

УДК 691

Исследование зольного остатка методом ИК-спектроскопии при отработке версии о поджоге

Investigation of the ash residue by IR-Spectroscopy in the development of the version on arson

Гапоненко М.В.

Долгушина Л.В.

канд. хим. наук

ФГБОУ ВО Сибирская

пожарно-спасательная

академия ГПС МЧС России

Аннотация:

В статье представлены основные сведения о методе инфракрасной спектроскопии, позволяющем обнаружить следы инициаторов горения на объектах-носителях при проведении пожарно-технической экспертизы.

Авторами приведены результаты анализа зольных остатков отделочных материалов, подвергшихся термическому воздействию, с применением в качестве акселеранта эмалевой краски, и установлено, что метод ИК-спектроскопии позволяет установить наличие ее компонентов в зольном остатке.

Ключевые слова: ИК-спектроскопия, акселеранты, инициаторы горения, горючие материалы, зольный остаток

Garonenko M.V.

Dolgushina L.V.

Ph.D. of Chemical Sciences

FSBEE HE Siberian Fire

and Rescue Academy

EMERCOM of Russia

Abstract:

The article presents basic information on the method of infrared spectroscopy, which makes it possible to detect traces of the initiators of combustion at the object-carriers during the fire-technical examination.

The authors present the results of an analysis of the ash residue of the finishing materials subjected to thermal exposure, using enamel paint as an accelerator, and it is established that the IR spectroscopy method makes it possible to establish the presence of its components in the ash residue.

Key words: IR-spectroscopy, accelerants, combustion initiators, fuel materials, ash residue

Ежегодно на долю поджогов, как одной из основных причин пожаров, приходится около 11 % от общего количества пожаров по стране [1]. Известно [2-4], что для расследования дел по пожарам могут применяться различные спектральные методы исследования, в частности используют спектры электромагнитного излучения, атомный спектральный анализ, рентгеновскую спектроскопию, оптическую молекулярную спектроскопию в инфракрасной области, электронную спектроскопию в ультрафиолетовой и видимой области, а также молекулярную люминесценцию.

Ранее [5] нами рассматривался один из эффективных методов обнаружения и исследования следов выгоревших после пожара потенциальных акселерантов метод молекулярной люминесценции – флуоресцентная спектроскопия. Учитывая полученные данные, представлялось

интересным рассмотреть зольные остатки и другим аналитическим методом – методом инфракрасной спектроскопии.

Будучи одним из разделов молекулярной оптической спектроскопии, инфракрасная (ИК) спектроскопия изучает спектры электромагнитного излучения, отражающиеся и поглощающиеся в инфракрасной области, т.е. в диапазон длин волн от 10^{-6} до 10^{-3} м. В координатной плоскости «интенсивность поглощенного излучения-длина волны» ИК-спектр выглядит как сложная кривая с большим числом максимумов и минимумов.

Метод ИК-спектроскопического анализа основывается на избирательном поглощении части электромагнитного излучения веществом. При этом частота поглощённого излучения сопоставима с частотой колебания отдельных связей и/или функциональных групп, имеющих в изучаемом веществе [7].

Отличительной чертой ИК спектров является их индивидуальность, которая обусловлена зависимостью основных характеристик спектра молекулы от ее строения, массы входящих в состав атомов, существующих межатомных сил и пр. Данный фактор делает ИК спектры полезными при идентификации и изучении структуры различных соединений.

Для проведения исследования нами были выбраны наиболее часто используемые в жилых квартирах напольные покрытия: деревянный настил из сосны, ламинированная доска и резиновый линолеум. В качестве инициатора горения использовалась эмалевая краска. Также, при проведении эксперимента к каждой модели пола добавлялись горючие материалы, имитирующие мягкую мебель.

Как правило, в состав эмалевых красок входят пять компонентов: пленкообразующее вещество,

растворитель, различные пигменты, наполнители и функциональные добавки, наличие которых позволяет отнести краски к высокотоксичным и пожароопасным материалам.

Полученные в результате термического воздействия зольные остатки исследовались на ИК-Фурье-спектрометре Vertex 80.

Подготовка к проведению исследования:

Бромистый калий растирался в агатовой ступке, и добавлялась исследуемая проба в количестве 0,5-2,0 % масс. Смесь тщательно перетиралась, пресовалась под давлением 9000 кг/см^2 . Таблетка получалась равномерной по окраске и относительно прозрачной.

