их совокупность, систематизированная определенным образом.

1) наблюдение, под которым понимают восприятие какого-либо объекта, явления, процесса, осуществляемое преднамеренно и целенаправленно с целью его изучения. Основное условие экспертного наблюдения — объективность, т. е. возможность контроля путем либо повторного наблюдения, либо применения иных методов исследования (например, эксперимента).

2) описание, при котором указывается признаки объекта, представленного на экспертизу. Оно имеет большое значение при производстве судебной экспертизы, причем подробно описывается упаковка вещественных доказательств, ее целостность, признаки ее нарушения, содержимое упаковки. Подробно описывается примененная экспертная методика, процесс экспертного исследования, использованная аппаратура, полученные результаты. С помощью описания производится обозначение, выражение и систематизация знаний.

3) сравнение— это сопоставление свойств или признаков двух или нескольких объектов экспертного исследования. Данный метод позволяет выявлять общее и особенное в явлениях, ступени и тенденции их развития. Объектами сравнения в судебно-экспертной деятельности могут быть конкретные материальные образования, мысленные образы, выводы и предположения, результаты действий и проч. Применение сравнительного метода исследования предполагает наличие не менее двух объектов сравнения.

Сравнение систематизирует знания и исключает их формальное усвоение. Чем полнее и всесторонне сравниваются между собой отдельные явления и факты, тем лучше они запоминаются. Сравнение является важнейшей предпосылкой, основанием для обобщения.

Практикой экспертных исследований выработаны следующие правила, определяющие эффективность метода сравнения:

а) сравнивать можно лишь взаимосвязанные, однородные и соизмеримые явления (объекты);

б) в сравниваемых явления (объектах) не следует ограничиваться установлением признаков сходства, но и выявлять признаки различия;

в) сравнение должно осуществляться прежде всего по существенным признакам.

4) эксперимент представляет собой изучение объекта, основанное на активном целенаправленном воздействии на него путем создания искусственных условий или использования естественных условий для выявления соответствующих свойств, характеристик и других особенностей объекта. Целью эксперимента является установление природы наблюдаемого явления, его сущности и происхождения, путей и методов управления им.

5) моделирование, суть которого состоит в замене объекта-оригинала моделью, т. е. специально созданным аналогом. Это могут быть модели предметов, устройств, систем, явлений и процессов. При этом под моделью понимается такая материальная или мысленно представляемая, идеальная система отображения моделируемого объекта, которая воспроизводит существенные признаки, свойства объекта-оригинала. К моделированию как методу судебно-экспертных исследований прибегают в тех случаях, когда изучение самого объекта, явления, процесса по тем или иным причинам невозможно или нецелесообразно. Например, при производстве судебной пожарно-технической экспертизы на экспериментальной установке моделируется система электрозащиты объекта. Далее производятся эксперименты по созданию аварийного режима и изучаются оплавленные электропровода и аппараты электрозащиты.

Частным случаем моделирования является **реконструкция**, т. е. восстановление первоначального вида, состояния, облика объекта по остаткам или письменным источникам.

2. Математические методы в судебно-экспертной деятельности объединяют: измерение, вычисление, геометрические построения, математическое моделирование.

При **измерении** путем сравнения исследуемой величины с однородной ей величиной, обычно принимаемой за единицу измерения и называемую мерой, устанавливают количественное соотношение известной и неизвестной величин. Различают прямые измерения и косвенные измерения. Объектами измерения являются различные характеристики предметов, явлений, процессов, такие как

размеры, масса, объем, температура, временные интервалы, скорость движения, спектральные характеристики и многое другое.

Для установления этих параметров в судебно-экспертной деятельности часто используются **вычисления**. Необходимы они и при проведении математического моделирования. Тесно связан с измерением другой общенаучный метод - **геометрические построения**, когда проведение непосредственных измерений затруднено (например, на месте происшествия имеется крутой обрыв и нельзя просто измерить расстояние между объектами).

3. Новая группа общенаучных методов, которые, тем не менее, активно внедряются в судебно-экспертную деятельность, — это **кибернетические методы** (не надо их путать с математическими, поскольку осуществление вычислений и математическое моделирование — это только часть задач, решаемых с помощью кибернетических методов). Новые информационные технологии, основанные на использовании этих методов, позволяют осуществлять поиск и автоматическую обработку информации (например, в базах данных), компьютерное моделирование (например, для реконструкции элементов вещной обстановки до события, сопряженного с большими ее изменениями, такими как взрывы, пожары, технологические аварии).

