



БЕЗОПАСНОСТЬ труда в промышленности

№ 11
2015

Ежемесячный научно-производственный журнал www.btpnadzor.ru

ISSN 0409-2961

РОСТЕХНАДЗОР

INTERNATIONAL WORKSHOP "EFFECTIVE REGULATION OF INDUSTRIAL SAFETY
AS AN ELEMENT OF STABILITY OF NATIONAL ECONOMY"
Moscow, the Russian Federation
November 1-3, 2015

BRICS RUSSIA 2015





БЕЗОПАСНОСТЬ труда в промышленности

СОДЕРЖАНИЕ

В Ростехнадзоре <i>Inside Rostekhnadzor</i>	3
Заседание Научно-технического совета Ростехнадзора <i>Meeting of the Scientific and Technical Council of Rostekhnadzor</i>	3
Технический регламент — не догма, а руководство к действию <i>Technical Reglament — Not a Dogma but a Guide to Action</i>	6
В Ростехнадзоре вручили квалификационные удостоверения экспертам в области промышленной безопасности <i>Qualification Certificates were Handed Over to Experts in the Field of Industrial Safety in Rostekhnadzor</i>	7
Общественный совет при Ростехнадзоре <i>Public Council with Rostekhnadzor</i>	10
Заседание Общественного совета при Ростехнадзоре <i>Meeting of the Public Council at Rostekhnadzor</i>	10
Актуальное интервью <i>Interview of Current Interest</i>	12
С.Ф. Давлетшин: «Зачем компании собственные нормативные документы по промышленной безопасности» <i>S.F. Davletshin: «Why Do the Companies Need their Own Normative Documents on Industrial Safety»</i>	12
Обмен опытом <i>Experience Sharing</i>	18
Кунанбаев Н.С., Кутузов Б.Н., Маслов И.Ю., Оверченко М.Н., Пустовалов И.А., Филатов А.П. Технология скрытой информативной маркировки промышленных взрывчатых веществ <i>Technology of Hidden Informative Marking of Industrial Explosives</i>	18
К 25-летию МЧС России <i>To the 25 Anniversary of EMERCOM of Russia</i>	24
Катаргина И.В., Матюшин А.В., Закирова С.В. ФГБУ ВНИИПО МЧС России как часть единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций <i>FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia as a Part of Single State System of Emergencies Prevention and Liquidation</i>	24
Наука и техника <i>Science and Technology</i>	30
Ахметгареев Р.А., Фёдоров Е.В. О стандартах определения содержания газа в угле <i>About the Standards of Gas Content Identification in Coal</i>	30
Соколкин А.В., Мичуров А.В., Шульгатый С.В., Пильников А.Л. Определение остаточного ресурса промысловых трубопроводов из полимерных композиционных материалов <i>Determination of Residual Service Life for Field Pipelines Made of Polymeric Composite Materials</i>	35
Проблемы, суждения <i>Views and Opinions</i>	42
Лаптев Б.В. Газогидраты и их возможная роль в природных газодинамических явлениях <i>Gas-Hydrates and their Possible Role in the Natural Gas-Dynamic Events</i>	42

Учредители



Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор)



Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности» (ЗАО НТЦ ПБ)

Редакционный совет

- АЛЁШИН** Алексей Владиславович, *канд. юр. наук, руководитель Ростехнадзора*
- РЫБАС** Александр Леонидович, *д-р экон. наук, канд. техн. наук, статс-секретарь — зам. руководителя Ростехнадзора*
- ФЕРАПОНТОВ** Алексей Викторович, *канд. техн. наук, зам. руководителя Ростехнадзора*
- КРАСНЫХ** Борис Адольфович, *канд. техн. наук, зам. руководителя Ростехнадзора*
- РАДИОНОВА** Светлана Геннадьевна, *зам. руководителя Ростехнадзора*
- ТРЕМБИЦКИЙ** Александр Вячеславович, *зам. руководителя Ростехнадзора*
- НЕПОСЕДОВА** Юлия Павловна, *помощник руководителя — руководитель пресс-службы Ростехнадзора*
- СИДОРОВ** Вячеслав Иванович, *д-р техн. наук, проф., президент НП ГК «Промышленная безопасность»*
- ПЕЧЁРКИН** Андрей Станиславович, *д-р техн. наук, проф., ген. директор НП ГК «Промышленная безопасность»*
- КЛОВАЧ** Елена Владимировна, *д-р техн. наук, проф., ген. директор ЗАО НТЦ ПБ*
- ТРУБЕЦКОЙ** Климент Николаевич, *д-р техн. наук, акад. РАН, советник президиума РАН*
- ДМИТРИЕВСКИЙ** Анатолий Николаевич, *акад. РАН, директор Института проблем нефти и газа РАН*
- КУТЬИН** Николай Георгиевич, *д-р юр. наук, президент Национального объединения строителей*
- ГРАЧЁВ** Владимир Александрович, *д-р техн. наук, чл.-кор. РАН, председатель Общественного совета при Ростехнадзоре*
- КЛЮЕВ** Владимир Владимирович, *д-р техн. наук, акад. РАН, президент РОНКТД, ген. директор МНПО «Спектр»*
- МАЛЫШЕВ** Юрий Николаевич, *акад. РАН, почетный президент НП «Горнопромышленники России»*

