

Л. П. ВОГМАН, д-р техн. наук, главный научный сотрудник
ФГБУ ВНИИПО МЧС России (Россия, 143900, Московская обл.,
г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12; e-mail: vniipo-3-5-3@ya.ru)

В. А. ЗУЙКОВ, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник
ФГБУ ВНИИПО МЧС России (Россия, 143900, Московская обл.,
г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12)

УДК 662.11

НОРМЫ И ПРАВИЛА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ ПИРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Часть I. Общие представления о пиротехнической продукции, методах контроля и классификации

Изложены общие сведения о пиротехнических составах, фейерверочных пиротехнических изделиях (ФПИ) и об их свойствах; представлена классификация ФПИ. Выполнен анализ факторов, влияющих на скорость горения пиротехнических составов (природа состава, материал корпусной детали, оболочки, теплопроводность и теплоемкость состава, температура, давление, образование промежуточных продуктов горения). Кратко изложены методы оценки пожарной опасности ФПИ. Представлен перечень пиротехнической продукции бытового и технического назначения. Приведены классификационные признаки пиротехнической продукции I–IV классов.

Ключевые слова: пожарная безопасность; пиротехническое изделие (продукция); методы; классификация; показатели пожарной опасности.

DOI: 10.18322/PVB.2015.24.08.7-17

Введение

Со времен Петра I (XVIII в.) на Руси в праздничные и торжественные дни устраивали фейерверки, завораживающее действие которых на людей можно сравнить лишь с впечатлениями от красивой сказки. В советское время по особо значимым праздникам устраивали салюты, для запуска которых привлекались специальные салютные подразделения.

Современный отечественный рынок гражданской пиротехники сформировался в 90-е годы прошлого века. Кроме привычных бенгальских огней и хлопушек, в розничной продаже появились петарды, ракеты, фонтаны, салюты. На рынок хлынул поток импортной пиротехнической продукции, которая зачастую была весьма низкого качества и, как следствие, пожаровзрывоопасная.

К сожалению, недостаточное внимание к вопросам обеспечения безопасности в процессе обращения (производства, хранения, транспортирования, реализации, применения и утилизации) фейерверочных пиротехнических изделий (ПИ), несоблюдение необходимых мер пожарной безопасности нередко приводит к многочисленным пожарам и взрывам, травматизму и гибели людей, в том числе детей.

Пожары и взрывы на производствах и складах ПИ зачастую носят катастрофический характер и явля-

ются следствием нарушений правил безопасного производства, хранения и применения изделий, а также игнорирования требований пожарной безопасности [1–4]. Характерными примерами таких инцидентов могут служить, например, взрыв в 1992 г. в Голландии; взрыв на складе одной из фирм, в результате которого в радиусе 1,5 км были разрушены крыши домов, а ущерб составил 50 млн. долл.; взрыв склада при магазине в Рио-де-Жанейро в 1997 г.; взрыв на фабрике по производству ПИ в КНР в том же году. В 2000 г. с интервалом в один день произошли разрушительные взрывы на складах и производствах ПИ в Голландии, Испании и Италии, которые сопровождались многочисленными жертвами и высоким травматизмом.

В нашей стране согласно статистическим данным [2] в период 1995–1998 гг. от взрывных и зажигательных составов ежегодно происходило около 1000 пожаров, на которых погибало от 20 до 26 чел. и были травмированы от 164 до 204 чел.

Катастрофическими стали последствия несанкционированного применения ПИ в ночном клубе “Хромая лошадь” (г. Пермь) в декабре 2009 г. При демонстрации фейерверочных эффектов произошло загорание перекрытия, и пожар быстро распространился по горючим материалам. Многие посе-

тители, число которых в 5–6 раз превышало установленные нормами, в условиях плохой организации эвакуации и из-за очевидных нарушений размеров проходов и дверных проемов на путях выхода наружу получили ожоги и отравления, несовместимые с жизнью (погибли 165 чел., и еще больше посетителей получили травмы).

В апреле 2015 г. в результате несанкционированной деятельности одного из частных предприятий в г. Орле в процессе сборки ПИ произошел взрыв разрушительной силы, в результате которого погибли 2 чел., разрушено большое количество зданий и сооружений в центре города.

В канун каждого Нового года и в начале наступившего года, а также в другие праздничные дни средства массовой информации публикуют заметки и статьи о многочисленных загораниях, пожарах и случаях гибели и травматизма (в том числе среди детей), вызванных нарушениями правил пожарной безопасности при обращении ПИ.

Статистические данные, представленные в [4] и в настоящей статье, свидетельствуют о том, что риски поражения и гибели людей при обращении пиротехнических изделий еще весьма высоки. Главная причина такого положения заключается в том, что принятые нормативные требования зачастую не выполняются или попросту игнорируются потребителем, поскольку отсутствует надлежащий контроль за исполнением этих требований.

В последние годы у нас в стране появился ряд документов, которые должны переломить ситуацию и привести к снижению числа пожаров и их последствий в стране, а именно:

- 1) Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” [5];
- 2) Технический регламент о безопасности пиротехнических составов и содержащих их изделий: утв. постановлением Правительства РФ от 24.12.2009 г. № 1082 (далее — постановление № 1082 [6]);
- 3) Требования пожарной безопасности при распространении и использовании пиротехнических изделий: утв. постановлением Правительства РФ от 22.12.2009 г. № 1052 [7];
- 4) ГОСТ Р 51270–99. Изделия пиротехнические. Общие требования безопасности [8];
- 5) ГОСТ Р 51271–99. Изделия пиротехнические. Методы испытаний [9];
- 6) Правила противопожарного режима в Российской Федерации: утв. постановлением Правительства РФ от 25.04.2012 г. № 390 [10];
- 7) ГОСТ 19433–88. Грузы опасные. Классификация и маркировка [11].