Специальные методы частных наук представляют собой современные методы судебно-экспертного исследования, основанные на интеграции новых технологий, использовании сложных приборных комплексов, компьютерной техники, и включают в себя характерные черты одного или нескольких общенаучных методов исследования. Однако их сочетание бывает настолько своеобразным, а реализация настолько опосредствованной, что не позволяет отнести подобный метод к числу какого-то общенаучного.

Многие из этих методов, требующие использования сложного аналитического оборудования, часто называют инструментальными.

Для терминологического отграничения их от общенаучных методов такие методы именуются **общеекспертными**. К ним относятся многие физические; химические и физико-химические методы, например электронная и оптическая микроскопия, хроматография, химико-аналитические методы, биологические, психологические и многие другие.

В то же время некоторые методы, применяемые только в экспертизах данного рода или только для определенных объектов, называют **частноэкспертными** (например, в фоноскопических

экспертизах используются методы акустического анализа).

Система общеэкспертных методов исследования вещественных доказательств включает методы: 1) анализа изображений; 2) морфологического анализа; 3) анализа состава; 4) анализа структуры; 5) изучения физических, химических и других свойств.

Методы анализа изображений используются для исследования традиционных криминалистических объектов — следов человека, орудий и инструментов, транспортных средств, а также документов, кино-, фото- и видеоматериалов и проч.

Под морфологией понимают внешнее строение объекта, а также форму, размеры и взаимное расположение (топография) образующих его структурных элементов (частей целого, включений, деформаций, дефектов и т. п.) на поверхности и в объеме, возникающих при изготовлении, существовании и взаимодействии объекта в расследуемом событии.

Методы анализа состава делятся на методы элементного анализа, методы молекулярного анализа и методы анализа фазового состава.

Методы анализа структуры объектов. Металлографический и рентгеноструктурный анализы используются для изучения кристаллической структуры объектов. С помощью металлографического анализа изучаются изменения макро- и микроструктуры металлов и сплавов в связи с изменением их химического состава и условий обработки. Рентгеноструктурный анализ позволяет определять ориентацию и размеры кристаллов, их атомное и ионное строение, измерять внутреннее напряжение.

Методы исследования отдельных свойств включают, например, исследование электропроводности объектов (электропроводов или обугленных остатков древесины при определении очага пожара), микротвердости (для определения степени отжига металлических изделий), концентрационных пределов распространения пламени, температуры вспышки и воспламенения и многое другое.

Разрушающие и неразрушающие методы судебно-экспертного исследования.

Обеспечение сохранности объектов исследования диктуется, прежде всего, тем, что эти объекты, изучаемые при производстве судебных экспертиз и исследований, могут получить статус вещественных доказательств по уголовному или гражданскому делу, делу об административном правонарушении, и их, согласно принципу

непосредственности, действующему при судебном разбирательстве, необходимо представить в суд в неизменном виде (ст. 157 ГПК, ст. 10 АПК, ст. 240 УПК, ст. 26.6 КоАП). Сохранность вещественных доказательств обуславливает также возможность назначения повторных и дополнительных экспертиз.

В литературе обычно даются рекомендации применять в первую очередь *неразрушающие* (недеструктивные) методы. *Разрушающим* является метод экспертного исследования, который при своей реализации приводит либо к разрушению объекта в целом или исследуемого образца, либо к необратимым изменениям состава, структуры или отдельных свойств объекта при сохранении его формы и внешнего вида. В соответствии с градацией методов экспертного исследования *в зависимости от степени сохранности объекта* они подразделяются на методы:

а) никак не влияющие на объект и не требующие для реализации пробоподготовки;

б) не разрушающие объект, но изменяющие его состав, структуру или отдельные свойства;

в) не разрушающие образец, но требующие для его изготовления разрушения или видоизменения объекта;

г) полностью или частично разрушающие образец или объект исследования

Сказанное выше относится к объектам, имеющим определенную форму. Что касается жидких и сыпучих тел, то, если объект имеется в достаточном количестве, разрушение незначительной его части не имеет большого значения.

Следует подчеркнуть, что применение неразрушающих методов не самоцель и может быть неэффективным в данном конкретном случае, когда полную информацию об объекте экспертного исследования удастся получить только при его разрушении.

