

**Т.В. Удиллов**

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ СПИЧЕК СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

*В работе на основе данных статистики пожаров подчеркивается актуальность исследования источников зажигания и инициаторов горения при поджоге. На основе анализа особенностей современных спичек, делается вывод о необходимости исследования возможности обнаружения и идентификации продуктов горения спичек специального назначения. В результате проведения экспериментального исследования были получены сведения об элементном составе рассматриваемых спичек специального назначения и продуктов их полного сгорания.*

*Ключевые слова: пожар, поджог, инициатор горения, пожарно-техническая экспертиза, рентгенофлуоресцентный анализ.*

**T. V. Udilov**

## **IDENTIFICATION OF COMBUSTION PRODUCTS OF MATCHES SPECIAL PURPOSES IN THE PRODUCTION OF FIRE-TECHNICAL EXPERTISE**

*In the work on the basis of statistical data of fires highlights the relevance of the study of sources of ignition and initiators of combustion. As a result of the pilot study obtained data on the elemental composition of the considered matches for special purposes and products of their complete combustion.*

*Keywords: fire, the arson, the initiator of the combustion, fire-technical expertise, roentgen fluorescence analysis.*

Согласно статистике в России в 2014 г. было зафиксировано 150,8 тыс. пожаров. Из них 18390 случаев установленного поджога. Стоит заметить, что в категорию «установленные поджоги» относят лишь очевидные факты поджогов или доказанные случаи наличия прямого умысла уничтожения или повреждения имущества огнем, тогда как недоказанные поджоги чаще всего попадают в категорию «неосторожное обращение с огнем» (всего 48843 пожаров за 2014 г.). В связи с этим определить истинное количество поджогов не представляется возможным. Объектами поджогов являлись производственные здания, складские помещения и жилой сектор (жилые дома, общежития, дачи, садовые домики, надворные постройки и т.п.). Поджог как причина пожаров автотранспортных средств отмечен в 7079 случаях [3].

Традиционно, большинство поджогов совершается при помощи бытовых спичек или газовых зажигалок. Вместе с тем в свободной продаже реализуются более эффективные средства поджога – спички специального назначения, обладающие увеличенной длительностью горения и более высокой температурой горения. Следует допустить, что в очаге пожара, инициированного спичкой специального назначения, могут оставаться следы их применения.

Таким образом, целью исследования является оценка возможности обнаружения и идентификации продуктов горения спичек специального назначения.

В настоящее время спички принято подразделять на три группы по назначению: спички для использования в быту; спички специального назначения; сувенирные спички.

Современные российские спички для использования в быту, изготавливаются в соответствии с ГОСТ 1820–2001 [2]. Согласно данному стандарту для изготовления спичечной соломки должна применяться древесина осины, липы, ольхи и тополя. Спичечная соломка не должна быть изломана. Пламя со спичечной головки должно переходить на спичечную соломку при горизонтальном положении. При этом спички должны сгорать без тления. Для этого соломка пропитывается 1,5 %-ным раствором  $H_3PO_4$ , а затем парафинируется (окунанием в расплавленный парафин). Спички должны воспламеняться без отлетания накаливаемого шлака при трении спичечной головки с умеренным нажимом о нанесенную фосфорную массу. В этом же стандарте представлены требования к спичечным коробкам и их обмазке. Отмечается, что фосфорную массу, предназначенную для зажигания спичек, наносят на одну или несколько узких сторон наружных частей коробок (пачек). При этом в стандарте не отражен ни состав спичечных головок, ни состав фосфорной массы терочной поверхности. Вместе с тем известен «традиционный» компонентный состав спичечной головки и терочной поверхности бытовых спичек (см. табл. 1 и 2) [4].

К спичкам специального назначения относятся различные разновидности спичек, предназначенные для розжига и длительного горения в экстремальных условиях. Различают охотничьи, штормовые, сигнальные, ветровые, каминные, железные, специальные спички, спички-запалы и спички длительного горения.

Охотничьи спички – кроме обычной головки и соломки, у них имеется дополнительная обмазка ниже головки. Дополнительная зажигательная масса делает спичку долго горячей с большим жарким пламенем. Такие спички дают возможность разжечь костёр в любую погоду. Горит, каждая спичка около 10 сек, тогда как простая спичка всего 2–3 сек.

Штормовые спички – конструктивно напоминают охотничьи спички, но обмазка «тела» у них значительно толще, чем у охотничьих спичек. Зажигательная масса их содержит много бертолетовой соли, поэтому способность к воспламенению у них очень высока. Они горят не менее 10 сек в любых метеорологических условиях, даже в штормовую погоду при 12 баллах.