В связи с этим нельзя не отметить, что принятие этих документов повлияло на состояние дел с пожа-

рами в стране. Например, в период с 31.12.2009 г. по 11.01.2010 г. количество пожаров на территории Российской Федерации по сравнению с предыдущим периодом праздничных дней снизилось на 11,9 %, а число погибших сократилось на 12,4 %.

Требования пожарной безопасности к пиротехническим изделиям, помимо названных выше, содержатся также в ряде других документов [12–14] и литературе [15–19], а также в зарубежной нормативной документации [20–22].

Цель работы заключается в ознакомлении специалистов с пожаровзрывоопасными свойствами фейерверочной продукции различного назначения, а также с требованиями обеспечения пожарной безопасности, предъявляемыми к ней в процессе обращения.

1. Общие сведения о пиротехнических составах, изделиях и их свойствах

Пиротехника — наука, которая изучает пиротехнические составы, содержащие их изделия и в переводе с греческого означает “искусство огня” (*пиро* — огонь, *техно* — искусство).

Основными составными частями ПИ являются:

- корпусные детали, выполненные из картона, бумаги, пластмасс, металла;
- пиротехнические составы и пирозлементы (звездочки, факелы, таблетки) на основе дымных, бездымных порохов, окислителей, горючих и добавок;
- средства инициирования — огнепроводный шнур, электровоспламенитель, запал-спичка.

К пиротехническим изделиям предъявляются следующие требования:

- обеспечение заданного пиротехнического эффекта (осветительный, дымовой, звуковой и т. д.);
- безопасность при обращении с ними и при их хранении;
- сохраняемость пиротехнического эффекта при длительном хранении изделия (в течение нескольких лет);
- простота и безопасность изготовления;
- минимальное взрывное действие.

Пиротехнические составы являются взрывопожароопасными и представляют собой механическую смесь компонентов, включающую горючее, окислитель и другие вещества, сообщающие составам дополнительные специальные свойства: окрашивание пламени, образование цветного дыма, снижение чувствительности состава (флегматизаторы), увеличение механической прочности (связующие) и др. Продукты сгорания пиротехнических составов могут оказывать вредное воздействие на людей и окружающую среду. Внешние воздействующие импульсы (удар, трение, нагрев, электромагнитное излучение, детонация) могут вызвать срабатывание

изделий, если уровень этого воздействия выше допустимого.

В зависимости от назначения и конструктивных особенностей действие ПИ сопровождается проявлением одного или нескольких опасных факторов пожара (ОФП), таких как:

- пламя, искры или высокотемпературная струя продуктов сгорания;
- наличие пожароопасных элементов конструкции изделия (горящие таблетки, раскаленные шашки и др.);
- тепловое излучение;
- разброс элементов изделия за счет начальной скорости или под действием реактивной силы;
- продукты сгорания или диспергирования в аэрозольном состоянии.

К пиротехническим составам предъявляют следующие требования:

- проявление заданного пиротехнического эффекта;
- минимальная чувствительность к механическим воздействиям и безопасность при изготовлении и применении;
- достаточная физико-химическая стойкость при длительном хранении;
- устойчивость к внешним тепловым воздействиям (невоспламеняемость от попадания искры и т. п.);
- простота технологии изготовления;
- доступность исходных материалов и наличие сырьевой базы.

В качестве окислителей пиротехнических составов применяют нитраты, хлораты, перхлораты, оксиды и пероксиды металлов, а также некоторые хлорпроизводные.

В качестве горючих компонентов пиротехнических составов используют как органические, так и неорганические вещества и материалы. К неорганическим горючим можно отнести такие металлы, как алюминий, магний и их сплавы. Температура горения этих металлов и их сплавов выше температуры горения других органических и неорганических горючих. Магний обладает большой реакционной способностью, легче воспламеняется и имеет более высокую скорость горения по сравнению с алюминием.

К органическим горючим относятся углеводороды (бензин, керосин, нефть, мазут, бензол, скипидар), углеводы (крахмал, сахар, древесные опилки и др.), смолы (бакелит, идитол), олифа. Роль горючих веществ и материалов часто играют некоторые дымообразователи, например нафталин и пр. Горючий компонент выбирают с учетом задачи получения наибольшего специального эффекта, требуемого от данного пиротехнического состава. Например, в осветительных составах наилучший специальный

эффект достигается при высокой температуре горения, поэтому в них применяют горючее с высокой теплотворной способностью. В дымовых составах, наоборот, высокая температура не требуется и даже нежелательна, поэтому в такие составы вводят горючий компонент с низкой теплотой сгорания (древесный уголь, углеводы) и не используют (а если используют, то в малых количествах) алюминий или магний.

Для уплотнения пиротехнических составов, повышения их прочности или замедления горения вводят связующие, например искусственные и естественные смолы (идитол, бакелит, поливинилхлорид, каучук, канифоль, шеллак), стеарин, парафин и другие органические вещества.

Для окрашивания пламени или дыма применяют соли металлов: стронция (в красный цвет), меди (синий), бария (зеленый), натрия (желтый), а также органические красители.

К флегматизаторам, снижающим чувствительность пиротехнического состава к механическим воздействиям и уменьшающим скорость горения, следует отнести смолы, парафин и масла.

Основной формой химического превращения пиротехнических составов является горение. Они легко воспламеняются от теплового импульса (например, луча огня) и в прессованном виде сгорают со скоростью 1–10 мм/с (скорость превращения отдельных составов, например осветительных или зажигательных, составляет от десятков до тысяч метров в секунду). При горении некоторых пиротехнических составов выделяется значительное количество тепла (например, при сгорании магния до оксида магния — 25104 кДж/кг), развивается высокая температура (до 2000–3000 °С). У дымовых составов или составов, сгорающих за счет кислорода воздуха, температура горения ниже — 700–1000 °С.

