ЭКСПЕРТИЗА АВАРИЙ И КАТАСТРОФ

Курс лекций

УДК 351.86 (075.8)
ББК Ц9я73
Э41

Составители:
Д.М. Капитанчук, ст. преп.
Т.В. Огнева, ст. преп.

Рецензенты:
Минкин В.В. – канд.тех.наук, доцент кафедры техносферной безопасности ПГУ им. Т.Г. Шевченко.
Якубенко И.С. – старший инспектор-методист ОК ГУпЧС МВД ПМР.

Э41 Экспертиза аварий и катастроф. Курс лекций для студентов направления 20.03.01 «Техносферная безопасность», квалификация «Бакалавр» очной и заочной формы обучения/ Сост.: Д.М. Капитанчук, Т.В. Огнева – Тирасполь, 2019.- 194 с.

В современном мире обеспечение безопасности стало социальной проблемой. Ее решение требует не только понимания, но и особой подготовленности, ставшей непременным компонентом, образованности и профессионализма современного человека.

В курсе лекций представлены основные понятия и определения, характеризующие аварии и катастрофы; приведена классификация объектов экономики по потенциальной опасности, перечислены причины возникновения аварий и их классификация; дана классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров; раскрыты понятия «пожар» и «взрыв» как один из видов аварии; рассмотрена техническая экспертиза аварий и катастроф; изучена документация по безопасности опасного объекта.

Адресовано студентам, обучающимся по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность (бакалавриат).

Рекомендовано Научно-методическим советом ПГУ им. Т.Г. Шевченко

© Д.М. Капитанчук, Т.В. Огнева,
составление, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ.

ЛЕКЦИЯ 1	**«Введение в дисциплину»……..**	**6**
ЛЕКЦИЯ 2	**«Характеристика потенциально опасных объектов и производств»……**	**11**
ЛЕКЦИЯ 3	**«Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров» ……**	**62**
ЛЕКЦИЯ 4	**«Характеристика аварий и катастроф».**	**70**
ЛЕКЦИЯ 5	**«Пожар – один из видов аварии»……..**	**86**
ЛЕКЦИЯ 6	**«Взрыв – один из видов аварии»..... **	**104**
ЛЕКЦИЯ 7	**«Техническая экспертиза аварий и катастроф»……**	**125**
ЛЕКЦИЯ 8	**«Расследование причин аварий на ОПО»..... **	**165**
ЛЕКЦИЯ 9	**«Экспертиза промышленной безопасности»……....**	**173**
ЛЕКЦИЯ 10	**«Документация по безопасности опасного объекта»……...…….**	**182**
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ……...…….		**190**
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ……...……...		**193**

ВВЕДЕНИЕ

Авария в технической системе, или, как говорят, *техногенная авария*, может иметь самые разнообразные последствия. Возможно, что объект, на котором произошла авария, прекратил выполнять значительную часть своих основных общественно важных функций. Случается уничтожение значительной части аварийного объекта или тем более всего объекта. Наконец, авария так или иначе может затронуть широкий круг людей, даже вызвать тяжелейшую беду - их гибель. Но и менее страшная авария может одним принести горе, другим разорение, многих заставить взволнованно сочувствовать и участвовать в восстановлении более или менее нормального состояния объекта. Для всех такого рода аварий ограничимся нейтрально звучащим определением *большая.*

Большая авария, кроме всем очевидного виновника, обязательно имеет серьезные глубокие причины, которые далеко не всегда могут быть отождествлены с конкретными людьми и до которых не всегда легко доискаться. Поиск причин кому-то неприятен, кому-то опасен и поэтому предпринимается не очень часто.

Чтобы понять сущность аварии в технической системе, ее глубокие причины, необходимо вникнуть в технологические особенности системы. Это - обязанность профессионалов, и их анализ должен предоставить обществу важную для него общую картину происшедшего, роль людей в ней. На этом общечеловеческом уровне, несмотря на технологические различия технических систем, аварии в них имеют гораздо больше общего, чем индивидуального.

Любая значительная авария имеет много разных аспектов, легко или трудно обнаруживаемых, ее протекание во многом определятся конкретными людьми, действующими в конкретных обстоятельствах своего времени.