Таблица 1

## Компонентный состав спичечной головки

№ п/п	Наименование вещества	Химическая формула вещества	Содержание компонента, % масс.
1	бертолетова соль	$KClO_3$	46,5
2	стекло молотое	$SiO_2$	17,2
3	свинцовый сурик	$Pb_3O_4$	15,3
4	костный клей	-	11,5
5	сера	S	4,2
6	белила цинковые	ZnO	3,8
7	дихромат калия	$K_2Cr_2O_7$	1,5

Таблица 2

## Компонентный состав фосфорной массы терочной поверхности спичечного коробка

№ п/п	Наименование вещества	Химическая формула вещества	Содержание компонента, % масс.
1	антимонит	$Sb_2S_3$	41,8
2	фосфор (красный)	P	30,8
3	железный сурик	$Fe_2O_3$	12,8
4	костный клей	-	6,7
5	стекло молотое	$SiO_2$	3,8
6	мел	$CaCO_3$	2,6
7	белила цинковые	ZnO	1,5

Сигнальные спички – в зажигательную смесь добавляют некоторые соли, которые придают пламени различную окраску. Они горят пламенем красного, синего или зеленого цвета.

Каминные спички – кроме обычной головки и соломки, имеют длину до 20 см. Компонентный состав и конструкция таких спичек незначительно отличается от бытовых.

Железные спички – конструктивно выполнены по принципу бенгальских свечей: горючая смесь на металлической проволоке. Длина горючего слоя варьируется от 5 до 13 см. Время горения составляет 1–2 мин.

Ветровые спички – имеют большую головку из легковоспламеняющегося и не гаснущего на ветру состава. Конструктивно похожи на охотничьи.

Спички-запалы (термитные спички) изготавливают из зажигательного состава, создающего при горении высокую температуру. Их применяют для поджигания термических шашек при сварке в полевых условиях.

Спички длительного горения (туристические) – спички треугольной или прямоугольной формы из прессованной древесной пыли, пропитанной парафином. Представляют собой гибрид спички и топливного брикета.

После анализа основных конструктивных особенностей спичек в качестве объектов исследования были выбраны свободно реализуемые и наиболее распространенные в продаже спички специального назначения:

Объект № 1 – Спички «Экстрема». Производитель ФГУП «Сигнал», г. Челябинск.

Объект № 2 – Спички охотничьи. Производитель ООО «Уфимские спички», г. Уфа.

Объект № 3 – Спички длительного горения «Вулкан». Производитель ООО «Профит», г. Москва.

Объект № 4 – Спички «Колумб». Производитель ЗАО «Плитспичпром», г. Балабаново.

Спички «Экстрема» изготавливаются по ТУ 7275-002-07513501-94. В описании изделия заводом изготовителем указано, что в процессе горения спичка выделяет температуру более 1000<sup>0</sup>С. По внешнему виду напоминают спички термитные – выполнены в виде стержня диаметром 5 мм из спрессованной металлической крошки, на конце стержня иницирующая головка в виде шара с диаметром 10–12 мм.

Спички охотничьи ООО «Уфимские спички» изготавливаются по ТУ 5551-005-88104316-2008. В упаковке 6 спичек и одна терка с фосфорной массой. Соломка выполнена из древесины. Длина спички – 45 мм, толщина обмазки – 3 мм, диаметр иницирующей головки – 4 мм.

Спички длительного горения «Вулкан» изготавливаются по ТУ 5551-006-74999404-2006. Представляют собой спрессованную бумажную массу с пропиткой. Выполнены в виде трапециевидного параллелепипеда, вершина которого обмазана иницирующей массой. Длина – 60 мм, толщина – 10 мм.

Спички «Колумб» изготавливаются по ТУ 5551-005-88104316-2008. Конструктивно похожи на охотничьи. Соломка деревянная. Длина – 82 мм, диаметр обмазки в среднем 6 мм, на вершине – иницирующая головка.

Обзор методов экспертных исследований показал, что наиболее приемлемыми лабораторными методами исследования при поиске продуктов сгорания спичек специального назначения являются методы определения элементного состава пробы.

Поскольку в компонентный состав спичек специального назначения может входить широкий спектр различных элементов и на месте пожара остаются лишь следовые количества компонентов спичек, то к применяемым для их поиска методам предъявляются следующие требования: высокая чувствительность и широкий диапазон определяемых элементов. Кроме того, желательно чтобы метод был неразрушающим, так как возможно возникновение необходимости проведения повторных исследований. Этим требованиям соответствует метод рентгенофлуоресцентной спектроскопии.

О присутствии следов спичек специального назначения в анализируемой пробе можно судить по увеличению содержания в ней элементов, входящих в состав основных компонентов таких спичек. Зачастую, компоненты спичек содержат элементы, которые входят в состав объекта носителя (хлор, железо и сера). Однако в составе обмазки спичек

специального назначения могут содержаться элементы, не характерные для большинства возможных объектов-носителей, такие как калий, титан, марганец и цинк.