Горение пиротехнических составов сопровождается образованием газообразных и конденсированных продуктов. Яркость пламени обуславливается присутствием в нем твердых частиц. Энергия, освобождающаяся в результате химической реакции, используется не для производства механической работы (как у порохов и взрывчатых веществ), а для получения определенного пиротехнического эффекта (света, дыма, звука, тепла и пр.).

Процесс горения пиротехнических составов можно разделить на две стадии.

Первая стадия — распространение процесса по поверхности состава. После сообщения составу теплового импульса извне вначале происходит, с одной стороны, эндотермический распад окислителя, а с другой — эндотермическое испарение или разложение горючего. Эти два процесса идут одновременно и взаимно обуславливают друг друга.

После термического распада компонентов наступает экзотермическая реакция между окислителем и горючим, которая затем протекает сама по себе за счет теплоты, выделяющейся при горении состава.

Скорость распространения процесса термического распада по поверхности определяется природой состава, степенью измельчения его компонентов, формой поверхности, плотностью и внешним давлением.

Вторая стадия — распространение процесса в глубину состава за счет теплопроводности, диффузии газов и лучистой энергии. При горении составов одновременно протекают физические и химические процессы как в конденсированной, так и в газовой фазе. Скорость горения определяется такими факторами, как природа состава, плотность прессования, природа оболочки, начальная температура и давление, химическая природа добавок.

Рассмотрим подробнее влияние различных факторов на скорость горения пиротехнических составов.

При анализе влияния *природы состава* следует учитывать теплоту и температуру его горения, скорость разложения окислителя, термическую стойкость горючего, теплопроводность и теплоемкость состава.

Между теплотой горения и скоростью горения существует корреляция, но лишь для однотипных пиротехнических составов. В подобных системах с увеличением количества металлического горючего и, следовательно, усилением теплового эффекта скорость горения повышается, но до установленного предела, достигнув который она начинает падать. Вообще говоря, между теплотой горения и скоростью горения нет определенной зависимости. Известны составы с меньшей теплотой сгорания, которые имеют большую скорость горения.

Чем выше активность окислителя и металлического горючего, тем больше скорость распространения пламени. Например, составы на основе нитрата натрия горят быстрее, чем на основе нитрата бария. Порошковые смеси, содержащие окислитель (хлорат, перхлорат, нитрат и др.) и металлическое горючее (магний, алюминий), при поджигании быстро сгорают в виде вспышки, в то время как смеси хлоратов с углем или смолами, солями нитратов и смол сгорают весьма медленно, а в прессованном виде их трудно даже зажечь.

С увеличением *степени дисперсности* компонентов скорость горения повышается, что особенно заметно у составов на основе металлических горючих. Например, составы с алюминиевой пудрой горят значительно быстрее, чем порошковые. Чем легче окисляется металл, тем слабее влияние степени его измельчения на скорость горения.

С повышением *плотности* состава скорость горения снижается. Это объясняется тем, что при повышении плотности состава уменьшается его пористость, а значит, затрудняется доступ газообразных продуктов реакции в глубь состава.

На скорость горения состава оказывает влияние и *материал корпусной детали (оболочки)*. Например, спрессованные составы в оболочке из картона или пластмассы горят медленнее, чем в металлической, так как в последнем случае происходит интенсификация подогрева последующих слоев составов раскаленной оболочкой. В оболочке из картона или пластмассы фронт горения плоский, тогда как в металлической оболочке он имеет выпуклую форму, вытянутую к центру (в виде конуса с вершиной у центра). Диаметр пиротехнического изделия в картонной оболочке в пределах 10–90 мм практически не оказывает влияния на скорость горения.

С уменьшением *теплопроводности* состава скорость горения снижается. Этим можно объяснить медленное горение составов, содержащих смолы с теплоизолирующими свойствами. Следует также иметь в виду, что диффузия газов при наличии таких легкоплавких веществ, как смолы, парафины и им подобные, становится затруднительной, что также приводит к снижению скорости горения.

Теплоемкость состава оказывает обратное влияние: с ее уменьшением скорость горения увеличивается.

С повышением *температуры* изделия скорость горения растет. Для одних и тех же составов скорость горения при 100 °С увеличивается в 1,2 раза по сравнению со скоростью горения при 0 °С.

С повышением *внешнего давления* скорость горения растет, а при достаточно высоких давлениях может перейти даже в детонацию. Увеличение скорости горения с повышением давления объясняется тем, что тепловой эффект и температура реакции при этом становятся выше за счет сокращения зоны реакции. В разреженном пространстве (~10 кПа) пиротехнические составы горят в 2–3 раза медленнее, чем при атмосферном давлении (101 кПа). При этом чем больше газовыделение в процессе горения состава, тем в большей степени скорость горения зависит от давления. Уменьшение скорости горения с понижением температуры можно объяснить значительным объемом продуктов сгорания и менее плотным соприкосновением их с фронтом пожара, вследствие чего прогрев последующих слоев состава и диффузия газообразных продуктов внутрь состава становятся затруднительными.

Добавки к пиротехническим составам могут выступать в качестве как катализаторов горения, так и флегматизаторов, снижающих скорость горения. Например, добавка соли Na_2CO_3 увеличивает ско-

рость горения пиротехнических составов, а органические вещества (смола, масло) — снижают.

На скорость горения пиротехнических составов оказывают влияние *промежуточные продукты реакции*. Например, смесь нитрата калия и идитола сгорает в 4 раза быстрее, чем смесь перхлората калия и идитола, несмотря на то что тепловой эффект горения смеси нитрата калия и идитола в 3 раза меньше, чем смеси перхлората калия с идитолом. Большую скорость горения смеси нитрата калия с идитолом можно объяснить тем, что скорость разложения калиевой селитры выше, чем у перхлората, а образующийся в реакциях горения оксид калия играет роль катализатора реакции.