Редакция

105082, Москва, Переведеновский пер., д. 13, стр. 14, а/я 38
Телефакс: (495) 620-47-44
btp@safety.ru, redbtp@safety.ru; www.btpnadzor.ru
Отдел рекламы — К.М. Иенатова
Эл. почта: ignatova@safety.ru. Тел. (495) 620-47-54

Издатель

ЗАО НТЦ ПБ: 105082, Москва, Переведеновский пер., д. 13, стр. 14, а/я 38
Тел.: (495) 620-47-47; факс: (495) 620-47-46
ntc@safety.ru www.safety.ru

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, сформированный ВАК Минобрнауки России.

Технология скрытой информативной маркировки промышленных взрывчатых веществ



Н.С. Кунанбаев,
зам. председателя
КИРПБ

МИР РК



Б.Н. Кутузов,
д-р техн. наук,
проф.



И.Ю. Маслов,
канд. техн. наук,
гл. инженер

ООО «Глобал
Майнинг
Эксплозив – Раша»



М.Н. Оверченко,
канд. техн. наук,
ген. директор

ЗАО «Орика
СиАйЭс»



И.А. Пустовалов,
директор

ТОО «ЭСЦВМ»



А.П. Филатов,
канд. техн. наук,
нач. управления

Ростехнадзор

Дано описание способа информативной маркировки промышленных взрывчатых веществ введением в их состав специальных инертных добавок, обнаруживаемых на месте взрыва. Отмечено, что информативность маркировки обеспечивается кодированием информации по принципу наличия или отсутствия определенных химических веществ, применяемых в качестве маркера. Приведены результаты промышленных испытаний предлагаемого способа маркировки, а также методика определения маркирующих веществ в образцах взрывчатых веществ и пробах грунта с мест взрывов.

The description is given of the method of informative marking of industrial explosives by introducing in their composition the special inert additives found at the place of explosion. It is noted that informativity of marking is ensured by coding of the information based on the principle of availability or lack of certain chemical substances applied as a marker. The results of industrial tests of the proposed method of marking, as well as the methods of defining marking substances in the samples of explosives and soil samples from the places of explosion are given in the Article.

Ключевые слова: промышленные взрывчатые вещества, информативная маркировка, скрытая химическая маркировка, полиметилсилоксаны, полиэтилсилоксаны, органосилоксаны, кремнийорганические соединения, хроматография, следы на грунте и предметах.

Key words: industrial explosives, informative marking, hidden chemical marking, polymethylsiloxanes, polyethylsiloxanes, organosilicon compounds, chromatography, traces on the ground and subjects.

При расследовании различного рода инцидентов с участием взрывчатых веществ (ВВ) требуется не только определять тип взрывного устройства и используемого ВВ, но и его производителя, а также отслеживать путь ВВ от производителя до места применения. В случае расследования обстоятельств промышленных аварий, происшедших с участием ВВ, как правило, необходимо устанавливать дату изготовления и заряжания ими скважин (шпуров) в целях дальнейшего проведения расследований по соблюдению технологии изготовления ВВ, его хранения и заряжания. На горнодобывающих предприятиях при взрывных работах используют промышленные ВВ (в том числе порошкообразные, гранулированные, водно-гелевые и водоземulsionные), поставляемые сразу от нескольких производи-

телей. Нередко подготовляемый к взрыванию блок (массив горных пород, обуренный шпурами или скважинами, с размещенными в них зарядами ВВ) может быть заряжен несколькими типами ВВ. Это затрудняет выявление причин возможных отказов (невзорвавшиеся заряды), а также делает невозможной однозначную идентификацию изготовителя типа ВВ в зарядах. Кроме того, существует проблема идентификации случайно утерянных ВВ при их нарушении.