Развитие техники несет человеку и блага и горе. К сожалению, одно без другого невозможно, но тут необходим какой-то баланс, который определяется, с одной стороны, нашим стремлением к благополучной жизни и, с другой стороны, уровнем культуры и гуманности общества. Конкретнее говоря, желательно, чтобы общество хорошо понимало свои цели не только в области умножения благ, но и то, на какие жертвы оно готово идти во имя этого, какие жертвы недопустимы, какую цену оно готово платить за безопасность.

Тематический план лекций.

№ п/п	Номер раздела дисципл-ины	Объем часов	Тема лекции	Учебно-наглядные пособия
1	1	1	Введение в дисциплину.	
2	1	7	Характеристика потенциально опасных объектов и производств.	*Плакат*
3	1	2	Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.	*Раздаточный материал*
4	2	2	Характеристика аварий и катастроф.	*Раздаточный материал*
5	2	2	Пожар – один из видов аварии.	*Плакат*
6	2	3	Взрыв – один из видов аварии.	*Плакат*
7	3	5	Техническая экспертиза аварий и катастроф.	*Раздаточный материал*
8	3	2	Расследование причин аварий на ОПО.	*Плакат*
9	3	2	Экспертиза промышленной безопасности.	*Раздаточный материал*
10	3	2	Документация по безопасности опасного объекта	*Раздаточный материал*
Итого:		28		

ЛЕКЦИЯ 1. «ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ». (1 час)

Существование человечества постоянно пересекается с опасностями, которые угрожают масштабными разрушениями и ужасными последствиями. Если их не удается избежать, им присваивают статус аварии или катастрофы.

Прежде всего, заметим, что и аварии, и катастрофы – чрезвычайные ситуации.

Чрезвычайная ситуация — это возникновение на определённой территории, акватории или объекте состояния, при котором невозможна нормальная жизнь и деятельность людей, когда существует угроза их здоровью, повреждается имущество, хозяйство или природная среда.

Аварийная ситуация — состояние потенциально опасного объекта, характеризующееся нарушением пределов и (или) условий безопасной эксплуатации, не перешедшее в аварию, при котором все неблагоприятные влияния источников опасности на персонал, население и окружающую среду удерживаются в приемлемых пределах посредством соответствующих технических средств, предусмотренных проектом.

Авария – это:

- неожиданная поломка или повреждение сооружения (машины) во время работы;
- происшествие техногенного характера на определённом объекте или локальной территории, создающее угрозу жизни людей или их здоровью, способное привести к порче имущества, разрушению зданий, причинению ущерба окружающей среде;
- поломка технических средств, применяемых на опасном производстве, приводящая к взрывам или выбросам опасных веществ.

Катастрофа — крупное неблагоприятное событие (авария, стихийное бедствие и др.), влекущее за собой трагические последствия (разрушения, гибель людей, животных, растительного мира).

В современном производстве со сложными технологическими процессами периодически создаются условия, приводящие к неожиданному нарушению работы или выходу из строя машин, агрегатов, коммуникаций, сооружений или их систем. Такие явления принято называть авариями.

- Техногенная катастрофа — крупная авария, вызвавшая человеческие жертвы.
- Дорожно-транспортное происшествие (ДТП)
- Авиационное происшествие

Наиболее опасные последствия аварий — пожары, взрывы, обрушения и аварии на энергоносителях — энергоисточниках, на атомных электростанциях, на химических предприятиях, приводящих к разрушению средств производства. Большинство аварий происходит по вине человеческого фактора. Наиболее частыми последствиями аварий являются пожары и взрывы.

На предприятиях нефтяной, химической и газовой промышленности аварии вызывают загазованность, разлив нефтепродуктов, агрессивных жидкостей и сильнодействующих ядовитых веществ. Количество аварий на этих предприятиях ежегодно растет. За последние 30 лет количество аварий увеличилось в 2,5 раза. При этом, количество жертв увеличилось в 6 раз, а экономический ущерб в 11 раз. Такие предприятия наносят колоссальный ущерб окружающей среде. Причиной аварий могут стать стихийные бедствия, дефекты, допущенные при проектировании, нарушение технического процесса.

Любая авария или катастрофа не может произойти по какой-то одной причине. Такие события — всегда результат действия нескольких причин и совокупности неблагоприятных факторов. Наиболее типична ситуация, когда ошибки, допущенные при проектировании, взаимодействуют с ошибками, допущенными при монтаже, и усугубляются неправильной эксплуатацией.