Таблетка спектрофотометрировалась в диапазоне $4000-400 \text{ см}^{-1}$. Оптимальная концентрация в таблетке подбиралась опытным путем. Необходимо, чтобы спектр укладывался в диапазон пропускания 10-90%.

Интерпретация полученных результатов:

Анализ ИК-спектров (Рис. 1-3) показал, что в зольных остатках снижено содержание нитрогрупп – это прослеживается сравнением полосы 1650 см^{-1} с расположенной рядом полосой карбонильных групп 1740 см^{-1} . В спектрах наблюдается снижение интенсивности полос поглощения карбонильных групп в области 1740 см^{-1} и сложноэфирных групп в области 1280 см^{-1} . В интервале $3000-2800 \text{ см}^{-1}$ выявлено уменьшение интенсивности полос поглощения метильных и метиленовых групп.

Таким образом, по результатам проведенного методом ИК-спектроскопии исследования можно констатировать, что в исследованных образцах обнаружены следы лакокрасочного покрытия (Рис. 1-3).

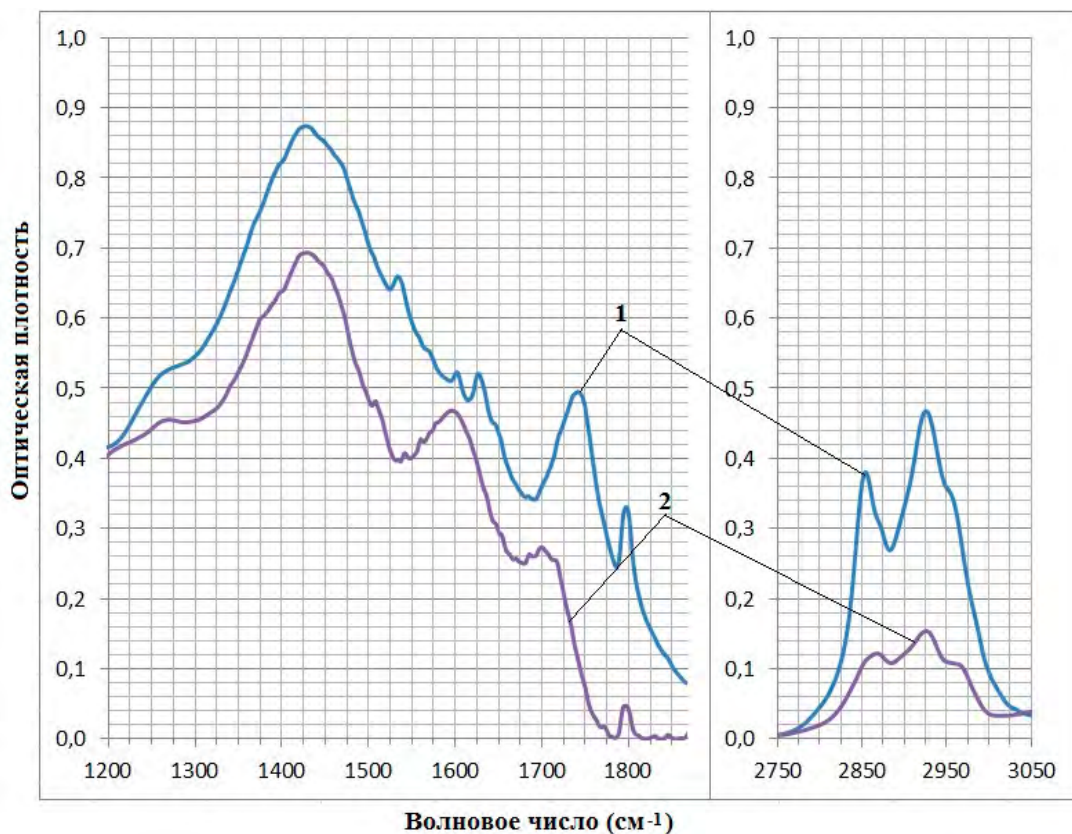


Рис. 1. ИК-спектр образцов, выполненных из древесины (сосновой доски) с применением в качестве инициатора горения эмалевой краски: 1 – без горючих материалов; 2 – с горевшими на поверхности горючими материалами (ППУ и ткань)