На межгосударственном уровне определена необходимость применения скрытой информативной маркировки выпускаемых в обращение промышленных ВВ [1].

Проблема маркировок взрывчатых материалов существует с 70-х годов XX в. Тогда же начали

тивно разрабатывать методы маркировки ВВ. На современном этапе развития технологий по рассматриваемому вопросу можно выделить два сложившихся направления методов маркировки ВВ: добавление в состав ВВ специальных стойких химических веществ [2–6] в процессе его изготовления или формования изделий из ВВ; добавление в состав ВВ микроэлектронных устройств в процессе формования изделий из ВВ [7–11]. При этом некоторые методы, подобные описанному в работе [12], выходят за рамки рассматриваемой задачи маркировки ВВ, но позволяют определять качественный состав исследуемых материалов (наличие химически связанных атомов азота, а также характерных для ВВ групп химических связей элементов).

Наиболее комплексно задача скрытой химической маркировки с применением кремнийорганических соединений (КОС) и ее последующего считывания решена в работах [2–5]. При этом патентообладатели [3, 5] зарегистрировали открытые лицензии на свои изобретения, что позволяет широко использовать предложенные методики маркировки ВВ.

В условиях действующих горнодобывающих предприятий России и Казахстана проведены промышленные испытания по оценке технической эффективности применения КОС в качестве маркирующих добавок к промышленным ВВ [13]. В подавляющем числе случаев маркировка ВВ введением в его состав КОС позволяет определить производителей ВВ по «следам» (остаткам) непрореагировавшего ВВ. Так, при взрывании удлиненного цилиндрического заряда количественно можно оценить относительную массу непрореагировавшего ВВ (по Л.Г. Болховитдинову) с учетом кривизны фронта детонации:

$$m = aY/R_3,$$

где a — коэффициент условий взрывания (изменяется от 0,2 до 0); так, $a = 0,2$ — для безоболочечного заряда в воздухе, $a = 0$ — взрыв в массивном и прочном теле (при этом область, примыкающая к заряду, деформируется пластическим образом, пример — стальная труба со свинцовым покрытием изнутри); Y — толщина зоны сжатия в детонационной волне; R_3 — радиус заряда.

Толщина зоны сжатия в детонационной волне

$$Y = Dt_r,$$

где D — скорость детонации; t_r — среднее время горения между сенсibiliзирующими порами.

При взрыве сферического заряда коэффициент условий взрывания увеличивается в 1,5 раза.

Авторами проведена оценка количества непрореагировавших остатков ВВ при открытом безоболочечном заряде. От 2 до 8 % массы ВВ разлетается

в окружающее пространство не прореагировав и оставляет «следы» замаркированного ВВ на грунте и предметах, расположенных вокруг места взрыва. Для протекания полной реакции взрывного разложения ВВ нужен полный камуфлет (пластические деформации прочной оболочки на границе с зарядом ВВ с сохранением целостности оболочки).

В настоящее время разработан и испытан комплекс методик, позволяющих реализовать в промышленных масштабах скрытую информативную химическую маркировку ВВ и ее считывание [14].

В качестве идентификаторов используют смесь индивидуальных КОС, в которой каждому техническому показателю соответствует идентификатор в виде полиорганосилоксана, в частности полиметилсилоксана (ПМС), с соответствующей длиной молекулярной цепочки.

Кремнийорганические соединения обладают масло- и жирорастворимостью, химической стойкостью к средам с широким диапазоном pH, стойкостью к свободным радикалам, химической инертностью к компонентам ВВ, отсутствием свойств поверхностно-активных веществ (ПАВ) 1-го рода, химической инертностью к продуктам взрыва и отсутствием токсических свойств.

Известно [15], что для изготовления водоземulsionных ВВ (ЭВВ) используют ПАВ 2-го рода (при создании обратных или инвертных эмульсий). Если вводимые маркеры-идентификаторы будут обладать свойствами ПАВ 1-го рода, их внесение в эмульсию приведет к ее разрушению. По этой причине признак отсутствия свойств ПАВ 1-го рода также значимый — КОС свойствами ПАВ не обладают.