Вероятность возникновения аварии называется **аварийностью.** Когда в результате износа, отсутствия ремонта аварийность здания, сооружения, оборудования или транспортного средства превышает определённую норму, говорят, что объект находится на ***аварийной стадии.*** Для предотвращения аварии и вывода объекта из аварийной стадии производят ***профилактический ремонт.***

Если авария произошла, состояние объекта называется **аварийным состоянием.** Ремонт объекта с целью выведения его из аварийного состояния называется *аварийным ремонтом*. Например, *аварийный ремонт судна* — ремонт судна, проводимый для устранения причин и последствий повреждений судна, вызванных аварийным случаем, и включающий в себя работы, проведение которых необходимо для обеспечения безопасного следования судна в ближайший от места его проведения порт. Аварийный ремонт возможен далеко не при всех авариях.

Для смягчения или ликвидации последствия аварии на объектах предусматривается *аварийная защита*. Она включает в себя комплекс средств и методов, благодаря которым объект либо быстро выводится из аварийного состояния, либо по крайней мере изолируется с целью

недопущения нанесения ущерба людям или окружающей среде. Так, в ядерных реакторах предусмотрена аварийная защита ядерного реактора.

В отличие от аварийной защиты, задачей ***систем антиаварийной безопасности*** ставится недопущение аварии вообще.

Проектной аварией называется прогноз аварийного состояния, осуществлённый на стадии проектировки объекта, с подробным рассмотрением возможных последствий и заложением в конструкцию объекта соответствующих средств аварийной защиты и систем безопасности.

Для оперативной ликвидации последствий аварии, обеспечения безопасности людей предусматриваются аварийно-спасательные формирования и аварийно-спасательные средства.

Аварийно-спасательное формирование — самостоятельная или входящая в состав аварийно-спасательной службы структура, предназначенная для проведения аварийно-спасательных работ, основу которой составляют подразделения спасателей, оснащённые специальными техникой, оборудованием, снаряжением, инструментами и материалами.

Аварийно-спасательные средства — техническая, научно-техническая и интеллектуальная продукция, в том числе специализированные средства связи и управления, техника, оборудование, снаряжение, имущество и материалы, методические, видео-, кино-, фотоматериалы по технологии аварийно-спасательных работ, а также программные продукты и базы данных для электронных вычислительных машин и иные средства, предназначенные для проведения аварийно-спасательных работ.

На объектах, жизненный цикл которых во многом зависит от электроснабжения, (как правило, это разнообразные заводы) предусмотрен *аварийный исто́чник электроэне́ргии* — источник электроэнергии, предназначенный для питания аварийного распределительного щита в случае прекращения питания от основного источника электроэнергии. Аварийный распределительный щит подаёт электроэнергию на необходимые для ликвидации аварийного состояния, смягчения последствий аварии или недопущение дальнейшего развития аварии устройства. Одним из наиболее частых применений аварийного источника электроэнергии является *аварийное освеще́ние* — освещение для обеспечения продолжения работы персонала (освещение безопасности) или эвакуации людей из помещения (эвакуационное освещение).

Авария часто наносит большой ущерб окружающей среде. Так, *аварийное загрязнение водных объектов* — загрязнение, возникающее при залповом сбросе вредных веществ в поверхностные или подземные водные объекты, который причиняет вред или создаёт угрозу причинения вреда здоровью населения, нормальному осуществлению хозяйственной и иной деятельности, состоянию окружающей природной среды, а также биологическому разнообразию.

Отличия катастрофы от аварии.

Первое отличие заключается в масштабе. Аварии захватывают небольшую территорию, в то время как катастрофы имеют глобальный характер.

Следующее отличие – в динамике. Катастрофы часто характеризуются наличием поражающего фактора, то есть событие происходит «по нарастающей», аварии же чаще происходят без него, одномоментно.

Ещё одно отличие аварии и катастрофы – последствия. Конечно, обе чрезвычайные ситуации несут в себе неприятности и разрушения. Но последствия аварии намного менее.

И, наконец, *последнее, чем отличается* катастрофа от аварии, это устранение последствий. Ликвидация аварии занимает сравнительно небольшой промежуток времени, она начинается незамедлительно, во избежание дальнейших разрушений. Ликвидировать последствия катастрофы гораздо сложнее, зачастую это и вовсе невозможно сделать. -

Главные меры (усилия) человека по борьбе с авариями и катастрофами должны быть направлены на их профилактику и предупреждение. Принятые меры либо полностью исключают, либо локализуют техногенные аварии и катастрофы. В основе таких мер лежит обеспечение надежности технологического процесса.

