

1.4. Техника безопасности при работе с пиротехническими составами и изделиями

По логике, любую книгу о пиротехнике следует начинать с главы о технике безопасности. Однако термин «техника безопасности» у рядового читателя обычно вызывает скуку, а у рядового производителя пиротехники – головную боль, и он начинает нехорошими словами вспоминать все контролирующие инстанции, «мешающие» ему работать. Но, после вводной части, автор решил, что заинтересовавшись темой, читатель не пропустит эту главу и прочитает ее с начала и до конца.

Эта глава ни в коей мере не заменяет ознакомление с нормативными документами по ТБ и правилами обращения с пиротехническими изделиями, она лишь дает основные положения и позволяет сформировать правильный подход к этой проблеме.

Следует всегда помнить 3 основных положения:

1. Сколько бы подробно ни расписывались пункты техники безопасности, несчастные случаи были, есть и будут, потому что всегда найдется ситуация, не предусмотренная существующими нормами и предписаниями. Опытный пиротехник всегда старается предугадать подобную ситуацию, но, к сожалению, это не всегда удается. Различными мероприятиями и ответственным отношением к своей работе можно свести количество и тяжесть несчастных случаев к минимуму, но полностью их устранить не представляется возможным, т.к. существуют факторы случайного характера, которые невозможно заранее учесть.
2. Многие начинающие пиротехники полагают, что некоторые требования техники безопасности пишутся «на всякий случай», и относятся к ним пренебрежительно. В действительности, все меры техники безопасности в установленных нормативах написаны буквально «кровью». За каждым пунктом стоит множество конкретных несчастных случаев.
3. Следует признать, что статистически количество несчастных случаев на промышленном производстве пиротехники и ВВ все-таки меньше, чем на любых других химических производствах [24]. Основными причинами меньшего количества несчастных случаев и аварий является то, что сами рабочие понимают, что их жизни зависят от соблюдения техники безопасности, а также тем, что конструкция зданий, инструменты и методы работы на подобных опасных производствах организованы так, чтобы свести к минимуму вероятность аварии. А на случай аварии меры предосторожности и рациональное расположение объектов позволяет уменьшить ее последствия. Например, на производстве ВВ и пиротехники принято использовать небольшие здания, построенные из легких материалов, окруженные обвалкой из земли. При аварии или взрывах в одном здании другие здания остаются целыми, и производственный процесс не нарушается. Такие аварии еще называют запланированными.

В 2012 г. на территории России и Казахстана вступил в силу технический регламент Таможенного союза «О безопасности пиротехнических изделий» [26], который фактически является единственным на данный момент систематизированным документом, хоть как-то регулирующим отечественный рынок пиротехнической продукции.

Пиротехнические изделия разделяются по классам опасности:

- *I класс* – пиротехнические изделия, у которых значение кинетической энергии движения составляет не более 0,5 Дж, отсутствуют ударная волна и разлетающиеся за пределы опасной зоны осколки, акустическое излучение на расстоянии 0,25 м от пиротехнических изделий не превышает 125 дБ и радиус опасной зоны по остальным факторам составляет не более 0,5 м. К изделиям I-го класса относят бенгальские огни и хлопушки с конфетти.
- *II класс* – пиротехнические изделия, у которых значение кинетической энергии движения составляет не более 5 Дж, отсутствуют ударная волна и разлетающиеся за пределы опасной зоны осколки, акустическое излучение на расстоянии 2,5 м от пиротехнических изделий не превышает 140 дБ и радиус опасной зоны по остальным факторам составляет не более 5 м. К изделиям 2-ого класса относят фонтаны, используемые внутри помещений.
- *III класс* – пиротехнические изделия, у которых значение кинетической энергии при направленном движении составляет более 5 Дж, при ненаправленном движении – не более 20 Дж, отсутствуют ударная волна и разлетающиеся за пределы опасной зоны осколки, акустическое излучение на расстоянии 5 м от пиротехнических изделий не превышает 140 дБ и радиус опасной зоны по остальным факторам составляет не более 30 м. К изделиям 3-го класса относят римские свечи, петарды и батареи салютов малых калибров.
- *IV класс* – пиротехнические изделия, у которых отсутствует ударная волна, и радиус опасной зоны хотя бы по одному из остальных факторов составляет более 30 м. К ним относят профессиональную гражданскую пиротехнику, например, уличные фонтаны и батареи салютов средних и крупных калибров (калибром более 60-63 мм), промышленные электровоспламенители и т.п.
- *V класс* – прочие пиротехнические изделия, не вошедшие в I - IV классы. Это, в первую очередь, пиротехнические изделия, опасные факторы и опасные зоны которых установлены в соответствующих ТУ. К ним относятся некоторые имитационные боеприпасы, взрывпакеты, светошумовые гранаты и т.д.