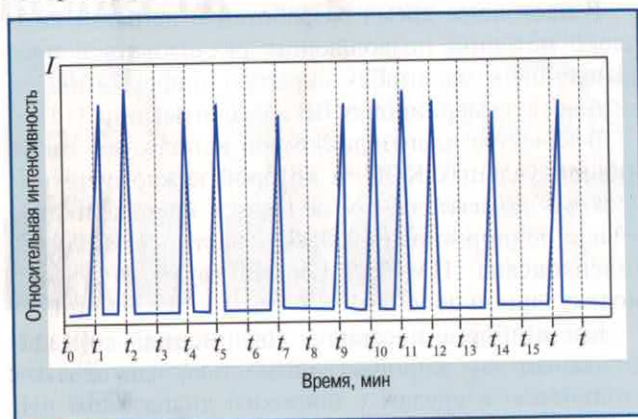
Кроме того, маркеры-идентификаторы ВВ должны характеризоваться химической инертностью к продуктам взрыва. Экспериментально подтверждено [13], что КОС из ряда предлагаемых ПМС химически инертны к продуктам взрыва.

Используемые в качестве маркеров КОС можно технически обнаружить на поверхности рук подозреваемого лица как с использованием уже существующих, так и перспективных методик исследования: ПМС масло- и жирорастворимы и будут удерживаться длительное время в потожировом слое кожного покрова человека.

Использование в качестве маркеров ВВ смеси (набора) КОС (например, ПМС) со строго определенной длиной молекул каждого из компонентов, входящих в эту смесь, позволяет определить их наличие в исследуемой пробе (ВВ, грунт, потожировые следы и т.п.) и расшифровать содержащийся в маркировке код в один прием, используя в качестве метода шифрования информации двоичный код (0/1 — наличие или отсутствие маркирующей единицы) индивидуального КОС (ПМС). Применяемый при этом метод исследования — высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) с использованием масс-селективного или рефрак-

тометрического детекторов (фиксируется время выхода маркирующих веществ, после чего хроматограмма сличается с эталонной, полученной для «чистого» маркера).

Принцип построения химического штрих-кода приведен на рис. 1 (примерный вид хроматограммы абстрактной смеси индивидуальных маркеров).



▲ Рис. 1. Принцип построения «химического штрих-кода» на хроматограмме

В качестве примера реализации предлагаемого метода маркировки ВВ закодируем информацию: 4120111231 (41 — завод, 2011 — год, 12 — месяц, 31 — число изготовления партии ВВ); в двоичном коде это число представляется как 1001110011010011101011111. Очевидно, что «1» — наличие вещества на хроматограмме, «0» — его отсутствие в ожидаемое время выхода t на хроматограмме. Время выхода t — полный аналог «расстояния между черточками и их толщины» на классическом штрих-коде. Так как пики кодирующих веществ будут соответствовать индивидуальным ПМС, идентичным по своей структуре, но различающимся по длине полимерной молекулы (молекулярной цепочки), время выхода t — функция длины молекулы каждого ПМС. Таким образом установлено, что добавки КОС (в частности — ПМС) в составе ВВ формиру-

ют химический штрих-код, который считывают по хроматограмме, рассматривая наличие или отсутствие определяемого маркера КОС (ПМС).

Маркировать предлагаемым способом можно не только сами смесевые и индивидуальные ВВ, но и компоненты — неорганические окислители (аммиачная селитра марок А, Б и ЖВ, нефтепродукты, эмульгаторы и т.п.).

В качестве примера реализации рассматриваемого метода маркировки предложены результаты анализа грунта (отобран с места взрыва экспериментального замаркированного заряда) на наличие следов маркировки. В качестве маркера использовали смесь силоксанов (силоксановая жидкость RMX-200/20). Сравнение хроматограмм (рис. 2) жидкости RMX-200/20 с хроматограммой смыва с пробы грунта, отобранного с места взрыва экспериментально замаркированного заряда, показало, что продукты разложения этой жидкости в следах грунта после взрыва отсутствуют, а на хроматограммах отчетливо видны пики кодирующих веществ (индивидуальных ПМС).

Преимущества предлагаемого способа маркировки ВВ заключаются в следующем:

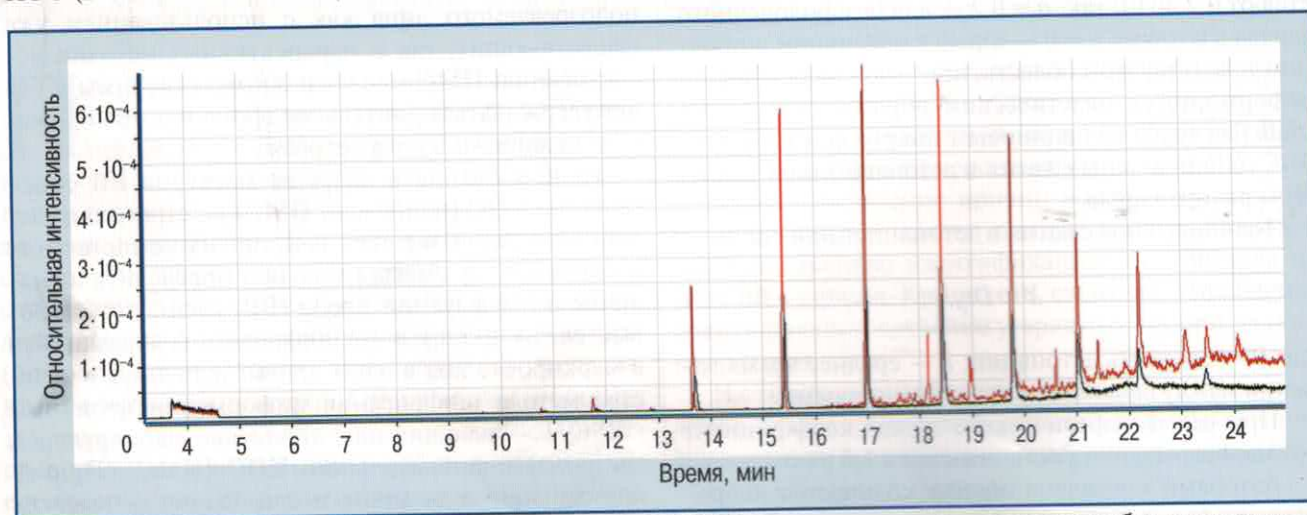
КОС достаточно термодинамически устойчивы и инертны, а также дешевы;

введение до 1 кг КОС на 1 т ВВ (массовая доля 0,1 %) не приведет ни к удорожанию ВВ, ни к изменению его взрывчатых свойств;

КОС растворимы в потожировых слоях кожи человека, сохраняются там значительно дольше, чем ВВ, что позволит в смывах с рук определять не только сам факт наличия следов ВВ, но и привязывать подозреваемое лицо к конкретным партиям или изделиям, содержащим ВВ;

можно получать информацию о ВВ после взрыва;

КОС можно маркировать не только индивидуальные ВВ, но и компоненты смесевых ВВ: в частности, неорганические окислители, что полностью снимет исключительно важный для экспертов вопрос о ее происхождении в следах после взрыва.



▲ Рис. 2. Хроматограммы силоксановой жидкости RMX-200/20 (красная изолиния) и смыва с пробы грунта с места взрыва (черная изолиния)

Данный способ также позволяет избежать получения неправильного штрих-кода при смешении двух разных ВВ — за счет разницы в интенсивности пиков определяемых КОС на хроматограмме. Способ нечувствителен к взаимодействию маркеров с продуктами взрыва. За счет алгоритма маркирования способ позволяет избежать ошибок при считывании маркировки, например, при попадании в исследуемый образец бытового КОС.

В настоящее время на территории стран — участниц Евразийского экономического союза активно проводятся практические исследования возможности введения в состав различных ВВ скрытых химических маркеров.

Опытные промышленные образцы химических маркеров на основе КОС в Российской Федерации представлены SIM-R (Secret Identification Marker — Russia), в Республике Казахстан — SIM-K (Secret Identification Marker — Kazakhstan).

Первый этап практических исследований по возможности введения в состав гранулированных взрывчатых смесей скрытых химических маркеров SIM-K на основе КОС проведен в лабораторных, полигонных и производственных условиях экспертами ООО «Глобал Майнинг Эксплозив — Раша», ТОО «Экспертно-сертификационный центр взрывчатых материалов», Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ) с участием заинтересованных предприятий — изготовителей ВВ — АО «Орика-Казахстан», предприятий — потребителей ВВ — Eurasian Natural Resources Corporation PLC

и жидкое горючее 5 %), который под различными марками получил наиболее широкое применение на территории Евразийского экономического союза.

В процессе испытаний 10 мл маркера SIM-K ввели в 1 л жидкого нефтепродукта (компонент ВВ ANFO). Далее в процессе приготовления ВВ ANFO на технологической установке АО «Орика-Казахстан» в его состав ввели маркер SIM-K методом капельного распыления. В результате было получено замаркированное промышленное ВВ ANFO, состав которого соответствовал стандарту. В процессе маркирования жидкой горючей фазы и непосредственно самой продукции типа ANFO отобраны соответствующие опытные образцы для дальнейших исследований: дизельное топливо с введенным в его состав маркером SIM-K; гранулированная аммиачная селитра с маркером SIM-K; ВВ ANFO с маркером SIM-K.