Основные меры обеспечения надежности функционирования объекта:

- Выполнение требований государственных стандартов и строительных норм и правил, которые направлены на то, чтобы максимально исключить возможность аварии.
- Жесткая производственная дисциплина. Точное выполнение технологических процессов. Использование оборудования в строгом соответствии с его техническим назначением.
- Дублирование и увеличение запасов прочности важнейших элементов производства.

- Чёткая организация службы инспекции контроля и безопасности.
- Тщательный подбор кадров, повышение практических знаний в объёме выполняемой работы.
- Оценка условий производства с точки зрения возможности возникновения аварии.

ЛЕКЦИЯ 2. «ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ И ПРОИЗВОДСТВ». (7 часов)

1. ***Определения и классификация.***
2. ***Химически опасные объекты.***
3. ***Радиационно опасные объекты.***
4. ***Взрыво- и пожароопасные объекты.***
5. ***Опасные транспортные средства.***
6. ***Опасные грузы.***
7. ***Опасные технические сооружения.***
8. ***Установление степени опасности объектов. Эффективность мероприятий физической защиты и охраны потенциально опасных объектов.***

1. Определения и классификация

Потенциально опасный объект – это объект, на котором расположены здания и сооружения повышенного уровня ответственности, либо объект, на котором используются или производятся, перерабатываются, хранятся или транспортируются опасные вещества или биологические препараты.

К потенциально опасным объектам относятся:

1. Радиационно опасные объекты
2. Химически опасные объекты
3. Взрыво- и пожароопасные объекты
4. Опасные транспортные средства
5. Опасные технические сооружения.

Деление на классы является чисто условным, поскольку чрезвычайные ситуации на многих объектах носят комплексный характер и порождают различные поражающие факторы. Поэтому некоторые из объектов можно отнести к одному из двух разных классов. При классификации объектов с несколькими поражающими факторами следует учитывать прежде всего доминирующий фактор.

По результатам прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера **потенциально опасные объекты подразделяются по степени опасности** в зависимости от масштабов возникающих ЧС **на пять классов:**

1 класс – потенциально опасные объекты, аварии на которых могут являться источниками возникновения трансграничных чрезвычайных ситуаций;

2 класс – потенциально опасные объекты, аварии на которых могут являться источниками возникновения региональных чрезвычайных ситуаций;

3 класс – потенциально опасные объекты, аварии на которых могут являться источниками возникновения территориальных чрезвычайных ситуаций;

4 класс – потенциально опасные объекты, аварии на которых могут являться источниками возникновения местных чрезвычайных ситуаций;

5 класс – потенциально опасные объекты, аварии на которых могут являться источниками возникновения локальных чрезвычайных ситуаций.

Категорирование по типу угроз:

I - техногенного характера;

II - природного характера;

III - террористического характера.

Категорирование по физической природе опасного вещества или фактора - источника ЧС:

A - ядерно и/или радиационно опасные;

B - пожаровзрывоопасные;

C - химически опасные;

D - биологически опасные;

E - гидродинамически опасные.

Категорирование по масштабам угроз осуществляется в соответствии с Требованиями по предупреждению чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах и объектах жизнеобеспечения по пяти классам опасности потенциально опасного объекта.

Категорирование по степени защищенности от угроз техногенного, природного и террористического характера осуществляется по результатам оценки готовности объектов к предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и достаточности мер по защите населения и территорий, проводимой в соответствии с Требованиями по предупреждению чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах и объектах жизнеобеспечения.

При этом используются три категории:

1 - защищенность объекта соответствует предъявляемым требованиям менее чем на 50%;

2 - защищенность объекта соответствует предъявляемым требованиям на 50% и более, но менее чем на 80%;

3 - защищенность объекта соответствует предъявляемым требованиям на 80% и более.

Пример: показатель О(IA33) - характеризует защищенность потенциально опасного объекта к воздействию угроз техногенного характера, объект является ядерно и/или радиационно опасным, в результате аварии на нем возможно возникновение территориальной чрезвычайной ситуации, защищенность объекта соответствует предъявляемым требованиям на 80% и более.