Пиротехнические составы чувствительны к тепловым и механическим (удар, трение) импульсам, и в зависимости от формы начального импульса при превышении его допустимого уровня характер превращения может быть различным. При воспламенении от луча огня, искры или нагрева составы сгорают с небольшой скоростью (несколько миллиметров в секунду), а от удара, трения, энергии, выделяемой при сгорании зарядов взрывчатых веществ (ВВ), скорость превращения может быть существенно выше (вплоть до детонации).

Чувствительность составов к тепловому импульсу характеризуется температурой вспышки, которая определяется так же, как для ВВ [17–19]. Наиболее чувствительными к тепловому импульсу оказываются составы на основе хлоратов, менее чувствительными — на основе нитратов и металлов. Так, температура вспышки составов на хлоратах достигает 250–300 °С, на основе нитратов — 450–500 °С, на основе металлов (термитно-зажигательные) — выше 500 °С.

Чувствительность составов к удару определяется сбрасыванием изделий или упаковок (тары) с высоты. Некоторые пиротехнические составы по этому показателю превосходят ВВ (тротил, пикриновую кислоту).

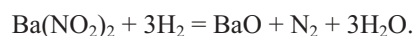
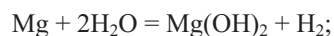
Ряд пиротехнических составов обладают высокой чувствительностью к трению, например составы на основе хлоратов, причем более высокой, чем у ВВ.

Таким образом, по своей природе пиротехнические составы являются взрывчатыми системами, однако взрывчатые свойства у них выражены слабее, чем у ВВ.

В процессе хранения даже в обычных условиях в пиротехнических составах происходят физические и химические изменения. Небольшое повышение температуры (до 50 °С) существенного влияния на стойкость ПИ не оказывает. В то же время повышение относительной влажности ускоряет процесс

их деструкции, особенно тех составов, которые содержат в качестве горючих компонентов металлы.

Например, один из компонентов пиротехнического состава — магний при взаимодействии с влагой выделяет водород, который, в свою очередь, воспламеняет окислитель:



Эти процессы протекают с выделением тепла, вследствие чего процесс разложения может привести к самовоспламенению состава.

Методы определения пожаровзрывоопасных характеристик ПИ представлены в ГОСТ Р 51271–99 (с изм.) [9]. Ниже приведено краткое описание этих методов.

Метод оценки пожарной опасности ПИ, предназначенных для ручного применения и не имеющих опасных факторов, кроме пламени и разлетающихся искр, заключается в органолептической регистрации загорания индикаторного вещества (ваты) в ячейках, размещенных на координатной площади.

Из всех испытаний выбирают максимальное расстояние до кюветы, следующей за той, в которой произошло загорание, и определяют его как радиус опасной зоны. Пожаробезопасной считают область пространства за пределами опасной зоны.

Метод оценки пожарной опасности изделий, упаковки (тары) с изделиями, применяемыми при устройстве показов, заключается в установлении последствий загорания упаковки (тары) с размещенными в ней изделиями под действием открытого пламени (так называемая костровая проба).

Определяют давление в воздушной ударной волне или констатируют отсутствие ударной волны.

Если в процессе испытаний произошло срабатывание ПИ со взрывом (разброс костра, разлет осколков, образование ударной волны), то ПИ признается пожаровзрывоопасным и при необходимости подлежит испытаниям на более высокий класс опасности (например, IV).

Если при испытаниях ПИ сгорело без образования осколков и ударной волны, то изделие считается невзрывоопасным.

Если происходит взрыв массой, то изделие относится к подклассу 1.1 по ГОСТ 19433–88 [11]. Считается, что взрыв массой происходит при воспламенении значительной части изделия (изделий в упаковке), так что практическая опасность оценивается исходя из одновременного взрыва всей массы ПИ, содержащихся в упаковке, или всех неупакованных изделий.

Если пробито отверстие в каком-либо из контрольных экранов, то изделие относится к подклассу 1.2 по ГОСТ 19433–88 [11].

Если происходит образование “огненного шара” или струи пламени, выходящих за пределы любого из контрольных экранов, то изделие относится к подклассу 1.3 по ГОСТ 19433–88 [11].

Если происходит образование и разбрасывание металлических осколков за пределы контрольных экранов более чем на 1 м или появляются зазубрины более 4 мм в любом из контрольных экранов, то изделие относится к подклассу 1.4 и к какой-либо группе совместимости, кроме группы S.

Если не происходит одно из событий, требующих отнесения изделия к подклассам 1.1, 1.2, 1.3 или 1.4 (кроме группы совместимости S), но при этом наблюдается разбрасывание осколков, термический или взрывной эффект и эти явления не затрудняют борьбу с пожарами или принятие других срочных мер в непосредственной близости от упаковки (изделия), то изделие относится к подклассу 1.4 и группе совместимости S.

Метод испытания легковоспламеняющихся твердых веществ заключается в способности пиротехнического состава распространять горение в кювете длиной 250 мм, шириной 20 мм и высотой 10 мм.

Вещество (состав) в виде порошка, гранул или пасты относится к подклассу 4.1, если время горения в принятых методикой условиях составляет не менее 45 с или если скорость распространения горения в кювете превышает 2,2 мм/с. Порошки металлов или металлических сплавов относятся к подклассу 4.1, если происходит их воспламенение и горение распространяется на всю длину кюветы за 10 мин и менее.

Твердые вещества (за исключением металлических порошков) относятся к подклассу 4.1, если время горения составляет менее 45 с и пламя проходит через увлажненную зону. Порошки металлов или металлических сплавов относятся к подклассу 4.1, если горение распространяется на всю длину кюветы за 5 мин и менее.

Твердые вещества (за исключением металлических порошков) относятся к подклассу 4.1, если время горения в кювете составляет менее 45 с и увлажненная зона сдерживает распространение пламени, по меньшей мере, в течение 4 мин. Металлические порошки относятся к подклассу 4.1, если горение распространяется на всю длину кюветы более чем за 5 мин, но менее чем за 10 мин.