Из изготовленных 120 кг замаркированного ВВ ANFO отобрали 15 кг усредненной пробы и разделили на два заряда диаметром по 160 мм и массой по 5 кг. Остальные 5 кг отправили для дальнейшего исследования в испытательную лабораторию ТОО «Экспертно-сертификационный центр взрывчатых материалов». По результатам проведенных испытаний отмечено следующее: маркер SIM-K (0,1 %) был введен в состав промышленного ВВ ANFO (партия № 258 от 25 мая 2015 г.) путем предварительного его добавления в жидкую горючую фазу и распыления в процессе производства продукции. Производство ВВ ANFO проходило в штатном режиме и при введении маркера SIM-K нарушено не было (табл. 1).

Таблица 1

Показатели	Нормативное значение	Фактическое значение	
		до маркировки	после маркировки
Внешний вид	Сыпучие омасленные гранулы	Сыпучие омасленные гранулы	Сыпучие омасленные гранулы
Цвет	От светлого до темного коричневого	Светлый коричневый	Светлый коричневый
Плотность, кг/м ³	700–900	900	900
Содержание компонентов в готовом продукте, %:			
аммиачная селитра	93,5–95,5	94,5	94,5
нефтепродукт	4,5–6,5	5,5	5,5
Упаковка и маркировка тары	Соответствует стандарту	Маркировка упаковки не нарушена, хорошо читаема и по содержанию соответствует стандарту	
Детонация	Полная	Полная	Полная

(Евразийской Корпорации Природных Ресурсов), АО «Соколовско-Сарбайское горно-обогатительное производственное объединение», АО «Восточный разрез ЕЭК» и представителей государственных уполномоченных органов Республики Казахстан.

В качестве маркируемого первоначально выбрали смесевое промышленное ВВ ANFO производства АО «Орика-Казахстан» из-за его простого состава (гранулированная аммиачная селитра 95 %

Промышленное ВВ ANFO по всем установленным в процессе испытаний показателям (до и после введения маркера SIM-K) соответствует требованиям промышленной безопасности Республики Казахстан (см. табл. 1).

Санитарно-эпидемиологические и гигиенические исследования маркера SIM-K проведены специалистами испытательного центра РГКП «ЦСЭЭ г. Алматы» КЗПП МНЭ Республики Казахстан по

методике МУ 2102—79. Для этого в испытательный центр был доставлен опытный образец маркера SIM-K, отобранный 25 мая 2015 г. на территории цеха по производству ВВ ANFO АО «Орика-Казахстан».

Протокол испытательного центра РГКП «ЦСЭЭ г. Алматы» КЗПП МНЭ Республики Казахстан содержит результаты испытаний образцов скрытого идентификационного маркера для промышленных ВВ и подтверждает, что маркер SIM-K не оказывает раздражающего действия на кожу и слизистые оболочки и соответствует Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утвержденным решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299.

Хроматографические исследования проведены специалистами кафедры аналитической химии Института естественных наук УрФУ по заявке ТОО «Экспертно-сертификационный центр взрывчатых материалов».

На первом этапе хроматографического исследования для определения чувствительности выбранного метода газожидкостной хроматографии (ГЖХ) изготовили смесь РМХ-200-100 (основа скрытых идентификационных маркеров SIM-K для промышленных ВВ) с вазелиновым маслом, для чего 0,04 мл жидкости РМХ-200-100 размешали в 100 мл вазелинового масла (что соответствует объемной доле маркера 0,0399 %). Для сравнения исследовали чистую жидкость РМХ-200-10 (основа скрытых идентификационных маркеров SIM-K для промышленных ВВ) и ее аналогичную смесь с вазелиновым маслом (имитация текучего ВВ с маркером SIM-K).

Результаты ГЖХ чистых жидкостей РМХ-200-100 и РМХ-200-10, а также замаркированных ими образцов вазелинового масла представлены на рис. 3, из которого видно, что характерные пики прослеживаются для обеих исследуемых жидкостей типа РМХ.