Предложенные критерии категорирования потенциально опасных объектов являются «рамочными», их дальнейшую детализацию с учетом специфики объекта и конкретизации угроз необходимо осуществлять ведомственными нормативными актами.

Опасные вещества подразделяются на 7 категорий:

1) **горючие (воспламеняющиеся) газы** - газы, которые образуют в воздухе при нормальном давлении смеси, способствуют распространению пламени в детонационно или дефлаграционное режиме или могут гореть в воздухе в диффузионном режиме при истечении струей (факельное горение)

2) **горючие жидкости** - жидкости с температурой вспышки, равную или меньше 61 ° С в закрытом тигле или температурой вспышки, равную или меньше 66 ° С в открытом тигле

3) **горючие жидкости, перегретые под давлением** - горючие жидкости, которые находятся в аппаратах, резервуарах или трубопроводах под давлением при температуре, превышающей температуру кипения при атмосферном давлении в 1,25 и более раз;

4) **взрывчатые вещества** - жидкие или твердые вещества или смеси веществ, которые под воздействием внешних факторов способны быстро менять свой химический состав, а этот процесс может само распространяться с выделением большого количества тепла и газообразных продуктов

5) **вещества-окислители** - вещества 5 класса опасности. К этой категории относятся вещества, которые поддерживают процесс горения (например кислород, озон, хлор, оксиды азота и другие вещества в сжиженном состоянии)

6) **высокотоксичные и токсичные вещества** - вещества, обладающие свойствами, указанные в табл. 1 (ГОСТ 12.1.007-76)

Таблица 1

класс вещества	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг на 1 куб. метр	Средняя смертельная доза (LD50) при попадании в желудок, граммов на 1 кг веса тела	Средняя смертельная доза (LD50) при воздействии на кожу, мг на 1 кг веса тела	Средняя смертельная концентрация (LD50) воздухе миллиграммов на 1 куб. метр	Дискриминирующая доза мг на 1 кг веса тела
высоко токсическое	<0,1	<15	<100	<500	<5
токсическое	0,1 ... 1	15 ... 150	100 ... 500	500 ... 5000	5

7) **вещества, представляющие опасность для окружающей среды** (высокотоксичные для водных организмов).

К особо опасным и технически сложным объектам относятся:

1) объекты использования атомной энергии (в том числе ядерные установки, пункты хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, пункты хранения радиоактивных отходов;

2) гидротехнические сооружения первого и второго классов, устанавливаемые в соответствии с законодательством о безопасности гидротехнических сооружений;

3) сооружения связи, являющиеся особо опасными, технически сложными;

4) линии электропередачи и иные объекты электросетевого хозяйства напряжением 330 киловольт и более;

5) объекты космической инфраструктуры;

6) объекты авиационной инфраструктуры;

7) объекты инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования;

8) метрополитены;

9) морские порты, за исключением объектов инфраструктуры морского порта, предназначенных для стоянок и обслуживания маломерных, спортивных парусных и прогулочных судов;

10) тепловые электростанции мощностью 150 мегаватт и выше;

11) подвесные канатные дороги;

12) опасные производственные объекты, подлежащие регистрации в государственном реестре о промышленной безопасности опасных производственных объектов:

а) опасные производственные объекты I и II классов опасности, на которых получаются, используются, перерабатываются,

образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества;

б) опасные производственные объекты, на которых получаются, транспортируются, используются расплавы черных и цветных металлов, сплавы на основе этих расплавов с применением оборудования, рассчитанного на максимальное количество расплава 500 килограммов и более;

в) опасные производственные объекты, на которых ведутся горные работы (за исключением добычи общераспространенных полезных ископаемых и разработки россыпных месторождений полезных ископаемых, осуществляемых открытым способом без применения взрывных работ), работы по обогащению полезных ископаемых.

К уникальным объектам относятся объекты капитального строительства, в проектной документации которых предусмотрена хотя бы одна из следующих характеристик:

1) высота более чем 100 метров;

2) пролеты более чем 100 метров;

3) наличие консоли более чем 20 метров;

4) заглубление подземной части (полностью или частично) ниже планировочной отметки земли более чем на 15 метров.

2. Химически опасные объекты

Химически опасный объект (ХОО) – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных, растений, а также окружающей природной среды аварийно химически опасными веществами.