Одной из наиболее динамично развивающихся отраслей криминалистической техники является криминалистическое исследование веществ, материалов и изделий (КИВМИ). Основам и истории развития криминалистического материаловедения и криминалистического исследования веществ, материалов и изделий из них, основным понятиям КИВМИ, а также использованию микрообъектов веществ и материалов в раскрытии и расследовании преступлений и посвящена данная лекция.

КИВМИ как составная часть комплексного криминалистического исследования материальных носителей оперативной, розыскной и доказательственной информации

При совершении преступления обстановка места происшествия (а «место происшествия» - понятие широкое; это не только место совершения преступления, но и место подготовки его, место сокрытия объектов преступного посягательства, орудий преступления и иных вещественных доказательств) претерпевает определенные изменения, вследствие чего элементы вещной обстановки места происшествия становятся материальными носителями информации о происшедшем. Криминалистика как раз и занимается закономерностями возникновения, условиями сохранения и способами передачи информации свойствами материальных объектов.

Для создания реальных предпосылок раскрытия и расследования абсолютного большинства преступлений требуется комплексное изучение материальной обстановки по делу. Эта комплексность состоит в использовании всех материальных источников криминалистически значимой информации о событии преступления.

Несмотря на многообразие свойств предметов объективной реальности, для получения криминалистически значимой информации наибольшее значение имеют следующие:

1) свойства функционально-динамических комплексов (ФДК) навыков, носителем которых является человек, материально отображающихся в обстановке расследуемого события. В течение жизни у человека вырабатывается огромное множество навыков, реализуемых при совершении учебных, профессиональных, спортивных, бытовых и т.п. действий. Таковы, в частности, навыки ходьбы, речи, письма, использования различных инструментов, работы на различных станках, печатания на пишущей машинке, шитья, вождения транспортного средства и др. Так, свойства письменно-двигательного навыка человека, отражающиеся в графике и топографии его письма, используются для диагностики обликовых характеристик и идентификации пишущего;

2) морфологические свойства физических тел, т.е. их внешнее или внутреннее строение, заключающееся в конечном счете в особенностях пространственного размещения веществ и материалов (свойства внешнего строения канала ствола огнестрельного оружия, определяющие специфику образующихся на пуле следов; свойства внешнего строения лицевой части головы человека, определяющие,

например, возможность его диагностики и идентификации по фотоизображениям, и т.д.);

3) субстанциональные свойства самих веществ, материалов и изделий, т.е. их состав (элементный, молекулярный, фазовый и т.п.), структура, магнитная проницаемость, растворимость и т.д.

Каждая группа однородных по природе свойств образует так называемое информационное поле, например, функциональное, морфологическое или субстанциональное. Система взаимосвязанных информационных полей образует информационное пространство объекта-носителя - источника информации о событии преступления. Сущность основного общеметодического подхода в криминалистических исследованиях состоит в следующем: из имеющегося информационного пространства берется такая его часть, которая необходима и достаточна для решения поставленной задачи вплоть до использования всего информационного пространства. Например, если осколок стекла совмещается с остатком фарного рассеивателя по поверхности разделения (раскола) и речь идет об идентификации целого по отделенной от него части, то достаточно использование только поля морфологического. Но если соответствующей поверхности разделения нет, то дополнительно изучаются субстанциональные свойства стекла (коэффициент преломления, состав и т.д.) и загрязнений на нем в виде наслоений лакокрасочных материалов, автокосметики, веществ почвенного происхождения и пр. до тех пор, пока либо не будет решена задача, либо будут исчерпаны практические возможности данного криминалистического исследования.

Практическая криминалистика, существующая в рамках системы мероприятий по криминалистическому обеспечению оперативной, оперативно-розыскной и следственной деятельности правоохранительных органов и направленная на полное использование информационного поля с целью получения наилучшего результата, более полутора десятка лет признает исследование веществ, материалов и изделий криминалистическим. Однако ранее ряд авторитетных криминалистов-теоретиков утверждали, что исследование веществ и материалов не является криминалистическим, поскольку криминалистика - наука юридическая, а в исследовании веществ и материалов преобладают естественно-научные знания. Положение в корне изменилось после того, как вопрос о природе криминалистики был снова поставлен профессором Р.С. Белкиным в начале 90-х годов прошлого столетия,