Неподготовленному читателю мало что скажут указанные цифры, поэтому следует лишь указать, что с повышением класса возрастает опасность обращения с пиротехническими изделиями, а также, что изделия I-III классов разрешены для продажи частным лицам, тогда как изделия IV-V классов предназначены для реализации только юридическим лицам, т.е. пиротехническим фирмам.

Примечание.

В Российской следственной практике незаконный оборот пиротехнических изделий IV-V классов может быть приравнен к незаконному обороту ВВ и ВУ, с привлечением к уголовной ответственности [37].

Основные меры безопасности при использовании пиротехники бытового назначения:

1. Всегда следует читать инструкцию применения, расположенную на изделии. Необходимый порядок обращения с изделием указан именно там. Если русскоязычной инструкции нет, то это первый признак контрафактного или недоброкачественного изделия.
2. Не стоит использовать поврежденные пиротехнические изделия с истекшим сроком годности. Пиротехнические средства гражданского назначения, в отличие от изделий военного назначения, обычно не подразумевают продления ресурса, поэтому свойства составов и поведение просроченных материалов могут существенно отличаться от эталона. Более того, если изделие хранилось в ненадлежащих условиях (например, в сыром помещении), его действие может в корне отличаться от запланированного. Из-за ослабления корпуса возможны разрывы, которые могут повлечь несчастные случаи.
3. Нельзя разбирать, а также вносить конструктивные изменения в промышленно изготовленные изделия с целью усиления или модификации пиротехнического эффекта. Дело в том, что толщина корпуса и компоновка любого пиротехнического средства и так нацелены на достижение максимального для этой конструкции эффекта, поэтому любые модификации могут негативно отразиться на прочности корпуса или каких-то других параметрах, что может вызвать нежелательные последствия.

Например, известен вопиющий случай: два приятеля, шутки ради, решили сделать «миномет». В заглушенную металлическую трубу был помещен взрывпакет промышленного производства, а сверху в качестве метаемого заряда – дымовая шашка типа «РДГ-2Б». Они, естественно, не знали, что дымовые составы на основе хлората калия не выдерживают испытания, связанные со взрывным иницированием. В результате приведения в действие данной «конструкции» шашка сработала нештатно и взорвалась. От осколков трубы люди получили увечья.

Известен случай, когда незадачливый гражданин разобрал 50-миллиметровый реактивный сигнальный патрон и попытался из ракетного двигателя этого патрона, а также рейки, скотча и гвоздя сделать «китайское колесо» (чтобы двигатель крутился на рейке вокруг вбитого в дерево гвоздя). Однако штатные двигатели к сигнальным патронам гораздо мощнее форсов, использующихся в «китайских колесах», и работают кратковременно. Поэтому, когда конструкция была приведена в действие, ракетный двигатель тут же оторвался от рейки, полетел по хаотической траектории и ударился в стену жилого дома. На этот раз обошлось без увечий.

Кроме того, переделка или разборка пиротехнических изделий зачастую противоречит закону. Например, обычная петарда на дымном порохе сама по себе – сертифицированное пиротехническое средство, оборот которого почти не ограничен. В то же время, если петарду разобрать и находящийся в ней дымный порох хранить отдельно, то за его хранение может наступить уголовная ответственность, т.к. порох относят к ВВ метательного действия.

