



УДК 343.983.22

**ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗРЫВОВ
ТОПЛИВНО-ВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ,
ОБРАЗОВАННЫХ ГОРЮЧЕЙ ПЫЛЬЮ*****Михаил Юрьевич Гераськин**, *Леонид Васильевич Дашко***,
*Анатолий Александрович Шеков******* Волгоградская академия МВД России, Волгоград, Россия,
a258a216@mail.ru**** Экспертно-криминалистический центр МВД России, Москва, Россия,
ldashko@mvd.ru***** Восточно-Сибирский институт МВД России, Иркутск, Россия,
shek@inbox.ru*

Аннотация. Статья посвящена проблемам, возникающим при исследованиях по фактам взрывов топливно-воздушных смесей, образующихся при смешении мелкодисперсных пылей горючих веществ с воздухом (аэровзвесей). Несмотря на то что в криминалистической практике подобные факты встречаются относительно редко, именно такие взрывы чаще всего являются причиной гибели людей и приводят к значительному материальному ущербу.

При исследовании по фактам подобных взрывов эксперту приходится решать вопрос о возможности воспламенения или взрыва пылевоздушной смеси в определенных условиях. В связи с тем что данную информацию не всегда можно получить из справочников, необходимо проведение ряда экспериментов, определяющих взрывопожароопасные свойства данной смеси.

Авторы на конкретном примере из экспертной практики показывают возможность установления основной характеристики пожаровзрывоопасности конкретной аэровзвеси – нижнего концентрационного предела воспламенения. В результате комплексного исследования было установлено, что исследуемая пыль относится к классу взрывопожароопасных, а источником зажигания являются искры статического электричества.

Ключевые слова: взрыв, топливно-воздушная смесь, аэрогель, аэровзвесь, нижний концентрационный предел воспламенения, пожарно-техническая экспертиза

Для цитирования: Гераськин М. Ю., Дашко Л. В., Шеков А. А. Особенности исследования взрывов топливно-воздушных смесей, образованных горючей пылью // Судебная экспертиза. 2024. № 3 (79). С. 91–104.

© Гераськин М. Ю., Дашко Л. В., Шеков А. А., 2024



**FEATURES OF THE RESEARCH
OF EXPLOSIONS OF FUEL-AIR MIXTURES FORMED
BY COMBUSTIBLE DUST**

Mikhail Yurievich Geraskin**, *Leonid Vasilyevich Dashko,
*Anatoly Alexandrovich Shekov******

* Volgograd Academy of the Ministry of the Interior of Russia, Volgograd, Russia,
a258a216@mail.ru

** Forensic Center of the Ministry of the Interior of Russia,
ldashko@mvd.ru

*** East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Irkutsk, Russia,
shek@inbox.ru

Abstract. The article is devoted to the problems that arise during research on the facts of explosions of fuel-air mixtures formed when fine dusts of combustible substances are mixed with air (airweights). Despite the fact that such facts are relatively rare in forensic practice, such explosions are most often the cause of death and lead to significant material damage.

When investigating the facts of such explosions, an expert has to decide on the possibility of ignition or explosion of a dust-air mixture under certain conditions. Since this information cannot always be obtained from reference books, in such cases it is necessary to conduct a number of experiments determining the explosive and fire-hazardous properties of this air suspension.

Using a specific example from expert practice, the authors show the possibility of establishing the main characteristic of fire and explosion hazard air suspension – the lower concentration limit of ignition. As a result of a comprehensive study, it was found that the dust under study belongs to the class of explosive and flammable, and the ignition source was static electricity sparks.

Keywords: explosion, fuel-air mixture, aerogel, air suspension, lower concentration limit of ignition, fire technical expertise

For citation: Geraskin M. Yu., Dashko L. V., Shekov A. A. Features of the research of explosions of fuel-air mixtures formed by combustible dust. Forensic examination, 91–104, 2024. (In Russ.).