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) — химическое вещество, применяемое в народнохозяйственных целях, которое при выливе или выбросе может привести к заражению воздуха с поражающими концентрациями.

К химически опасным объектам относятся:

- Заводы нефтеперерабатывающие
- Заводы нефтеоргсинтеза
- Заводы нефтехимические
- Заводы сланцеперерабатывающие

- Заводы по производству искусственных волокон и нитей
- Заводы по производству каучука синтетического
- Заводы по производству пластмасс
- Заводы по производству материалов лакокрасочных
- Заводы по производству изделий резинотехнических
- Заводы по производству стекловолокон и стеклопластиков
- Заводы по производству оргстекла
- Заводы по производству электротехнических материалов
- Заводы по производству кино-, фото- и магнитных материалов
- Заводы по производству химических реактивов
- Заводы по производству химикатов
- Заводы по производству красителей синтетических
- Заводы по производству материалов пленочных
- Заводы по производству полимеров
- Заводы по производству минеральных удобрений
- Заводы по производству химических средств защиты растений
- Заводы по производству соды
- Заводы по производству медицинских препаратов
- Заводы по производству товаров бытовой химии
- Заводы химические прочие
- Хранилища химически опасных веществ
- Железнодорожные транспортные средства с химически опасными веществами
- Автомобильные транспортные средства с химически опасными веществами
- Морские суда с химически опасными веществами
- Речные суда с химически опасными веществами
- Химически опасные объекты прочие

Классификация и характеристики химически опасных объектов.

Классификация ХОО по степени опасности производится заблаговременно комиссиями по ЧС и штабами ГОЧС областей (краев, республик) с целью определения наиболее опасных объектов, планирования мероприятий по защите населения от возможных последствий крупных аварий на ХОО, создания необходимой группировки сил и средств для ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ в случае химической аварии,

заблаговременной разработки и реализации соответствующих предупредительных мер по снижению риска крупной аварии и уменьшению тяжести ее последствий.

В основе классификации ХОО лежит количественная оценка степени опасности объекта с учетом следующих характеристик:

- масштаба возможных последствий химической аварии для населения, прилегающих к объекту территорий;
- типа возможной ЧС в результате аварии на ХОО по наихудшему сценарию;
- степени опасности АХОВ, используемых на ХОО;
- риска возникновения аварии на ХОО.

Источниками информации и инструментом для проведения классификации ХОО являются:

- Декларация безопасности объекта (на основе Закона о безопасности в промышленности);
- Паспорт безопасности вещества, используемого на ХОО (согласно ГОСТ 50586-93);
- Методика прогнозирования и оценки обстановки при крупных авариях на ХОО;
- Методика определения пожаро- и взрывоопасности объекта (согласно Директиве ЕС-82/50/ЕЕС).

По масштабам возможных последствий химической аварии, которые оцениваются по количеству населения, проживающего (находящегося) в зоне предполагаемого химического заражения, ХОО делятся на четыре группы с различным значением показателя опасности ПО 1 (см. таблица 2.)

Таблица 2.

Показатель опасности ХОО, П01	Количество рабочих, служащих и населения, находящихся в прогнозируемой зоне химического заражения
1	более 75 тысяч человек
2	от 40 до 75 тысяч человек
3	до 40 тысяч человек
4	зона заражения в пределах санитарной защитной зоны ХОО

При наличии на ХОО нескольких АХОВ прогнозирование масштабов последствий аварии и определение показателя ПО 1 производится по тому веществу, выброс (пролив) которого при аварии представляет наибольшую опасность для населения. При этом во всех

случаях исходят из того, что авария происходит на единичной максимальной по объему емкости с АХОВ при ее полном разрушении.

К химически опасным объектам 1-й степени (П01=1) относятся крупные предприятия химической промышленности, водоочистные сооружения, расположенные в непосредственной близости или на территории крупнейших и крупных городов.

К объектам 2-й степени опасности (ПО 1=2) относятся предприятия химической, нефтехимической, пищевой и перерабатывающей промышленности, водоочистные сооружения коммунальных служб больших и средних городов, крупные железнодорожные узлы.

К ХОО 3-й степени опасности (П01=3) относятся небольшие предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности (хладокомбинаты, мясокомбинаты, молокозаводы и т.п.) местного значения, водоочистные сооружения и др. средних и малых городов и сельских населенных пунктов.