Элементный анализ компонентов спичек специального назначения и их продуктов сгорания был проведен на приборе рентгенофлуоресцентного анализа энергодисперсионном спектрометре модели ED 2000 («OxfordInstruments», Великобритания). Диапазон измеряемых данным прибором элементов – от Na до U. При поиске следов спичек специального назначения анализ проводился в режиме качественного анализа.

Методика проведения исследования заключалась в следующем. Со спички снимался слой обмазки вместе с инициирующей головкой. Полученная смесь измельчалась в ступке ручным способом и помещалась в загрузчик образцов спектрометра. Проводился анализ компонентов данной смеси. Затем исследуемая смесь поджигалась пламенем газовой зажигалки. Продукты сгорания смеси помещались в загрузчик образцов спектрометра.

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа продуктов сгорания спичек специального назначения представлены в табл. 3.

В результате проведенного анализа можно отметить, что основными элементами в составе продуктов сгорания охотничьих спичек и аналогичных спичек специального назначения являются: калий, цинк, хлор и железо.

Продукты сгорания термитных спичек характеризуются наличием бария, сурьмы, железа и свинца. Продукты сгорания спичек длительного горения особо выраженных элементов по сравнению с элементами продуктов сгорания возможных объектов носителей не имеют.

В работе В.Б. Воронова, Ю.Н. Бельшина было проведено подробное исследование элементного состава различных материалов, которые могут выступать в качестве объектов носителей [1].

Авторами был проанализирован элементный состав таких объектов носителей, как фрагменты деревянной мебели, ковровин, линолеум, поролон, навесной потолок, обивочная ткань и стеновые панели. Проведенное исследование показало, что все изучаемые материалы характеризуются содержанием элементов кальция, железа, меди, многие содержат хлор. Некоторые содержат цинк, серу, никель, барий и стронций.

Таблица 3

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа продуктов сгорания спичек специального назначения

Объект исследования	Элементы, фиксируемые на спектрах РФА	Интенсивность аналитических линий	Частота обнаружения элементов
Объект №1 спички «Экстрема»	Ba, Sr, Fe, Sb Pb K, S, Cl, Ca	Более 1000 500-1000 До 500	5 из 5 5 из 5 5 из 5

Объект №2 охотничьи спички ООО «Уфимские спички»	K, Zn	Более 1500	5 из 5
	Ca, Cl, Fe, Mn	500-1500	5 из 5
	S, Cr	До 500	5 из 5
Объект № 3 спички длительного горения «Вулкан»	Ca, Zn, Fe	Более 20	5 из 5
	K, Mn	5-20	5 из 5
	Cl, Ti	До 5	5 из 5
Объект № 4 спички «Колумб»	K, Zn, Cd	Более 15	5 из 5
	Cl, Fe	5-15	5 из 5
	S, Cr	До 5	5 из 5

Наибольшим количеством кальция характеризуются фрагмент навесного потолка, поскольку его основной материал-гипс. Также, значительное количество кальция содержится во фрагменте мебели, ковровине и настенных панелях, так как кальций входит в состав многих наполнителей, красителей, стабилизаторов и других добавок, вводимых в композиционные материалы. Аналогичные значения по интенсивности линий во всех излученных объектах-носителях показали железо и медь.

Почти на всех спектрограммах изученных объектов носителей фиксируется линии цинка. Цинк может содержаться в составе синергистов антипиренов, красителей и других добавок, а также попадать в материал в процессе переработки с элементов оборудования.

По содержанию хлора в образце среди других материалов заметно отличается линолеум, относящийся к поливинилхлоридным пластикам.

Следует отметить, что в образце мебельного поролон обнаружено содержание незначительного количества олова. Присутствие в поролоне данного элемента является следствием загрязнения остатками катализаторов в процессе синтеза полиуретана, которые представляют собой оловоорганические соединения.

Другие элементы, обнаруженные в излученных материалах, могут входить в состав добавок или находиться в них вследствие загрязнения в процессе переработки и эксплуатации.

Таким образом, полученные результаты показывают, что основная особенность поиска и обнаружения следов горения спичек специального назначения связана с выявлением на месте пожара таких элементов, как калий, железо, сурьма, барий, свинец и цинк. При этом, необходимо учитывать вещную обстановку на месте пожара и элементный состав объекта-носителя.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Воронова В.Б. Обнаружение следов продуктов горения осветительных ракет при установлении причины пожара // Судебная экспертиза. 2007. № 1. С. 73–80.
2. ГОСТ 1820 – 2001 Спички. Технические условия. – Введ. 01.01.2003. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. 11 с.

3. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году: статистический сборник / под общ. ред. А.В. Матюшина. М.: ВНИИПО, 2015. 124 с.

4. Спичка. Википедия свободная энциклопедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Спичка> (12 ноября 2015).