Взрывы, как умышленные, с применением взрывных устройств (ВУ) и взрывчатых веществ (ВВ), так и допущенные по халатности или в результате нарушения требований техники безопасности на производственных или складских объектах, представляют большую опасность для жизни и здоровья граждан. Взрыв как общественно опасное событие всегда пожелит расследованию и является объектом криминалистического исследования. Однако в подавляющем большинстве ученые-криминалисты уделяют внимание в первую очередь так называемыми криминальным взрывам, т. е. осуществленным с использованием ВУ как промышленного, так и самодельного изготовления. В последние годы практическая значимость исследований взрывоопасных веществ – горючих газов и пыли – неуклонно растет.



Взрывы, произошедшие в результате воспламенения смеси окислителя (кислорода воздуха) с горючим, в роли которого выступают горючие газы, пары легковоспламеняющихся или горючих жидкостей (ЛВЖ или ГЖ) или мелкодисперсные частицы (пыли) горючих веществ, традиционно относят к категории взрывов топливно-воздушных смесей (ТВС), которые могут воспламеняться и устойчиво гореть в определенном диапазоне концентрации (нижним и верхним концентрационным пределами воспламенения) горючего газа, либо паров ЛВЖ (ГЖ), либо горючей пыли в смеси с воздухом, т. е. протекание химической реакции окисления горючего компонента ТВС возможно только при его смешении с окислителем (воздухом) в определенном соотношении. Другим условием возникновения горения ТВС является наличие источника инициирования горения в прямом контакте с зоной образования пожароопасной концентрации. Причем для воспламенения твердых и жидких горючих материалов такими источниками выступают источники открытого огня, электродуговой разряд, образовавшийся при аварийном режиме работы электросети, высоконагретая поверхность (свыше 400 °С) [1, с. 55–58], а в ряде случаев и малокалорийный источник зажигания (например, тлеющее табачное изделие). Для воспламенения ТВС, как правило, достаточно источника зажигания незначительной энергетики, такого, как искры, возникающие при контактном явлении (например, при включении или выключении освещения, реле времени холодильника или любого другого электроприбора), и даже так называемые фрикционные искры, образующиеся при соударении двух металлических предметов. Это объясняется тем, что минимальное значение энергии воспламенения ТВС не превышает 0,3 мДж.

Анализ экспертной практики специалистов взрыво- и пожарно-технического направлений экспертно-криминалистических подразделений МВД России показывает, что за период 2017–2022 гг. по фактам взрывов было проведено 886 экспертиз и исследований, в том числе по фактам взрывов ТВС – 96 (т. е. 10,8 %) [2, с. 18–19]. Следует отметить, что, несмотря на относительно небольшое их количество (по сравнению с взрывами ВУ), взрывы ТВС наиболее часто являются причиной гибели людей и приводят к значительному материальному ущербу.

Самыми распространенными в экспертной практике и лучше всего исследованными являются взрывы ТВС, состоящей из смеси воздуха с горючими газами. К ним относятся взрывы в жилых домах и помещениях, имеющих стационарное газовое оборудование, в гаражах и дачных домах, в которых нарушены правила хранения баллонов с горючими газами, в автотранспортных средствах, использующих в качестве топлива сжиженные горючие газы, и т. п. [3, с. 178–179]. Взрывы ТВС, включающих в свой состав горючие пыли, встречаются в криминалистической практике не так часто, поэтому их исследование представляет определенные трудности [4, с. 68–70].

Взвешенные в воздухе пыли, представляющие собой измельченные до мелкодисперсного состояния горючие твердые вещества, с точки зрения взрывопожароопасности ведут себя как газо-, паровоздушные смеси. Под воздействием источника зажигания происходит воспламенение смесей, формируется кинетическое пламя в виде сферы.



Пламя распространяется во все стороны с одинаковой скоростью, при наличии препятствий может возникнуть ударная волна и детонация. Но есть различие при горении этих смесей. Для газо-, паровоздушных смесей пожарная опасность характеризуется двумя пределами распространения пламени, а для пыли в воздухе определяют только один предел воспламеняемости – нижний концентрационный предел воспламенения. Это связано с тем, что частицы пыли, взвешенные в воздухе, под действием силы тяжести через какое-то время переходят в состояние аэрогеля или при изменении условий аэрогель переходит во взвешенное состояние. Поэтому верхний предел воспламенения пыли практически невозможно определить. Установлено, что при всех концентрациях пыли в воздухе больше нижнего концентрационного предела воспламенения пылевоздушные облака воспламеняются от источника зажигания и сопровождаются вспышкой или взрывом.