К ХОО 4-й степени опасности относятся предприятия и объекты с относительно малым количеством АХОВ (менее 0.1 т).

Второй показатель опасности ($П0_2$) ХОО характеризует тип ЧС, которая может возникнуть в результате аварии. По вероятному сценарию аварии (типу ЧС), зависящему от физико-химических свойств АХОВ на объекте, их количества и технологических условий применения (хранения, транспортировки, переработки) указанных веществ, ХОО подразделяются на 4 группы опасности, указанные в табл.3.

Определение показателя опасности ХОО по типу ЧС, возникающей в результате химической аварии ($П0_2$)

Таблица 3.

Показатель опасности ХОО, П02	Тип вероятной ЧС при аварии на ХОО
1	Образуется только первичное облако АХОВ
2	Образуются пролив, первичное и вторичное облака АХОВ
3	Образуется пролив и только вторичное облако АХОВ
4	Происходит только загрязнение территории (грунта, воды) малолетучими АХОВ.

Следует отметить, что степень опасности ХОО по типу вероятной ЧС, возникающей при аварии на объекте, уменьшается с увеличением значения показателя П02.

Классификация ХОО по вероятному сценарию развития аварии (типу ЧС) позволяет определить приоритетность заблаговременно планируемых мероприятий по защите населения и проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ.

По степени токсической опасности используемых на объекте АХОВ химически опасные объекты делятся на 4 группы с соответствующим значением показателя опасности $П0_3$ численно равным классу токсической опасности АХОВ (таблица 4.)

Таблица 4.

Группа токсичности	ЬС5() - средняя смертельная концентрация, мг/л	14350 - средняя смертельная доза, мг/кг
Чрезвычайно токсичные	ниже 1	ниже 1
Высокотоксичные	1-5	1-50
Сильно токсичные	6-20	51-500
Умеренно токсичные	21-80	501 - 5000
Мало токсичные	81-160	5001 - 15000
Практически нетоксичные	Выше 160	Выше 15000

К первой группе ХОО с показателем опасности $П0_3$=1 относятся объекты, использующие (хранящие, транспортирующие) АХОВ первого класса токсической опасности. Ко 2-й группе ХОО с показателем

$П0_3$=2 относятся объекты с АХОВ второго класса токсической опасности, к 3-й и 4-й группам ($П0_3$=3 и $П0_3$=4) относятся объекты, использующие (хранящие, транспортирующие) АХОВ соответственно третьего и четвертого класса токсической опасности. Наиболее опасными считаются ХОО 1-й группы ($П0_3$=1).

Четвертым признаком (критерием), по которому могут быть классифицированы ХОО, является **риск возникновения аварии** на объекте, который зависит от состояния технологического оборудования (степени изношенности), квалификации

обслуживающего персонала, общей опасности технологического процесса и отдельных его элементов и др. Соответствующие данные для оценки риска возникновения опасности берутся из паспорта безопасности объекта и Паспорта безопасности вещества (материала), а также из документов инспекторских проверок объекта.

По показателю риска возникновения аварии ($П0_4$) ХОО могут быть отнесены к одной из четырех групп: критические ($П0_4$=1), очень опасные ($П0_4$=2), опасные ($П0_4$=3) и малоопасные ($П0_4$=4).

Одним из показателей риска возникновения аварии на ХОО является показатель пожаро- и взрывоопасности объекта ($П0_5$), который определяется наличием на объекте пожаро- и взрывоопасных АХОВ, взрывчатых веществ, легковоспламеняющихся горючих жидкостей; возможностью образования газо-воздушных и паровоздушных взрывчатых смесей; пожаро- и (или) взрывоопасной технологией производства; наличием материалов (веществ), способных при горении образовывать АХОВ.

По значению потенциала взрыво-пожарооопасности ХОО делятся на 4 группы (таблица 5.)

Таблица 5.

Показатель опасности ХОО, $П0_5$	Значение потенциала взрыво-пожароопасности объекта
1	Р > 95
	65 < Б < 95
2	0 < 65
3	Р = 0
4	-

Показатель опасности П05=1 имеют объекты, на которых хотя бы один технологический элемент имеет максимальный потенциал опасности (Р>95). Соответственно показатели $П0_5$=2 и $П0_5$=3 характеризуют объекты, у которых хотя бы один технологический элемент имеет потенциал опасности в указанных пределах.