Метод проверки эффективности огнезащитной обработки упаковки (тары) с ПИ бытового назначения I–III классов опасности заключается в определении огнестойкости упаковки (тары) с ПИ бытового назначения при воздействии на нее пламени газовой горелки по ГОСТ Р 50810–95 [23] в течение 3 с.

Упаковка (тара) является огнестойкой, если образцы упаковки (тары) в процессе испытания не получают сквозного прогара.

Методы определения характеристик пожарной опасности ПИ бытового назначения I–III классов опасности представлены в ГОСТ Р 51271–99 [9].

2. Классификация пиротехнических изделий

Пиротехнические изделия делятся на пожароопасные и (или) пожаровзрывоопасные. Продукты их сгорания могут оказывать вредное воздействие на людей и окружающую среду. Внешние воздействующие импульсы (удар, трение, электромагнитное излучение, детонация) способны вызывать срабатывание изделий, если их уровень выше допустимого.

Пиротехническая продукция подлежит обязательному подтверждению соответствия требованиям Технического регламента о безопасности пиротехнических составов и содержащих их изделий [6] в форме декларирования или обязательной сертификации. В сертификате соответствия (декларации о соответствии) указывается класс опасности.

В зависимости от назначения и конструктивных особенностей действие ПИ сопровождается проявлением одного или нескольких опасных факторов пожара (взрыва), таких как:

- пламя или высокотемпературная струя продуктов сгорания;
- разбрасываемые элементы конструкции (горящие таблетки, раскаленные элементы, искры);
- тепловое излучение;
- разлетающееся изделие и его элементы за счет начальной скорости выброса и (или) под действием реактивной силы;
- наличие продуктов сгорания или диспергирования в аэрозольном состоянии.

ПИ по своим отличительным признакам классифицируются следующим образом:

- по *наблюдаемому эффекту*: световые, искровые, дымные, звуковые, со смешанным эффектом;
- по *принципу действия*: стационарные, горящие с испусканием искр и пламени; вышибного действия, выбрасывающие из корпусных деталей негорящие (например, серпантин) или горящие элементы; метательного действия, выбрасывающие горящие элементы (например, ракеты), которые имеют направленное или хаотическое движение;
- по *расположению пиротехнического состава*: открытого типа без корпусной детали, с корпусной деталью; с частично открытым пиротехническим составом (шутихи, петарды);
- по *радиусу действия* (радиусу опасной зоны): малого (до 0,5 м), среднего (до 5 м), умеренного (до 30 м), большого (свыше 30 м) радиуса;

- по назначению: бытовые, технические, специальные;
- по длительности действия: быстрого (не более 5 с), среднего (от 5 до 60 с), продолжительного (более 60 с) действия.

По способу приведения в действие пиротехническая продукция делится на изделия:

- ручного запуска для имитации выстрелов, хлопков (хлопушки, петарды), фонтанов искр (бенгальские свечи, настольные фонтаны) малого (0,5 м) и среднего (5 м) радиуса действия;
- наземного действия для монтажа фейерверочных фигур, имитации выстрелов, хлопков, пусков ракет и крылатых фигур большого (до 30 м) радиуса действия;
- наземного действия для имитации пушечных выстрелов, разрывов снарядов или других звуковых эффектов (взрывпакеты);

- для выброса горящих элементов конструкции ПИ в воздух с земли из мортир, пусковых устройств, ракетниц (пиротехнические бураки, кометы, римские свечи, сигнальные и осветительные ракеты и патроны);
- выстреливаемые с земли из пусковых мортир и разрывающиеся в воздухе с выбросом горящих элементов (салюты, фейерверочные бомбы);
- типа фейерверочных ракет с радиусом действия свыше 30 м.

Перечень пиротехнической продукции представлен в табл. 1.

По степени потенциальной взрывоопасности и санитарной опасности все ПИ при эксплуатации подразделяются на следующие классы:

- ПИ, у которых значение кинетической энергии движения составляет не более 0,5 Дж, отсутствует ударная волна и разлетающиеся за

Таблица 1. Перечень пиротехнической продукции

Пиротехническая продукция		В том числе
Бытового назначения	ПИ развлекательные	I–III классов
	Средства (изделия) фейерверочные	Высотные; парковые; испытательные; театральные (специальные); имитационные, используемые при производстве кино- и видеопродукции
	Средства дымовые	
	Средства имитационные	Учебно-имитационные; для проведения групповых игр; для развития технического творчества; для обогрева и разогрева (горелки); для дезинфекции и борьбы с насекомыми
	Составы самостоятельного применения	Пламенные, беспламенные, дымовые
Технического назначения	Средства воздействия на природу	Активного воздействия на атмосферные явления; противораковые ракеты
	Заряды и воспламенители пиротехнические твердотопливные	Заряды пиротехнические для двигателей, применяемых в промышленности
	Составы самостоятельного применения	Пламенные, беспламенные, дымовые
	Средства дымовые	
	Средства пировавтоматики, помех и преодоления преград	Источники тока и датчики; замедлители, пироболты, резак и другие исполнительные устройства; патроны для вытеснения жидкости и распыла порошков; средства создания помех, преодоления преград
	Средства для производственных нужд	Газогенерирующие; воздействующие на добывающие скважины; средства для сварки, резки, наплавки; для уничтожения (утилизации) различных материалов
	Средства для пожаротушения; средства доставки (линеметы)	
	Приборы и аппаратура пиротехнические для систем автоматического пожаротушения и пожарной сигнализации	
	Средства термитные, шнуры огнепроводные и стопиновые	Спички пиротехнические
	Средства осветительные и фотоосветительные	
	Средства сигнальные	Общего назначения, охранные, сигнальные средства и сигналы бедствия морского и речного регистров и для маломерных судов

пределы опасной зоны осколки, акустическое излучение на расстоянии 0,25 м от ПИ не превышает 125 дБ и радиус опасной зоны по остальным опасным факторам (в том числе пожара и взрыва) составляет не более 0,5 м;