Воспламенение пылевоздушных смесей в небольшом объеме приводит к разогреву смеси. За счет теплопроводности частиц пыли и теплопередачи происходит нагрев холодных частиц и перемещение фронта пламени. Скорость распространения пламени по пылевоздушной смеси в пространствах без преград невысокая и составляет примерно 0,3–0,4 м/с. Сгорание относительно небольшого объема смеси в свободном пространстве способно оказывать лишь термическое воздействие на объекты, расположенные в непосредственной близости. В некоторых ситуациях пламя, возникшее в результате воспламенения пылевоздушного облака, распространяется с высокой скоростью (от 2 000 до 5 000 м/с), превышающей скорость распространения звука в данной среде (это явление называется детонацией) и приводит к взрывообразному горению [5, с. 136]. Взрывы пыли в основном происходят по дефлаграционному механизму (взрывное горение).

Взрывы аэрозвесей представляют значительную опасность, так как практически всегда приводят к серьезным последствиям, человеческим жертвам, повреждению оборудования и строительных конструкций, ущербу окружающей среде и другим негативным факторам [6]. Чаще всего они могут возникнуть в закрытых помещениях, внутри оборудования, в шахтах, на предприятиях, связанных с получением или переработкой пылеобразных веществ (рис. 1).



Рис. 1. Последствия взрыва зерновой пыли в элеваторе



При возникновении взрыва аэровзвесей, в зависимости от условий образования облака, возможно образование ударных волн и детонации (рис. 2). Взрывоопасность пылей, взвешенных в воздухе, определяется их свойствами, такими как химический состав, размер частиц пыли, их морфология, концентрация, влажность и способность к агломерации частиц [5, с. 42–44].

Особую взрывоопасность представляют производства, вследствие нарушений технологии которых в цехах наблюдается повышенная запыленность. Пыль, накапливающаяся на горизонтальных поверхностях оборудования и конструктивных строительных элементов, в результате фугасного воздействия первичного взрыва перемещается вверх, образуя новую зону взрывоопасной концентрации.



1. Мука мелкого помола распыляется



2. Облако муки воспламеняется



3. Огненное облако быстро разрастается



4. Огненное облако за счет нагретых газов поднимается вверх



5. Огненное облако, поднимаясь вверх, постепенно рассеивается



6. Последствия взрыва, на землю осаждается несгоревшая мука

Рис. 2. Демонстрация взрыва и воспламенения пыли (мука)



Происходящий через очень короткий промежуток времени (1–3 мс) вторичный взрыв по силе может значительно превосходить первичный и, в свою очередь, создавать условия для третьего взрыва. Таким образом, образуется серия взрывов, в том числе с возрастающей интенсивностью образуемых повреждений. Подобные процессы чаще всего могут протекать в штольнях шахт, когда в результате взрыва горючего газа – метана поднимается угольная пыль и происходит последующий взрыв угольной пыли [5, с. 45].

Как правило, в таких случаях происходит серия чередующихся взрывов, которые могут проявляться не только в помещении, где произошел первоначальный взрыв, но и в соседних помещениях, если они связаны между собой проходами, вентиляционными системами и иными технологическими коммуникациями (рис. 3).



Рис. 3. Последствия взрыва на шахте «Распадская», Кемеровская область, 2010 г.

Указанные закономерности развития взрывов пылевоздушных смесей в значительной степени затрудняют расследование подобных уголовных дел. Нередко перед экспертом ставится вопрос о возможности воспламенения пылевоздушной смеси в определенных условиях. Данную информацию можно получить из справочных и методических пособий в тех случаях, когда горючий компонент смеси – «горючее-окислитель» представляет собой однокомпонентное вещество [7, с. 45]. Когда же ТВС – это смесь нескольких веществ, в том числе содержащая и негорючие частицы веществ неорганической природы, которые выступают в роли флегматизаторов, необходимо проведение ряда экспериментов, определяющих взрывопожароопасные свойства данной смеси.