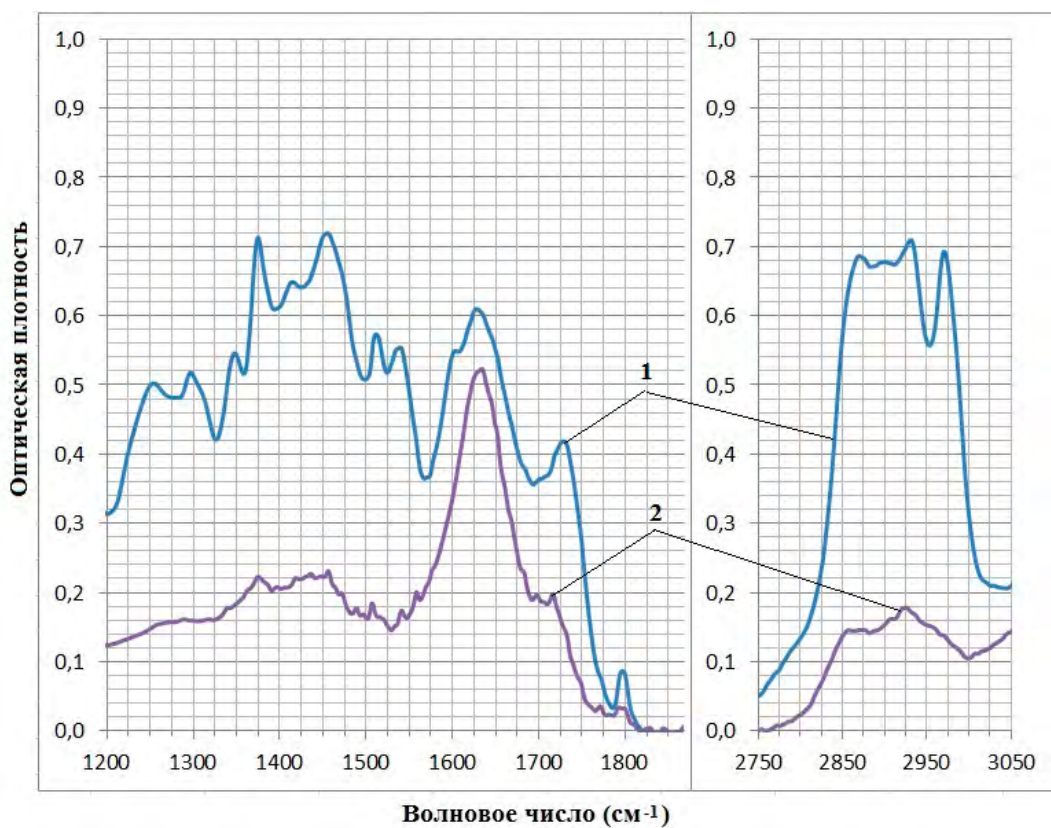


Рис. 2. ИК-спектр образцов, выполненных из древесины (сосновой доски покрытой линолеумом) с применением в качестве инициатора горения эмалевой краски: 1) без горючих материалов; 2) с горевшими на поверхности горючими материалами (ППУ и ткань)