II. ПИ, у которых значение кинетической энергии составляет не более 5 Дж, отсутствует ударная волна и разлетающиеся за пределы опасной зоны осколки, акустическое излучение на расстоянии 2,5 м от ПИ не превышает 140 дБ и радиус опасной зоны по остальным опасным факторам (в том числе пожара и взрыва) составляет не более 5 м;

III. ПИ, у которых значение кинетической энергии при направленном движении составляет не более 5 Дж, при ненаправленном движении — не более 20 Дж, отсутствует ударная волна и разлетающиеся за пределы опасной зоны осколки, акустическое излучение на расстоянии 5 м от ПИ не превышает 140 дБ и радиус опасной зоны по остальным опасным факторам (в том числе пожара и взрыва) составляет не более 30 м;

IV. ПИ, у которых отсутствует ударная волна и радиус опасной зоны хотя бы по одному из опасных факторов (в том числе пожара и взрыва) составляет более 30 м;

V. Прочие ПИ, в том числе для военных и специальных нужд, не вошедшие в I–IV классы.

Классы опасных грузов, содержащих пиротехнические составы и пиротехнические изделия, представлены в табл. 2.

ПИ должны обеспечивать максимально допустимый уровень безопасности, в том числе:

- пиротехнические изделия I–IV классов не должны детонировать от встроенного узла запуска или

внешнего детонатора, а случайное срабатывание одного изделия не должно приводить к одновременному срабатыванию изделий в соседних упаковках;

- применение ПИ бытового назначения не предполагает проведение пользователем каких-либо регламентных работ. Проверка работоспособности и контроль электрических цепей инициирования этих изделий не должны входить в перечень мероприятий при их эксплуатации, а для изделий I класса (1-й группы) использование электрических систем не допускается;
- конструкция ПИ бытового назначения должна исключать воздействие на пользователя опасных факторов, а температура поверхностей, контактирующих с рукой пользователя, не должна превышать 65 °С. Для этих изделий устанавливаются ограничения по силе отдачи и крутящему моменту.

ПИ бытового назначения ручного пуска должны иметь замедлитель, обеспечивающий безопасность пуска и задержку проявления ОФП на время, необходимое для выхода пользователя из опасной зоны. Это время должно составлять не менее 2 с. Допускается отсутствие замедлителей у изделий, при приведении в действие которых безопасность пользователя обеспечивается конструктивными элементами или размером опасной зоны 0,5 м.

Время замедления для ПИ бытового назначения, создающих эффект на высоте (ракеты, римские свечи, мини-салюты и др.), должно обеспечивать безопасный выход пользователя за пределы опасной зоны.

При использовании в ПИ бытового назначения состава с задержкой срабатывания более 10 с это

Таблица 2. Классы и подклассы опасных грузов, содержащих пиротехнические составы и пиротехнические изделия

Класс	Подкласс	Наименование	Классификационные признаки
I	1.2	Пиротехническая продукция, не взрывающаяся массой	Пиротехнические составы и изделия, которые характеризуются опасностью разбрасывания, но не создают опасности взрыва массой
I	1.3	Пиротехническая продукция пожароопасная, не взрывающаяся массой	Пиротехнические составы и изделия, которые характеризуются пожарной опасностью, а также незначительной опасностью взрыва, либо незначительной опасностью разбрасывания, либо тем и другим, но не характеризуются опасностью взрыва массой
I	1.4	Пиротехническая продукция, не представляющая значительной опасности	Пиротехнические составы и изделия, представляющие лишь незначительную опасность взрыва в случае воспламенения и инициирования при перевозке. Эффекты проявляются в основном внутри упаковки, при этом не ожидается выброса осколков значительных размеров или на значительное расстояние
IV	4.1	Легковоспламеняющиеся и твердые вещества	Пиротехнические составы и изделия, способные воспламениться от кратковременного (до 30 с) воздействия источника зажигания с низкой энергией, а также воспламеняющиеся от трения

Примечание. ПИ бытового назначения рассматриваются в качестве опасных грузов, отнесенных к подклассам 1.4 и 4.1, а технического назначения — к подклассам 1.1–4.1.

время должно быть указано в инструкции по применению.

Траектория полета изделия, снабженного устройствами активного выброса искр и пламени, не должна отклоняться от направления запуска более чем на $7,5^\circ$.

ПИ и их элементы, создающие эффект на высоте, должны догорать до падения на землю на высоте 3 м. Возможность падения на землю ПИ и их элементов в пределах установленной опасной зоны должна быть оговорена в нормативной документации и в инструкции на изделие.

ПИ бытового назначения не должны выделять и содержать в продуктах сгорания вредные вещества в опасных концентрациях.

ПИ не должны воспламеняться при падении в упаковке завода-изготовителя на бетонное основание (стальную плиту) с высоты 12 м. Они должны сохранять потребительские свойства и безопасность после случайного падения в потребительской упаковке и без нее на жесткое основание с высоты 1,5 м при предельных значениях температуры, установленных для изделия.