Авторы предлагают рассмотреть частную экспертную методику определения одного из основных параметров взрывопожароопасности горючей пыли, входившей в состав ТВС на примере взрыва, произошедшего на фармацевтической фабрике.

Согласно обстоятельствам дела на одном из фармацевтических предприятий Российской Федерации произошел взрыв, который сопровождался пламенным горением. На основе свидетельских показаний сотрудников данного предприятия установлено следующее. Согласно действующему регламенту в одном из цехов, в производственном помещении отделения размола и про-



сеивания, технологией предусматривались две технологические операции: измельчение и просеивание так называемой фармацевтической субстанции (основного компонента для производства лекарственного средства). Анализ технической документации позволил установить, что данная субстанция ранее не испытывалась на взрывопожароопасность, но при этом сотрудниками предприятия априори считалась негорючим веществом. Как следствие, все электрооборудование отделения, а именно установка по измельчению, вибропросеивающая установка и весы не было приспособлено к эксплуатации в местах, в которых существует опасность взрыва газа или пыли. В начале рабочей смены двое сотрудников принесли пакеты с исходным сырьем и приступили к технологическим операциям – размолу (измельчению) и просеиванию. Во время данных операций сотрудники из производственного помещения не выходили. В процессе работы никаких нештатных ситуаций не возникало, сбоев в работе оборудования, перепадов напряжения в электросети замечено не было. Через 15 мин сотрудник, обслуживающий измельчающую установку, услышал в районе вибросита громкий хлопок и, с его слов, «боковым зрением увидел, что между весами и виброситом выбросило язык пламени». Повернувшись, он увидел, что второй сотрудник лежит на полу, сбитый с ног ударной волной взрыва. К моменту выхода сотрудников из помещения через тамбур-шлюз все производственное помещение было затянуто дымом и наблюдалось горение с выходом огня наружу в верхней части двери. Оба сотрудника получили значительные ожоги.

При осмотре места происшествия (ОМП) было установлено следующее. Термические повреждения сконцентрированы внутри производственного помещения. На конструктивных элементах стен, перекрытий и коридора, ведущего к цеху, выполненных из листов металла, зафиксированы значительные наслоения продуктов горения. Металлические листы стен помещения цеха были деформированы: в местах стыковочных швов листов зафиксированы следы выдавливания наружу. В верхней части помещения цеха зафиксированы термические поражения в виде зоны полного выгорания конструктивных элементов, выполненных из полимерных материалов. Потолок и стены помещения покрыты копотью. В помещении отделения цеха наблюдались термические поражения в виде оплавления конструктивных элементов светильников, выполненных из полимерных материалов. В других помещениях цеха аналогичные элементы не были повреждены, а только покрыты слоем копоти.

Таким образом, в результате ОМП были выявлены следующие характерные признаки взрыва ТВС:

признаки фугасного воздействия взрыва (наличие интенсивных и относительно равномерных по характеру разрушений или повреждений элементов металлоконструкций, не имеющих локального характера; поражение работника предприятия, характерное для ударной волны);

признаки термического воздействия взрыва (наличие следов термического воздействия на конструкциях из сгораемых материалов; ожоги у пострадавших; возникновение горения непосредственно после взрыва);

отсутствие бризантного действия взрыва на предметах материальной обстановки (отсутствие явно выраженного центра взрыва, а также локальных интенсивных повреждений на оборудовании и строительных конструкциях цеха).



Совокупность выявленных признаков позволяет сделать вывод, что в объеме указанного помещения цеха произошел дефлаграционный взрыв ТВС [8].

Для установления причины взрыва в рамках комплексной взрывопожарно-технической экспертизы была поставлена задача определения основного показателя пожаро- и взрывоопасности исследуемой фармацевтической субстанции – ее нижнего концентрационного предела воспламенения.