когда он пересмотрел свои представления по этой проблеме и определил криминалистику как науку синтетической естественно-научной и юридической природы. И в настоящее время уже никто не утверждает, что исследование с целью определения дистанции выстрела по осыпи дроби - криминалистическое, а исследование топографических признаков окапчивания этой же преграды, проведенное с такой же целью, но по более эффективной методике с использованием инструментальных аналитических методов, разработанной свыше 50 лет назад и основанной на законе распространения газового облака с учетом скоростей частиц, находящихся в этом облаке, их массы и взаимодействия с тканью преграды при попадании на последнюю в зависимости от расстояния, наклона, состояния атмосферы и других факторов, давно изученных в криминалистике, - не криминалистическое.

Недопустимо разделять единое информационное пространство объекта-носителя на изолированные части в зависимости от дифференциации криминалистических экспертиз на роды (виды) или специализации экспертов внутри них, изначально нацеливать криминалистическое исследование на использование какого-либо одного информационного поля, как это зачастую бывает в предлагаемых методиках экспертного исследования.

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Расследование пожаров: Учебник / В.С. Артамонов, В.П. Белобратова, Ю.Н. Бельшина и др. Под ред. Г.Н. Кирилова, М.А. Галишева, С.А. Кондратьева. СПб.: СПб Университет ГПС МЧС России, 2007. 544 с.

2. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров: методическое пособие. –М.: ВНИИПО 2002. -330 с.

Дополнительная:

1. Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования).- СПб.: ИПБ МВД РФ, 1997.- 563 с.

2. Осмотр места пожара: Методическое пособие /И.Д. Чешко, Н.В. Юн, В.Г. Плотников и др. –М.: ВНИИПО, 2004. -503 с.

3. Расследование пожаров: Пособие для работников госпожнадзора. В 2 частях.- М.: ВНИИПО МВД РФ, 1993. Ч.1- 176 с.; Ч.2- 132 с.

4. Мегорский Б.В. Методика установления причин пожаров. – М.: Стройиздат, 1966. -347с.

5. Драйздел Д. Введение в динамику пожаров. – М.: Стойиздат, 1990. – 424с.

6. Техническое обеспечение расследования поджогов, совершенных с применением инициаторов горения: Учебно-методическое пособие /И.Д. Чешко, М.А. Галишев, С.В. Шарапов, Н.Н. Кривых. – М.: ВНИИПО, 2002. 120 с.

7. Ильин Н.А. Техническая экспертиза зданий, поврежденных пожаром.- М.: Стройиздат, 1983.- 200 с.

8. Таубкин С.И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы. –М.: ВНИИПО МВД РФ. 1999. –599с.

9. Исследование медных и алюминиевых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия /Л.С. Митричев, Е.Р. Россинская, А.И. Колмаков и др. –М.: ВНИИ МВД СССР, 1986. -44с.

10. Смелков Г.И., Александров А.А., Пехотиков В.А. Методы определения причастности к пожарам аварийных режимов в электрических устройствах. –М.: Стройиздат, 1980. -59с.

11. Смелков Г.И., Пехотиков В.А. Пожарная опасность светотехнических изделий. –М.: Энергоатомиздат, 1991. -160с.

12. Смелков Г.И. Пожарная опасность электропроводок при аварийных режимах. –М.: Энергоатомиздат, 1984. -184с.

13. Зернов С.И. Расчетные оценки при решении задач пожарно-технической экспертизы: Учебное пособие. –М.: ЭКЦ МВД России, 1992. -88с.

14. Аверьянова Т.В., Белкин Р.С., Корухов Ю.Г., Россинская Е.Р. Криминалистика: учебник. –М.: Норма, 2003. –992 с.

Михаил Алексеевич Галишев,
доктор технических наук, профессор
Шарапов Сергей Владимирович
доктор технических наук, профессор
Попов Александр Владимирович
Юлия Николаевна Бельшина
кандидат технических наук
Дементьев Федор Алексеевич
кандидат технических наук
Галина Александровна Сикорова
Воронова Виктория Борисовна

ЭКСПЕРТИЗА ПОЖАРОВ

Учебник

Печатается в авторской редакции
Ответственный за выпуск

Подписано в печать
Печать
Отпечатано в Санкт-Петербургском университет ГПС МЧС России
195105, Санкт-Петербург, Московский проспект, д.149

Формат 60x84 1/16
Тираж экз.