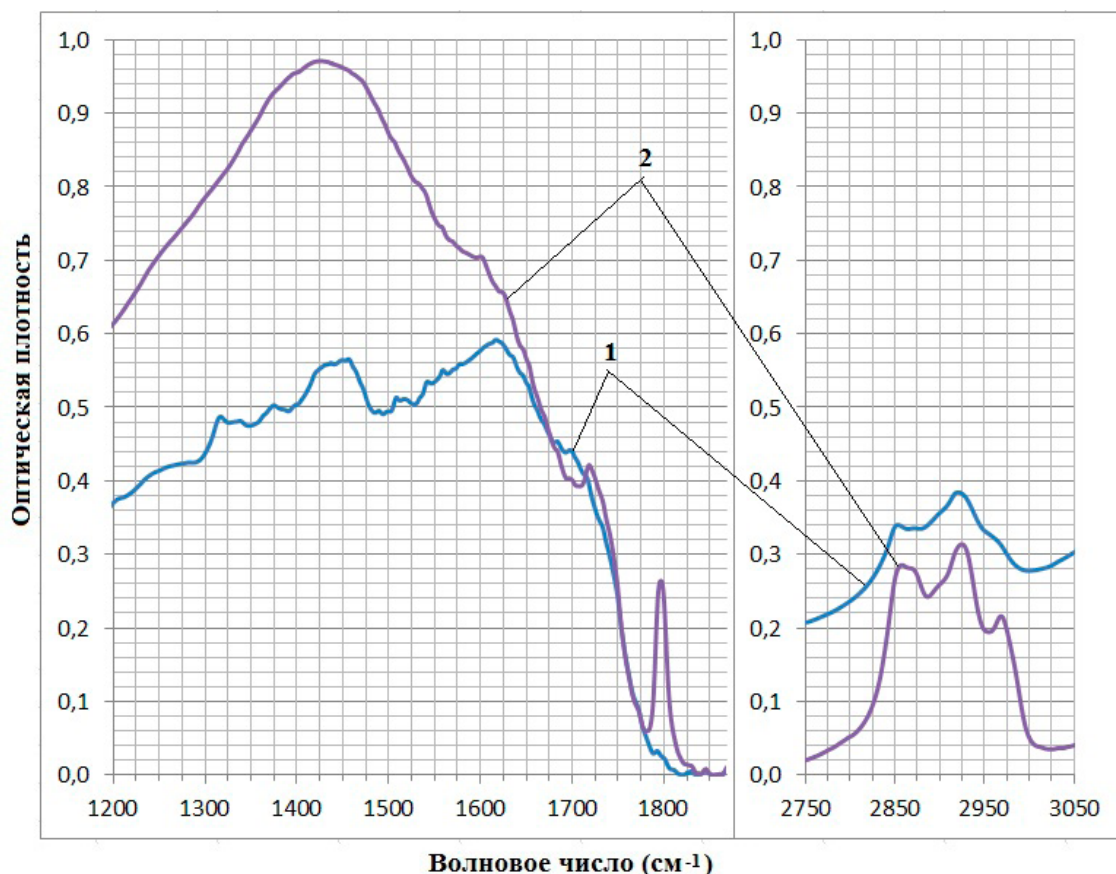


Рис. 3. ИК-спектр образцов, выполненных из древесины (сосновой доски) покрытой ламинированной доской с применением в качестве инициатора горения эмалевой краски: 1 – без горючих материалов; 2 – с горевшими на поверхности горючими материалами (ППУ и ткань)

Детальный анализ ИК-спектров показал наличие валентных колебаний простых С-С связей в области $2800\text{--}3000\text{ см}^{-1}$ и 3400 см^{-1} (сигнал воды). Кроме того, наблюдаются валентные колебания в интервале $2300\text{--}2500\text{ см}^{-1}$, которые по-видимому, являются колебаниями кумулированных двойных связей $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ диоксида углерода (который вероятно является продуктом сгорания органических веществ).

В области $400\text{--}1200\text{ см}^{-1}$ обнаруживается интенсивное колебательное взаимодействие между смежными связями С-С, С-N и С-O в молекулах органических веществ. Данные «скелетные» колебания представляют движение всего молекулярного фрагмента.

Таким образом, по результатам проведенного методом ИК-спектроскопии исследования можно констатировать, что в исследованных образцах присутствуют однотипные области поглощения, что может свидетельствовать о наличии в пробах химического вещества (эмали) – инициатора горения.

Анализ полученных данных показал, что при изучении состава зольного остатка, полученного при горении различных материалов как индивидуально, так и с использованием инициаторов горения наблюдаются индивидуальные особенности, позволяющие по ИК-спектрам определять их групповую принадлежность некоторых акселерантов.

Литература:

1. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России): [Электронный ресурс] // Официальный портал. URL: <http://www.mchs.gov.ru> (Дата обращения: 20.05.2018).
2. Чешко И.Д. Техническое обеспечение расследования поджогов, совершенных с применением инициаторов горения: учебно-методическое пособие. – М.: ВНИИПО, 2002. 130 с.

3. Галишев М.А., Бельшина Ю.Н., Дементьев Ф.А. и др. Пожарно-техническая экспертиза: учебное пособие// Под общей ред. О.М. Латышева. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2013. – 108 с.
4. Расследование пожаров: Учебник /Под редакцией Г.Н. Кирилова, М.А. Галишева, С.А. Кондратьева 68 рисунков, 15 таблиц. - СПб.: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2007. – 562 с.
5. Гапоненко, М.В. Использование метода флуоресцентной спектроскопии при анализе зольного остатка в целях пожарно-технической экспертизы / Гапоненко М.В., Ворошилов Р.Ф., Долгушина Л.В. // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2018, №1.-С.17-22.- Режим доступа: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2018/v8/N8_17-22.pdf, свободный. – Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
6. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных органических соединений : справочные материалы / Б.Н. Тарасевич ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – М. : МГУ, 2012. 55 с.
7. Шубин, А.А. Методы газовой хроматографии и ИК-спектроскопии как инструменты пожарно-технической экспертизы / Шубин А.А., Лагунов А.Н., Богданов А.А., Гапоненко М.В. // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2017, №3.-С.22-27.- Режим доступа: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2017/v6/N6_22-27.pdf, свободный. – Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.