На исследование был представлен порошок желтого цвета и пластиковый совок, с помощью которого отбирали субстанцию (рис. 4).



Рис. 4. Пластиковый пакет с фармацевтической субстанцией и совок из полимерного материала

Для экспериментального исследования применялась установка – взрывной цилиндр объемом 4 л для определения нижнего концентрационного предела воспламенения аэрозвеси (рис. 5). Согласно нормативной документации горячая пыль считается взрывоопасной, если ее нижний концентрационный предел воспламенения не превышает 65 г/м^3 , в случае, когда данный показатель не превышает величины 15 г/м^3 , пыль является наиболее взрывоопасной. Пыли, имеющие нижний концентрационный предел воспламенения более 65 г/м^3 , относятся к аэрозвесям повышенной пожарной опасности, которые в осажденном состоянии склонны к самовоспламенению при температурах до $250 \text{ }^\circ\text{C}$ [5, с. 45; 9, с. 416].

При проведении эксперимента исследуемое вещество взвешивалось и помещалось в форсунку взрывного цилиндра. С помощью насоса в промежуточный баллон подается воздух и создается давление 2 атм. После достижения необходимого давления, шланг, идущий от баллона к форсунке, перекрывается, после чего включается нагревательный элемент (источник зажигания) и происходит нагрев в течение 10 с. Затем из форсунки происходит распыление навески субстанции по всему объему. Пламя наблюдалось в смотровое окно, и одновременно происходило срабатывание предохранительного клапана с левой стороны цилиндра со сбросом избыточного давления в свободное пространство. При этом наблюдаемый взрыв сопровождался сильным звуковым эффектом.

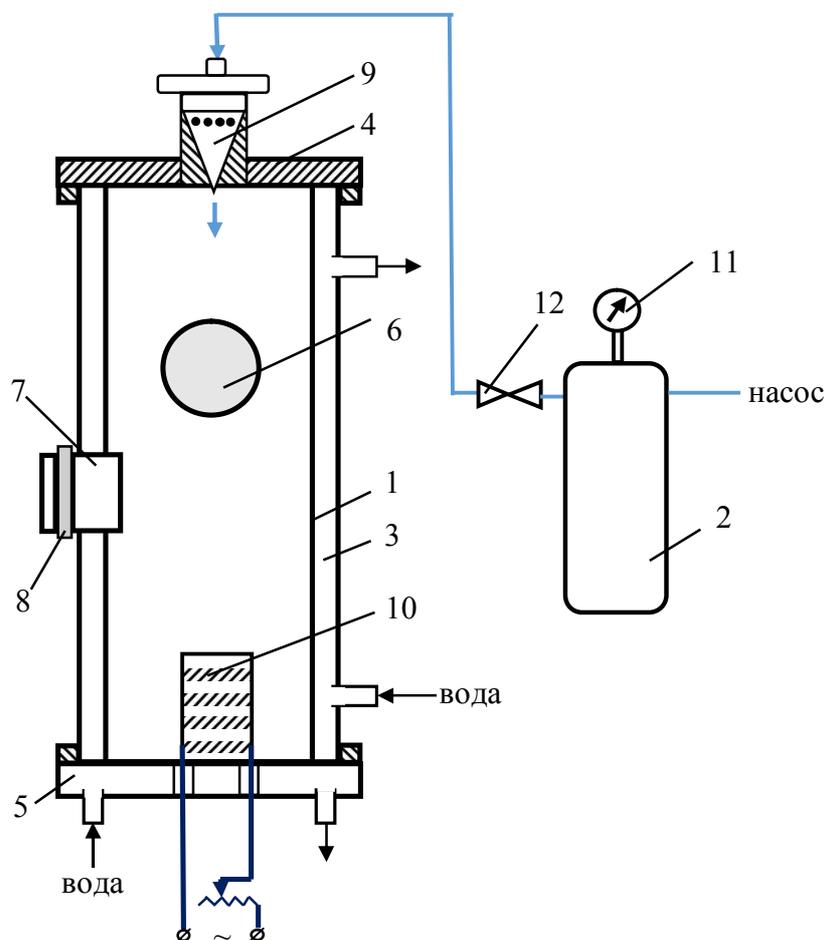


Рис. 5. Схема экспериментальной установки:

- 1 – взрывной цилиндр; 2 – ресивер; 3 – водяная рубашка;
 4, 5 – верхняя и нижняя крышки; 6, 7 – окна; 8 – датчик давления (мембрана);
 9 – форсунка; 10 – нагревательный элемент; 11 – манометр; 12 – кран

Серию экспериментов проводили начиная с навески небольшой массы – 0,1 г. При этом соблюдались следующие условия. Если взрыв происходил при испытании очередной навески, то масса навески для следующего эксперимента уменьшалась на 10 %. В случае отсутствия вспышки и пламени масса вещества увеличивалась на 10 % и эксперимент возобновляли. Проводилось по пять испытаний для каждой навески. Так, в ходе экспериментов (рис. 6) установлено, что минимальная масса вещества, при котором наблюдается вспышка, составляла 0,25 г.

Для определения нижнего концентрационного предела воспламенения выполнялся пересчет массы субстанции на 1 000 л. В результате установлено, что нижний концентрационный предел воспламенения исследуемой субстанции со-



ставил $62,5 \text{ г/м}^3$, следовательно, в соответствии с Правилами устройства электроустановок фармацевтическая субстанция относится к классу взрывоопасных пылей.



Рис. 6. Взрывной цилиндр:
а – до проведения эксперимента; б – результат проведения эксперимента

По имеющимся в уголовном деле материалам установлено, что в ходе ОМП на участках токопроводящих жил электросети помещения цеха, как и на используемом оборудовании, следов протекания аварийных режимов работы не выявлено. При определении источника зажигания взято за основу одно из взрывопожароопасных свойств аэрозвесей – способность к электризации, где частицы пыли способны электризоваться при размоле, транспортировании по пылепроводам, движении по воздуху, адсорбции ионов, трении частиц друг о друга и о твердую поверхность.

Разряд статического электричества возникает при контакте заряженного тела или при приближении его на критическое расстояние к заземленному предмету или предмету с другим потенциалом. Разряд происходит в форме электрической искры (дуги), которая и является источником зажигания [10].

При производстве измельченной фармацевтической фракции применялись полимерные совки и полимерные пакеты. Кроме того, статическое электричество может накапливаться, когда при протекании производственных процессов образуется значительное количество микроволокон и пыли [11, 12]. Пыль, поднятая с поверхности или созданная перемешиванием пылеобразующих материалов, таких как распыленные материалы, может привести к накоплению статического заряда на любой изолированной проводящей поверхности, с которой она вступает в контакт. Кроме того, заряд может быть накоплен и самим облаком. Можно сделать вывод, что в рассматриваемом случае источником статического потенциала могли явиться облако измельченной фармацевтической фракции, взаимодействующие с ней полимерные совки и пакет. При этом разряд накопленного потенциала мог произойти на заземленный корпус просеивающего устройства или на корпус автоматических весов, которые находятся в непосредственном контакте с фармацевтической фракцией. Образовавшиеся



при статическом разряде искры способны воспламенить облако смеси субстанции с воздухом с последующим взрывом.

Таким образом, в результате исследования был установлен нижний концентрационный предел воспламенения аэрозвеси на основе фармацевтической субстанции. Выявлено, что при наличии источника зажигания даже незначительной энергетики возможно воспламенение со взрывом исследуемой аэрозвеси представленной на исследование фармацевтической субстанции. Авторами предложено применение взрывного цилиндра для установления возможности взрыва пылевоздушных смесей при отсутствии справочной информации. Решение подобных задач при производстве комплексных взрывопожарно-технических экспертиз и исследований требует нетривиального подхода, что характерно для большинства взрывов, сопряженных с пожарами, особенно на производстве. Для решения возникающих при этом проблем необходимо использовать научный потенциал вузов страны, обеспеченных высококвалифицированными кадрами (физиками, химиками, инженерами и т. д.), в распоряжении которых имеется самое современное исследовательское оборудование [13, с. 196–198].