4. При использовании римских свечей, батарей салюта и подобных им средств ни в коем случае нельзя заглядывать непосредственно в «дуло» картонного корпуса, а также склоняться над ними. Этого нельзя делать как при поджигании огнепроводного шнура, так и в случае отказа пиротехнического изделия. Даже если пиротехнические средства хранились в правильных условиях и срок годности не истек, следует всегда учитывать, что возможен брак в изготовлении, и внешне нормальное изделие сработает не так, как надо. К сожалению, в увеселительных пиротехнических средствах брак в изготовлении встречается слишком часто, т.к. производители экономят практически на всем, а качество пиротехники, произведенной в какой-нибудь глухой китайской деревушке, сложно контролировать. Причем даже наклейки на русском языке не могут гарантировать надлежащего качества изделий. Практически 100% пиротехнических средств гражданского назначения или полуфабрикатов на данный момент изготавливается в Китайской Народной Республике, и отследить их качество реально могут только отечественные закупщики. Как правило, недобросовестные поставщики в целях максимального извлечения прибыли закупают самые дешевые изделия, на которые наклеиваются отечественные наклейки, иногда подобная пиротехника даже умудряется пройти сертификацию в России и выпускается как изделие российского производства. Хотя обычно, если на пиротехническом изделии написано «сделано в России», означает всего лишь, что оно сертифицировано в России, но могло быть собрано из полуфабрикатов китайского производства.
5. При отказе огнепроводного шнура нельзя приближаться к изделию как минимум 15 минут (лучше 20 минут). Горение некоторых типов огнепроводных шнуров при производственном дефекте может переходить в еле заметное тление. Обычно 15 минут достаточно, чтобы шнур либо окончательно потух, либо разгорелся заново. Нештатное срабатывание огнепроводного шнура – одна из самых частых причин отказов и несчастных случаев, поэтому этот пункт ТБ должен соблюдаться неукоснительно. Также нельзя укорачивать огнепроводный шнур на петардах, например, с целью осуществления разрыва «в воздухе». Как показывает практика, в половине из подобных ситуаций петарда разрывается в руках еще во время осуществления самого броска.
6. Нельзя запускать ракеты с реечным стабилизатором с рук, равно как и туго вставлять стабилизаторами в какие-либо направляющие. Такие ракеты обладают достаточно малой тягой и срабатывают довольно быстро. Поэтому, если человек держит в руках ракету за стабилизатор, он просто может не успеть отпустить ракету, в результате головной заряд ракеты разрывается прямо перед лицом этого человека. Автор этой книги был свидетелем подобного случая. К тому же, если ракета находится в руках, возможны ожоги от действия раскаленной газовой струи. Ни в коем случае нельзя отрывать реечные стабилизаторы. При их отсутствии полет ракеты приобретает хаотический характер, ракета может улететь в самое непредсказуемое место и там взорваться.

7. Следует воздерживаться от запуска батарей салютов и римских свечей под окнами жилых домов или вблизи от них (на данный момент это запрещено законодательно). Иначе возможны отклонения ракет или миниатюрных салютных зарядов от траектории (вследствие брака в изготовлении или неправильной установки) и их попадание в стекла домов. Если рядом с окном находится человек, его может поранить осколками стекла. Известны несчастные случаи подобного рода со смертельным исходом.
8. Как бы это банально ни звучало, но недопустимо запускать фейерверки в нетрезвом состоянии. Для нашей страны этот пункт более чем актуален. При алкогольном опьянении замедляется реакция человека и возникает обманчивое чувство безопасности. Большинство лиц, попадающих в травмпункты в новогодние праздники с травмами, вызванными пиротехникой, злоупотребляли спиртным. Многие граждане в состоянии алкогольного опьянения склонны к неадекватному поведению, используют пиротехнику не по прямому назначению и совершают хулиганские поступки.
9. Нельзя запускать фейерверки типа римских свечей с окон и балконов. Во-первых, это запрещено законодательно, во-вторых, есть большой шанс получить увечья, если вдруг по какой-то причине горящая звездка рикошетом попадет в самого незадачливого «пиротехника». Также существует довольно высокая вероятность пожара на соседском балконе или даже попадание горящего пиротехнического заряда в квартиру.
10. И наконец, категорически нельзя использовать внутри помещений фейерверочные изделия, предназначенные для применения на открытом воздухе (бывает и такое, особенно после обильного принятия спиртного). Это чревато как возникновением пожара и увечьями, так и отравлением продуктами сгорания пиротехнических составов.

Техника безопасности при производстве пиротехнических изделий (основные положения) [24, 25]:

1. К производственным операциям можно допускать только тот персонал, который знаком со спецификой данной технологической операции, знает свойства и особенности применяющихся веществ и материалов.
2. Нельзя проводить производственные операции и осуществлять действия, в целесообразности которых рабочий не уверен. Это требует развитого чувства самоконтроля, но позволяет предупредить большинство несчастных случаев.
3. Количество присутствующих людей при производстве пиротехнических изделий должно быть наименьшим. С одной стороны, это требование связано с тем, чтобы посторонние люди не отвлекали рабочего от технологических операций, с другой стороны, при несчастном случае это позволит уменьшить число пострадавших.
4. Количество материалов и веществ, применяющихся при технологических операциях, должно быть наименьшим. Это требование позволяет уменьшить ущерб от инцидента. Наиболее частое нарушение этого правила – когда рабочий, чтобы «не ходить лишний раз», заготавливает и держит вблизи рабочего

места слишком большое количество опасных материалов. Это совершенно недопустимо, т.к. в случае возгорания или взрыва, как правило, срабатывает вся масса вещества. По этой же причине нельзя хранить или складировать готовые изделия (полуфабрикаты) в том помещении, где их производят.