Импортные изделия должны соответствовать требованиям пожарной безопасности, которые предъявляются к отечественным ПИ. Соответственно, требования безопасности (в том числе пожарной) устанавливаются для каждой ввозимой на территорию России партии изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вогман Л. П., Сотников О. В.* Нормирование пожарной опасности фейерверочных пиротехнических изделий // *Пожаровзрывобезопасность*. — 1998. — Т. 7, № 2. — С. 3–11.
2. *Вогман Л. П., Лепесий В. В.* Требования пожарной безопасности к пиротехническим изделиям бытового назначения // *Пожарная безопасность*. — 1998. — № 3. — С. 51–57.
3. *Вогман Л. П., Зуйков В. А., Татаров В. Е., Лепесий В. В.* Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности фейерверочных пиротехнических изделий // *Пожаровзрывобезопасность*. — 2002. — Т. 11, № 3. — С. 24–41.
4. *Вогман Л. П. и др.* Требования пожарной безопасности при обращении пиротехнической продукции. Обзорная информация. — М.: ВНИИПО, 2011. — 95 с.
5. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (в ред. Федер. закона от 10.07.2012 № 117-ФЗ): Федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008; одоб. Сов. Федерации 11.07.2008 // *Собр. законодательства РФ*. — 2008. — № 30 (ч. I), ст. 3579.
6. Технический регламент о безопасности пиротехнических составов и содержащих их изделий: утв. постановлением Правительства РФ от 24.12.2009 № 1082. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/97019> (дата обращения: 05.06.2015).
7. Требования пожарной безопасности при распространении и использовании пиротехнических изделий: утв. постановлением Правительства РФ от 22.12.2009 № 1052. URL: <http://base.garant.ru/196976> (дата обращения: 05.06.2015).
8. ГОСТ Р 51270–99. Изделия пиротехнические. Общие требования безопасности. — Введ. 01.01.2000. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51270-99> (дата обращения: 05.06.2015).
9. ГОСТ Р 51271–99. Изделия пиротехнические. Методы испытаний. — Введ. 01.01.2000. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51271-99> (дата обращения: 05.06.2015).
10. Правила противопожарного режима в Российской Федерации: постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 № 390; введ. 03.05.2012 // *Собрание законодательства РФ*. — 07.05.2012. — № 19, ст. 2415.
11. ГОСТ 19433–88. Грузы опасные. Классификация и маркировка. — Введ. 01.01.1990. URL: <http://base.garant.ru/5369673> (дата обращения: 01.06.2015).
12. СТО 4.3.1–2003. Изделия пиротехнические. Правила безопасности при обращении с пиротехнической продукцией. — Введ. 01.01.2004. — Сергиев Посад: Асс. “Рapid-фейерверк”, 2003. — 15 с.
13. СТО 4.3.2–2003. Изделия пиротехнические. Порядок и правила организации и проведения фейерверков. — Введ. 01.01.2004. — Сергиев Посад: Асс. “Рapid-фейерверк”, 2003. — 15 с.
14. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности “Правила безопасности при взрывных работах”: приказ Ростехнадзора от 16.12.2013 № 605. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499066484> (дата обращения: 05.06.2015).
15. Пиротехника: мифы и реальность / Под ред. Н. М. Вареных. — Сергиев Посад: Изд-во “Русская пиротехника”, 2009. — 43 с.
16. *Демидов А. Н., Лихачев В. А., Фрейман А. А.* Краткий курс пиротехники. — Т. VIII. — Сергиев Посад: Изд-во “Русская пиротехника”, 2008. — 304 с.
17. *Будников М. А. и др.* Взрывчатые вещества и пороха. — М.: Гос. изд-во оборон. пром-ти, 1955. — 363 с.
18. *Горст А. Г.* Пороха и взрывчатые вещества. — М.: Машиностроение, 1972. — 207 с.

19. Кармолин А. П., Чернигов В. Д., Корицунов Ю. Н. Безопасная перевозка взрывчатых веществ железнодорожным транспортом. — М. : Транспорт, 1992. — 383 с.
20. Sprengstoffe. Pirotechnische Gegenstände / Feuerwerk. G. 1.2.1976–87.
21. NFPA 1124. Code for the Manufacture, Transportation, Storage, and Retail Sales of Fireworks and Pyrotechnic Articles. Edition 2013. URL: <http://www.nfpa.org/aboutthecodes/?mode=code&code=1124> (дата обращения: 01.06.2015).
22. NFPA 1126. Standard for the Use of Pyrotechnics before a Proximate Audience. Edition 2011. URL: <http://www.techstreet.com/products/1724006> (дата обращения: 01.06.2015).
23. ГОСТ Р 50810–95. Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация. — Введ. 01.01.1996. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-50810-95> (дата обращения: 01.06.2015).

Материал поступил в редакцию 10 июня 2015 г.

Для цитирования: *Вогман Л. П., Зуйков В. А.* Нормы и правила по обеспечению пожарной безопасности при обращении пиротехнической продукции. Часть I. Общие представления о пиротехнической продукции, методах контроля и классификации // *Пожаровзрывобезопасность*. — 2015. — Т. 24, № 8. — С. 7–17. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.08.7-17.

English

RULES AND REGULATIONS TO ENSURE FIRE SAFETY WHEN HANDLING PYROTECHNICS.

Part I. General information about pyrotechnic products, methods of control and classification

VOGMAN L. P., Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher of All-Russian Research for Fire Protection of Emercom of Russia (VNIPO, 12, Moscow Region, Balashikha, 143903, Russian Federation; e-mail address: vniipo-3-5-3@ya.ru)

ZUYKOV V. A., Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of All-Russian Research for Fire Protection of Emercom of Russia (VNIPO, 12, Moscow region, Balashikha, 143903, Russian Federation)

ABSTRACT

Every year on the eve of New year and other holidays for entrepreneurs, legal entities and people simply awakened interest in pyrotechnics, as fireworks and shows are often one of the main parts of the holiday, literally and figuratively decorating celebration. At the same time hold the interest and to the regulatory requirements of the purchase, sale and storage of pyrotechnics. The two-part series, offered to the reader, are designed to reduce the lack of knowledge of consumer of fireworks products about fire safety requirements in the process of her conversion (sale, storage, transportation, use, disposal) and thus contribute to reducing injuries and fires. The first article describes general information about pyrotechnic compositions, fireworks pyrotechnic products and their properties, the classification of the DRF. The analysis of factors affecting the rate of combustion of the pyrotechnic composition (nature of the composition, the material of the housing part, a shell, thermal conductivity and heat capacity of the composition, temperature, pressure, formation of intermediate products of combustion). In summary, the presented methods to assess fire danger fireworks pyrotechnic products.