Список источников

1. Демидов П. Г., Шандыба В. А., Щеглов П. П. Горение и свойства горючих веществ. 2-е изд., прераб. Москва: Химия, 1981. 272 с.
2. Анализ практики использования специальных знаний при исследовании следов и обстоятельств взрыва: аналит. обзор / К. Д. Старостин, В. Д. Синюк, Л. В. Дашко [и др.]. Москва: Академия управления МВД России, 2024. 85 с.
3. Дашко Л. В., Порошин П. В. Определение параметров взрыва топливно-воздушной смеси (бензин и воздух) с целью проверки экспертной версии при расследовании преступлений // Теория и практика расследования преступлений: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. Краснодар: Краснодар. ун-т МВД России, 2020. С. 178–180.
4. Дашко Л. В., Порошин П. В., Синюк В. Д. Проблемы методологического обеспечения расследования преступлений по фактам взрывов топливно-воздушных смесей в системе МВД России // Теория и практика судебной экспертизы в современных условиях: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 28–29 января 2021 г.). Москва: Проспект, 2021. С. 67–71.
5. Плотникова Г. В., Шеков А. А., Зырянов В. С. Использование специальных знаний о возникновении, развитии и прекращении горения при производстве пожарно-технической экспертизы: учеб. пособие. Иркутск: ВСИ МВД России, 2021. 173 с.
6. Бондарь В. А., Любартович В. А. Взрывы промышленных пылей и их предупреждение // Известия МГТУ МАМИ. 2012. Т. 4, № 2 (14). С. 286–289.
7. Зеленкин В. Г., Боровик С. И., Бабкин М. Ю. Теория горения и взрыва: конспект лекций. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2011. 166 с.
8. Гераськин М. Ю., Харченко И. В. Особенности осмотра места происшествия по факту взрыва топливно-воздушной смеси // Массовые коммуникации на современном этапе развития мировой цивилизации: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Красково: Гуманит.-соц. ин-т, 2015. С. 289–291.



9. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы: по состоянию на 2023 г. 6-е и 7-е изд. Москва: Эксмо, 2023. 512 с.
10. Удилов Т. В., Кузнецов К. Л. Исследование зажигательной способности разрядов статического электричества с человека // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. 2012. № 2 (61). С. 43–50.
11. Титенок А. В., Амелин А. В., Каценко Е. Н. Производственная пыль // Вестник Брянской ГСХА. 2020. № 4 (80). С. 62–72.
12. Овчаренко А. Г., Раско С. Л. Электростатическая безопасность пожаро- и взрывоопасных производств // Безопасность жизнедеятельности. 2008. № S7. С. 1–24.
13. Синюк В. Д. Проблемные вопросы судебной экспертизы по факту объемного взрыва // Уголовный процесс и криминалистика: правовые основы, теория, практика, дидактика (к 75-летию со дня рождения профессора Б. Я. Гаврилова): сб. науч. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф. Москва: Академия управления МВД России, 2023. С. 194–199.