5. Время операций с пиротехническими материалами должно быть наименьшим из возможных. Существование этого правила объясняется тем, что чем меньше времени человек проводит с опасными материалами, тем меньше вероятность возникновения ошибки в его действиях.
6. Рабочее место, оборудование и место хранения полуфабрикатов должны содержаться в чистоте, недопустимо замусоривание или захламление. Отходы должны удаляться своевременно. Несоблюдение этого требования может привести, например, к накоплению горючей пыли на рабочих поверхностях, мебели и т.д. От малейшей искры эта пыль может воспламениться. Также посторонние материалы могут попасть в пиротехническую смесь или изделие.
7. В одном помещении должна проводиться только одна технологическая операция. Следует избегать нахождения в производственных помещениях предметов, не участвующих в процессе производства.
8. Запрещается использование приспособлений и инструментов, в результате операций с которыми могут возникнуть случайные искры (инструменты из стали или твердых сплавов).
9. Все приборы и устройства должны быть заземлены во избежание накопления статического электричества. Пол производственных помещений должен быть изготовлен из материалов, препятствующих электризации или возможности появления искр. Современное производственное помещение, как правило, снабжено системой кондиционирования воздуха, позволяющей поддерживать влажность в пределах 45-55%. При относительной влажности ниже 45% резко возрастает опасность накопления статического электричества, тогда как выше 55% гигроскопичные вещества начинают поглощать влагу из воздуха, что тоже недопустимо.
10. Лимиты хранения пиротехнических изделий на складе ни в коем случае не должны превышать. Иначе, по статистике, резко увеличивается риск опасного происшествия.
11. Служебные и технологические инструкции должны быть написаны коротко и ясно и не допускать двоякого толкования.
12. И наконец, на пиротехнических предприятиях должна проходить регулярная перееаттестация персонала по ТБ. Причем проверка знаний должна быть реальной, а не формальной.

Безусловно, на пиротехническом производстве нельзя курить и употреблять спиртные напитки. В промышленных условиях это положение жестко контролируется. Например, при входе в производственную зону рабочие обязаны сдать курительные принадлежности. Однако в небольших пиротехнических мастерских, к сожалению, этому пункту уделяется недостаточно внимания.

Кроме основных правил ТБ, существует еще множество пунктов ТБ, соответствующих каждой конкретной технологической операции. Например, при отработке пиротехнических составов запрещается пользоваться резиновыми перчатками, потому что в случае вспышки резина оплавляется и приклеивается к коже, передает ей избыточное тепло и усиливает ожог. Сита, предназначенные для просеивания хлората калия, не должны использоваться при просеивании других материалов, т.к. сочетание хлората калия с некоторыми веществами может приводить к воспламенению. Вообще, большинство несчастных случаев при производстве основных видов пиротехнических составов в прошлом было связано именно с использованием хлората калия. Поэтому в современных пиротехнических составах хлорат калия не применяется, за исключением тех областей, где его нельзя заменить каким-нибудь другим компонентом.

Интересно рассмотреть статистику несчастных случаев на военных пиротехнических производствах США, произошедших с 1950 по 1976 гг. [25]: из 577 зарегистрированных случаев и аварий на производстве 75% было связано с возгоранием, 18% сопровождались взрывом, 5% – горением, переходящим во взрыв, либо многочисленными взрывами. Около 10% случаев из 577 сопровождались ранениями рабочих либо приводили к смертельному исходу. Хотя с 1976 г. прошло достаточно много времени, основы пиротехнического производства мало изменились, и можно считать, что эта статистика не потеряла актуальности.

Табл. 1.4. Виды пиротехнических изделий и составов, с которыми происходили несчастные случаи и аварии

| Первичного воспл-ия | Сигнальные и осветительные | Сигнальные дымовые | ГГС | Светозвуковые | Тепловые и зажигат. | Замедлители | Прочие |
|---------------------|----------------------------|--------------------|-----|---------------|---------------------|-------------|--------|
| 12 | 21 | 385 | 35 | 7 | 59 | 2 | 56 |
| 2% | 3,6% | 66,8% | 6% | 1,3% | 10,3% | 0,3% | 9,7% |

Как видно из таблицы 1.4, наиболее опасным является производство составов сигнальных дымов. Это вызвано, в первую очередь, применением в этих составах хлората калия, образующего очень чувствительные смеси с горючими веществами. Указанное обстоятельство усугублялось тем фактом, что в отмеченный период в США производились сигнальные дымовые смеси с применением комбинации хлорат калия/сера. Напротив, процент аварий с составами первичного воспламенения (которые наиболее восприимчивы к удару и трению) довольно низок. Это связано с применением на таких производствах высочайших стандартов безопасности, а срабатывание отдельных капсулей при технологических операциях является обычным явлением, запланированным и на технологический процесс не влияющим.