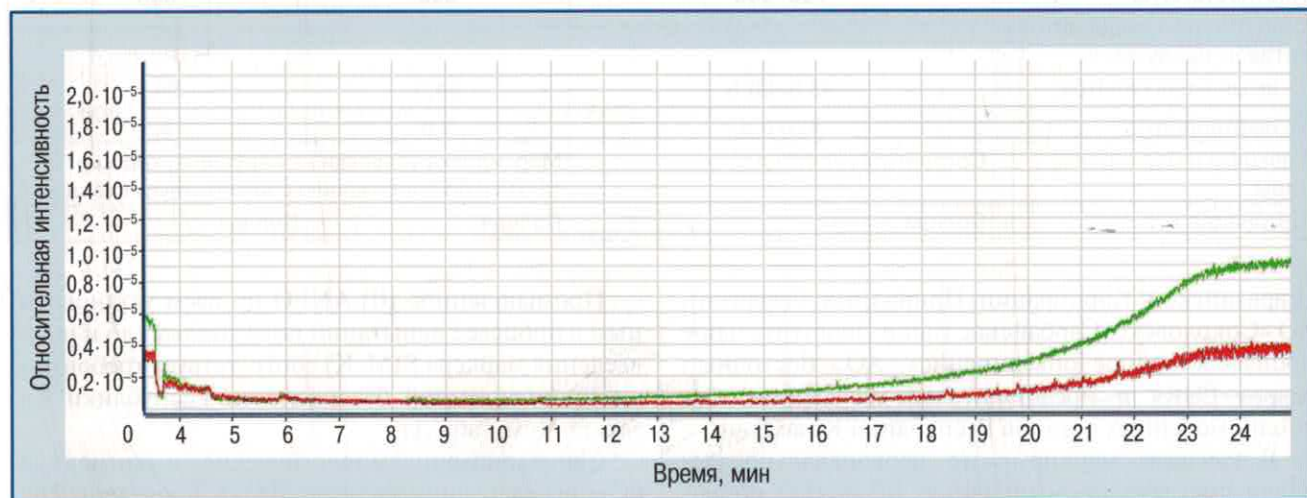
По итогам первого этапа хроматографического исследования сделаны выводы.

1. На ГЖ-хроматограммах РМХ-200-10 наблюдаются девять хорошо различимых пиков. Наилучшее определение их на фоне вазелинового масла возможно в режиме Product Ion Scan. Предел обнаружения около $5 \cdot 10^{-3}$ мкл/мл.

2. На ГЖ-хроматограммах РМХ-200-100 наблюдаются два пика. На фоне вазелинового масла (матрицы) их установить весьма трудно, поскольку интенсивность этих пиков невелика, а масс-спектры недостаточно сильно отличаются от масс-спектров матрицы.

На втором этапе хроматографического исследования представленные пробы готовили следующим образом. Образец № 1 по 1 мл добавляли в 50 мл хлороформа. Таким способом получали экстракт. Образцы № 2, 3, 3-А, 3-Б, 4 обрабатывали (метод экстракции) 50 мл хлороформа каждый. Процесс экстрагирования интенсифицировали ультразвуком (в ультразвуковой бане В1510-МТ) в течение 5 мин. Итого было получено семь экстрактов, которые последовательно фильтровали и упаривали на ротационном испарителе при температуре 40 °С и при остаточном давлении 2,7 кПа (20 мм рт. ст.) до капли (определяли визуально). Остаток в колбе испарителя омывали 3 мл хлороформа, полученную жидкость переносили во флакон вместимостью 5 мл и отсушивали растворитель на воздухе при температуре 50 °С (на песчаной бане) до капли (определяли визуально). Остаток заливали 0,2 мл н-гексана и экстрагировали в ультразвуковой бане (5 мин). Полученные таким образом экстракты вводили в испаритель хроматографа (по 1 мкл). Данные расшифровки ГЖ-хроматограмм экстрактов, представленных для исследования образцов, приведены в табл. 2.

По итогам второго этапа хроматографического исследования сделаны следующие выводы.



▲ Рис. 3. Газожидкостная хроматограмма растворов ПМС: нижняя изолиния — чистая РМХ-200-10, верхняя — РМХ-200-10, растворенная в н-гексане концентрацией 0,01 мкл/мл

Таблица 2

Образец	Время выхода пика, мин	Интенсивность пика, отн. ед.
№ 1	21,62	710
	24,50	940
№ 2	21,62	740
	24,50	960
№ 3	21,62	0
	24,50	0
№ 3-А	21,62	120
	24,50	155
№ 3-Б	21,62	60
	24,50	78
№ 4	21,62	240
	24,50	320

1. На ГЖ-хроматограммах экстрактов исследованных образцов отслеживаются пики, характерные для чистого скрытого идентификационного маркера SIM-K для ВВ на основе РМХ-200-100. В незамаркированной пробе грунта (образец № 3, см. табл. 2) характерные для скрытого идентификационного маркера SIM-K для промышленных ВВ на основе РМХ-200-100 пики не наблюдаются.