References

1. Demidov P. G., Shandyba V. A., Shcheglov P. P. Burning and properties of combustible substances. 2nd ed., rev. Moscow: Khimiya; 1981: 272. (In Russ.).
2. Starostin K. D., Sinyuk V. D., Dashko L. V. (et al.) Analysis of the practice of using special knowledge in the investigation of traces and circumstances of the explosion. Analytical review. Moscow: Academy of Management of the MIA of Russia; 2024: 85. (In Russ.).
3. Dashko L. V., Poroshin P. V. Determination of the explosion parameters of the fuel-air mixture (gasoline and air) in order to verify the expert version in the investigation of crimes. In: Theory and practice of crime investigation. Materials of the VIII International scientific and practical conference. Krasnodar: Krasnodar University of the Ministry of the Interior of Russia; 2020: 178–180. (In Russ.).
4. Dashko L. V., Poroshin P. V., Sinyuk V. D. Problems of methodological support for the investigation of crimes on the facts of explosions of fuel-air mixtures in the system of the Ministry of Internal Affairs of Russia. In: Theory and practice of forensic examination in modern conditions. Materials of the VIII International scientific and practical conference, Moscow, 28–29 January 2021. Moscow: Prospect; 2021: 67–71. (In Russ.).
5. Plotnikova G. V., Shekov A. A., Zyryanov V. S. The use of special knowledge about the occurrence, development and cessation of burning during the production of fire-technical expertise. A textbook. Irkutsk: VSI of the Ministry of Internal Affairs of Russia; 2021: 173. (In Russ.).
6. Bondar V. A., Lyubartovich V. A. Explosions of industrial dust and their prevention. Izvestiya MGTU MAMI, 286–289, 2012. (In Russ.).
7. Zelenkin V. G., Borovik S. I., Babkin M. Y. Theory of combustion and explosion. Lecture notes. Chelyabinsk: SUSU Publishing Center; 2011: 166. (In Russ.).
8. Geraskin M. Yu., Kharchenko I. V. Features of the inspection of the scene of an explosion of a fuel-air mixture. In: Mass communications at the present stage of the development of world civilization. Materials of the All-Russian scientific conference



with international participation. Kraskovo: Humanitarian and Social Institute; 2015: 289–291. (In Russ.).

9. Rules for the installation of electrical installations. All current sections: as of 2023. 6th and 7th eds. Moscow: Eksmo; 2023: 512. (In Russ.).

10. Udilov T. V., Kuznetsov K. L. Investigation of the incendiary ability of static electricity discharges from humans. Bulletin of the East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 43–50, 2012. (In Russ.).

11. Titenok A. V., Amelin A. V., Katsenko E. N. Industrial dust. Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy, 62–72, 2020. (In Russ.).

12. Ovcharenko A. G., Rasko S. L. Electrostatic safety of fire and explosive industries. Life safety, 1–24, 2008. (In Russ.).

13. Sinyuk V. D. Problematic issues of forensic examination on the fact of a volumetric explosion. In: Criminal procedure and criminalistics: legal foundations, theory, practice, didactics (on the 75th anniversary of the birth of Professor B. Ya. Gavrilov). Collection of scientific articles based on the materials of the International scientific and practical conference. Moscow: Academy of Management of the MIA of Russia; 2023: 194–199. (In Russ.).

Гераськин Михаил Юрьевич,

старший преподаватель кафедры криминалистической техники
учебно-научного комплекса
экспертно-криминалистической деятельности
Волгоградской академии МВД России;
a258a216@mail.ru

Дашко Леонид Васильевич,

заместитель начальника отдела научных исследований
по специальным видам экспертиз
и экспертно-криминалистического обеспечения
противодействия наркопреступности
Экспертно-криминалистического центра МВД России,
кандидат химических наук;
ldashko@mvd.ru

Шеков Анатолий Александрович,

доцент кафедры инженерно-технических экспертиз и криминалистики
Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России,
заместитель начальника кафедры судебно-экспертной деятельности
Восточно-Сибирского института МВД России,
кандидат химических наук, доцент;
shek@inbox.ru



Geraskin Yurievich Geraskin,

senior lecturer at the department of criminalistics techniques
of the training and scientific complex of expert-criminalistic activities
of the Volgograd Academy of the Ministry of the Interior of Russia;
a258a216@mail.ru

Dashko Leonid Vasilyevich,

deputy head of the department of research on special types
of expert examinations and forensic expertise
for preventing drug-related crime
of the Forensic Center of the Ministry of the Interior of Russia,
candidate of chemical sciences;
ldashko@mvd.ru

Shekov Anatoly Alexandrovich,

head of the department of forensic activity
of the East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,
candidate of chemical sciences, docent;
shek@inbox.ru

Статья поступила в редакцию 03.07.2024; одобрена после рецензирования
22.07.2024; принята к публикации 03.09.2024.

The article was submitted 03.07.2024; approved after reviewing 22.07.2024;
accepted for publication 03.09.2024.

* * *