Keywords: fire safety; pyrotechnic products; methods; classification; fire danger indexes.

REFERENCES

1. Vogman L. P., Sotnikov O. V. Normirovaniye pozharной opasnosti feyerverochnykh pirotekhnicheskikh izdeliy [Standards on Fire Safety of Fireworks]. *Pozharovzryvobezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 1998, vol. 7, no. 2, pp. 3–11.
2. Vogman L. P., Lepesiy V. V. Trebovaniya pozharной bezopasnosti k pirotekhnicheskim izdeliyam bytovogo naznacheniya [Fire safety requirements for pyrotechnic products, household products]. *Pozharная bezopasnost — Fire Safety*, 1998, no. 3, pp. 51–57.

3. Vogman L. P., Zuykov V. A., Tatarov V. E., Lepesiy V. V. Razrabotka rekomendatsiy po obespecheniyu pozharnoy bezopasnosti feyerverochnykh pirotekhnicheskikh izdeliy [Development of recommendations for fire safety of fireworks pyrotechnic products]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2002, vol. 11, no. 3, pp. 24–41.
4. Vogman L. P. et al. *Trebovaniya pozharnoy bezopasnosti pri obrashchenii pirotekhnicheskoy produktsii. Obzornaya informatsiya* [Fire safety requirements when handling pyrotechnics. Overview]. Moscow, All-Russian Research for Fire Protection Publ., 2011. 95 p.
5. *Technical regulations for fire safety requirements. Federal Law on 22.07.2008 No. 123. Sobraniye zakonodatelstva RF — Collection of Laws of the Russian Federation*, 2008, no. 30 (part I), art. 3579 (in Russian).
6. *Technical regulation on safety of pyrotechnic compositions and products containing them. Resolution of the Government of the Russian Federation on 24.12.2009 No. 1082*. Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/97019> (Accessed 5 June 2015) (in Russian).
7. *Fire safety requirements the sale and use of fireworks. Resolution of the Government of the Russian Federation on 22.12.2009 No. 1052*. Available at: <http://base.garant.ru/196976> (Accessed 5 June 2015) (in Russian).
8. *State standard of the Russian Federation 51270–99. Pyrotechnic goods. General safety requirements*. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51270-99> (Accessed 5 June 2015) (in Russian).
9. *State standard of the Russian Federation 51271–99. Pyrotechnic goods. Methods of certification tests*. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51271-99> (Accessed 5 June 2015) (in Russian).
10. Rules of the fire prevention regime in the Russian Federation. *Sobraniye zakonodatelstva RF — Collection of Laws of the Russian Federation*, 07.05.2012, no. 19, art. 2415 (in Russian).
11. *Interstate standard 19433–88. Dangerous goods. Classification and marking*. Available at: <http://base.garant.ru/5369673> (Accessed 1 June 2015) (in Russian).
12. *Standard of the organization 4.3.1–2003. Articles pyrotechnic. Safety rules when handling pyrotechnic products*. Sergiev Posad, Ass. “Rapid-fireworks”, 2003. 15 p. (in Russian).
13. *Standard of the organization 4.3.2–2003. Articles pyrotechnic. The procedure and rules of organization and holding of fireworks*. Sergiev Posad, Ass. “Rapid-fireworks”, 2003. 15 p. (in Russian).
14. *Federal Norms and Rules in the Field of Industrial Safety “Safety Regulations for Blasting”. Order of Ros-technadzor on 16.12.2013 No. 605*. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/499066484> (Accessed 5 June 2015) (in Russian).
15. Varenikh N. M. (ed.). *Pirotekhnika: mify i realnost* [Pyrotechnics: myths and reality]. Sergiev Posad, Publishing House “Russian Fireworks”, 2009. 43 p.
16. Demidov A. N., Likhachev V. A., Freiman A. A. *Kratkiy kurs pirotekhniki* [A short course in pyrotechnics]. Vol. VIII. Sergiev Posad, Publishing House “Russian Fireworks”, 2008. 304 p.
17. Budnikov M. A. et al. *Vzryvchatyye veshchestva i porokha* [Explosives and gunpowder]. Moscow, State Publishing House of the Defensive Industry, 1955. 363 p.
18. Gorst A. G. *Porokha i vzryvchatyye veshchestva* [Gunpowder and explosives]. Moscow, Mashinostroyeniye Publ., 1972. 207 p.
19. Carmolin A. P., Chernigov D. V., Korshunov Yu. N. *Bezopasnaya perevozka vzryvchatykh veshchestv zheleznodorozhnym transportom* [Safe transportation of explosives by rail]. Moscow, Transport Publ., 1992. 383 p.
20. *Sprengstoffe. Pirotechnische Gegenstände / Feuerwerk*. G. 1.2.1976–87.
21. *NFPA 1124. Code for the Manufacture, Transportation, Storage, and Retail Sales of Fireworks and Pyrotechnic Articles. Edition 2013*. Available at: <http://www.nfpa.org/aboutthecodes/?mode=code&code=1124> (Accessed 1 June 2015).
22. *NFPA 1126. Standard for the Use of Pyrotechnics before a Proximate Audience. Edition 2011*. Available at: <http://www.techstreet.com/products/1724006> (Accessed 1 June 2015).
23. *State standard of the Russian Federation 50810–95. Fire hazard of textiles. Decorative textiles. Flammability test method and classification*. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-50810-95> (Accessed 1 June 2015) (in Russian).

For citation: Vogman L. P., Zuykov V. A. Normy i pravila po obespecheniyu pozharnoy bezopasnosti pri obrashchenii pirotekhnicheskoy produktsii. Chast I. Obshchiye predstavleniya o pirotekhnicheskoy produktsii, metodakh kontrolya i klassifikatsii [Rules and regulations to ensure fire safety when handling pyrotechnics. Part I. General information about pyrotechnic products, methods of control and classification]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2015, vol. 24, no. 8, pp. 7–17. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.08.7-17.