2. Жидкости РМХ-200-10 и РМХ-200-100 можно использовать в качестве основы скрытых идентификационных маркеров SIM-K для промышленных ВВ.

Далее целесообразно проверить разделяемость РМХ на компоненты методом ВЭЖХ (условное кодирование маркеров типа SIM информацией согласно требованиям статьи 4, п. 1 «б» [1]), в частности с применением аппаратно-программного комплекса «Милихром».

В целом результаты проведенных натурных испытаний подтверждают возможность идентификации методом ГЖХ скрытого идентификационного маркера SIM-K в образцах промышленного ВВ ANFO.

Учитывая положительные результаты исследований, авторы предлагают вышеизложенный метод скрытой химической маркировки промышленных ВВ как один из возможных способов выполнения требований статьи 4, п. 1 «б», приведенных в работе [1].

Список литературы

1. *Технический регламент Таможенного союза «О безопасности взрывчатых веществ и изделий на их основе»* (ТР ТС 028/2012). — Сер. 13. — Вып. 13. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2014. — 48 с.

2. *Способ* маркировки взрывчатого вещества: пат. 2328481 Рос. Федерация. № 2007103776/02; заявл. 01.02.2007; опубл. 10.07.2008, Бюл. № 19.

3. *Способ* маркировки взрывчатого вещества: пат. 2368591 Рос. Федерация. № 2008143738/02; заявл. 07.11.2008; опубл. 27.09.2009, Бюл. № 27.

4. *Способ* маркировки взрывчатого вещества: пат. 2495860 Рос. Федерация. № 2012123402/05; заявл. 06.06.2012; опубл. 20.10.2013, Бюл. № 29.

5. *Способ* маркировки взрывчатого вещества: пат. 2533483 Рос. Федерация. № 2012134024/05; заявл. 08.08.2012; опубл. 20.11.2014, Бюл. № 32.

6. *Маркирующее* вещество: пат. 2134253 Рос. Федерация. № 96108479/02; заявл. 29.04.1996; опубл. 10.08.1999, Бюл. № 22.

7. *Способ* маркировки взрывчатых веществ: пат. 2179961 Рос. Федерация. № 99104360/02; заявл. 04.03.1999; опубл. 27.02.2002, Бюл. № 7.

8. *Способ* маркировки взрывчатых веществ: пат. 2426171 Рос. Федерация. № 2010109651/05; заявл. 15.03.2010; опубл. 10.08.2011, Бюл. № 22.

9. *Элемент* сигнализации: пат. 2138855 Рос. Федерация. № 96118133/09; заявл. 02.02.1995; опубл. 27.09.1999, Бюл. № 27.

10. *Устройство* для маркировки: пат. 2126993 Рос. Федерация. № 96109960/09; заявл. 13.05.1996; опубл. 27.02.1999, Бюл. № 16.

11. *Устройство* адресования предметов: пат. 893275 СССР. № 2810691; заявл. 07.08.1979; опубл. 30.12.1981, Бюл. № 36.

12. *Способ* обнаружения взрывчатых веществ: пат. 2024853 Рос. Федерация. № 5021118/25; заявл. 09.01.1992; опубл. 15.12.1994, Бюл. № 35.

13. *Способ* маркировки взрывчатого вещества/ Л.В. Бачурин, С.М. Колотушкин, И.Ю. Маслов, Н.В. Юдин: сб. материалов второй Всероссийской научно-практической конференции «Технико-криминалистическое обеспечение раскрытия и расследования преступлений». — М., 2012. — 240 с.

14. *Туркельтауб Г.Н.* Хроматография кремнийорганических (элементорганических) соединений: дис. ... д-ра хим. наук. — М., 2005.

15. *Колганов Е.В., Соснин В.А.* Эмульсионные промышленные взрывчатые вещества. Кн. 2. Составы и свойства. — Дзержинск: изд-во ГосНИИ «Кристалл», 2009. — 592 с.

ilmaslov@mail.ru

Материал поступил в редакцию 30 сентября 2015 г.

ВЫБЕРИТЕ НАИБОЛЕЕ УДОБНЫЙ ДЛЯ ВАС ВАРИАНТ ПОДПИСКИ!

Подписные индексы журнала «Безопасность труда в промышленности» по каталогам агентств:

Подписка	Роспечать	Пресса России	Почта России
На 6 мес	70049	42097	79355
На год	85218	10470	—

В течение года можно оформить подписку непосредственно в редакции. E-mail: ornd@safety.ru