Из таблицы 1.5 ясно видно, что больше всего несчастных случаев вызвано действием трения, а самой опасной производственной операцией является прессование. Другие технологические операции менее опасны.

Из таблицы 1.6 следует, что основной причиной несчастных случаев и аварий на пиротехническом производстве является человеческий фактор. В 15% случаев предрасполагающие факторы так и не были установлены.

Табл. 1.5. Технологические операции и воздействия, вызвавшие аварию и/или несчастный случай на пиротехническом производстве в США с 1950 по 1976 гг. [25]

| Операция | X | Э | T | H | У | Д | СЭ | В | Итого | Итого, % |
|--|----|----|-----|----|----|----|----|----|-------|----------|
| прессование | 1 | 0 | 159 | 0 | 5 | 33 | 2 | 31 | 231 | 40 |
| смешивание | 1 | 0 | 25 | 0 | 3 | 0 | 1 | 23 | 53 | 9 |
| развертка (удаление избытка состава) | 0 | 0 | 44 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 45 | 8 |
| наполнение изделий | 0 | 0 | 20 | 0 | 5 | 0 | 15 | 3 | 43 | 7,5 |
| внутризаводское перемещение | 1 | 1 | 2 | 0 | 17 | 0 | 0 | 3 | 24 | 4,2 |
| снаряжение/расснаряжение | 1 | 0 | 1 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 22 | 4 |
| просеивание/фракционирование/взвешивание | 3 | 0 | 14 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 22 | 4 |
| доработка | 2 | 0 | 5 | 2 | 5 | 0 | 2 | 4 | 20 | 3,5 |
| чистка/модификация | 0 | 5 | 6 | 1 | 2 | 0 | 2 | 3 | 19 | 3,2 |
| прочее | 3 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 8 | 15 | 2,5 |
| тестирование | 0 | 3 | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 3 | 14 | 2,4 |
| опрессовка/опечатавание | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | 2,4 |
| резка/сушка | 0 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 11 | 1,9 |
| измерение/тех. контроль | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 11 | 1,9 |
| сборка | 0 | 0 | 3 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 8 | 1,3 |
| упаковка/распаковка | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 7 | 1,2 |
| уничтожение | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 6 | 1,0 |
| перемалывание | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0,8 |
| хранение | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0,7 |
| гранулирование | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0,5 |
| итого | 13 | 11 | 312 | 12 | 65 | 36 | 41 | 87 | - | - |
| итого, % | 2 | 2 | 54 | 2 | 11 | 6 | 8 | 15 | - | - |

X – химический фактор, Э – электрическое воздействие, T – трение, H – воздействие тепла и/или открытого огня, У – удар, Д – давление, СЭ – статическое электричество, В – воздействие не удалось определить.

Табл. 1.6. Предрасполагающие факторы аварий и/или несчастных случаев на пиротехническом производстве [25]

| Фактор | Количество | Общий, % |
|--|------------|----------|
| несогласованность действий персонала | 270 | 47 |
| опасное действие персонала | 119 | 21 |
| фактор не установлен | 88 | 15 |
| неисправный или не предназначенный для операции инструмент | 51 | 9 |
| отсутствие специального оборудования | 43 | 7,5 |
| низкое качество/низкая квалификация персонала | 41 | 7,1 |
| превышение давления прессования | 37 | 6,4 |
| выход из строя оборудования | 27 | 4,7 |
| несоблюдение ТБ/недостаточный контроль | 19 | 3,3 |
| примеси/коррозия | 17 | 2,9 |
| химический дисбаланс | 15 | 2,6 |
| недостаточная подготовка персонала | 14 | 2,4 |
| избыточное количество материала | 11 | 1,9 |
| плохая уборка помещения/небезопасное рабочее место | 11 | 1,9 |
| негодные средства обеспечения безопасности | 9 | 1,6 |
| плохое техническое обеспечение | 6 | 1 |
| отказ системы безопасности | 6 | 1 |
| перегрев | 1 | 0,1 |

Примечание.

Стоит указать, что данные таблиц соответствуют статистике аварий и несчастных случаев на военных пиротехнических заводах США в 1950-1976 годах, где условия труда соответствуют уровню безопасности для пиротехнических промышленных предприятий, а персонал специально подготовлен. Для лабораторий, мелких пиротехнических мастерских и кустарей-пиротехников эта статистика, естественно, будет другой.