Для характеристики общей степени опасности ХОО может быть использован **обобщенный показатель опасности** (ОПО), который определяется как сумма рассмотренных выше частных показателей опасности:

ОПО — ПО1 + ПО2 + ПО3 + ПО4 + ПО5

По значению обобщенного показателя опасности ХОО делятся на 4 категории опасности (таблица 6.)

Таблица 6.

Категория опасности ХОО	Значение общего показателя опасности, ОПО	Определение степени опасности объекта
1	5-8	критический
2	9-12	чрезвычайно опасный
3	13-16	очень опасный
4	17-20	опасный

Наиболее опасным считается ХОО с минимальным значением обобщенного показателя опасности.

Для оперативного использования данных о степени опасности ХОО, особенно при прогнозных расчетах с использованием ЭВМ, следует индексировать объекты цифровым обозначением показателей опасности объекта, например:

ХОО-2 - 12213,

где:

- первая цифра «2» означает, что объект относится по обобщенному показателю опасности ко 2-й категории - «чрезвычайно опасный»;

- вторая цифра «1» (первая в пятизначном числе) означает, что в зоне химического заражения при аварии на ХОО может оказаться более 75 тысяч человек;

- третья цифра «2» означает, что при аварии на объекте может образоваться первичное и вторичное облака паров АХОВ и возникнуть ЧС второго типа;

- четвертая цифра «2» означает, что на объекте используется (хранится, транспортируется) АХОВ второго класса токсической опасности;

- пятая цифра «1» означает, что риск возникновения аварии на объекте чрезвычайно велик;

- шестая цифра «3» означает, что по взрыво-пожароопасности объект относится к 3-й группе опасности ($0 < P < 65$).

Важное значение для планирования, организации защиты населения и ведения аварийно-спасательных работ в случае возникновения ЧС при крупных авариях на ХОО имеет классификация по химической опасности территорий (районов, городов, краев, областей и республик).

В этом случае критерием для отнесения территории к той или иной степени опасности является количество населения, проживающего на территории, подвергаемой риску химического поражения.

К первой степени опасности принято относить такие территориальные звенья, в которых в зоне возможного заражения АХОВ проживает свыше 50% населения, ко второй степени - от 30 до 50%, к третьей степени - от 10 до 30% и к четвертой степени - менее 10%.

В зависимости от физико-химических свойств АХОВ, условий их хранения и транспортировки при авариях на химически опасных объектах могут возникнуть чрезвычайные ситуации с химической обстановкой четырех основных типов.

1. В случае разгерметизации (взрыва) емкостей или технологического оборудования, содержащих газообразные (под давлением), криогенные, перегретые сжиженные АХОВ. При этом образуется **только первичное** парогазовое или аэрозольное облако с высокой концентрацией АХОВ, распространяющееся по ветру. Основным **поражающим фактором** при чрезвычайных ситуациях с химической обстановкой ***первого типа*** является ингаляционное воздействие на людей и животных высоких (смертельных) концентраций паров АХОВ.

2. Чрезвычайные ситуации с химической обстановкой **второго типа** возникают при аварийных выбросах или проливах используемых в производстве, хранящихся или транспортируемых сжиженных ядовитых газов (аммиак, хлор и др.), перегретых летучих токсических жидкостей с температурой кипения ниже температуры окружающей среды (окись этилена, фосген, окислы азота, сернистый ангидрид, синильная кислота и др.). При этом часть АХОВ (не более 10%) мгновенно испаряется, образуя ***первичное облако паров смертельной концентрации; другая часть выливается в поддон*** или на подстилающую поверхность, ***постепенно испаряется, образуя вторичное облако с поражающими концентрациями***.

Поражающие факторы в чрезвычайных ситуациях с химической обстановкой ***второго типа*** проявляются в ингаляционном воздействии на людей и животных смертельных концентраций первичного облака (кратковременное) и в продолжительном воздействии (часы, сутки) вторичного облака с поражающими концентрациями паров. Чрезвычайные ситуации с химической обстановкой такого типа возникают при аварийных выбросах или

проливах используемых в производстве, хранящихся или транспортируемых сжиженных аммиака и хлора.

3. Чрезвычайные ситуации с химической обстановкой **третьего типа** возникают при проливе в поддон (обвалование) или на подстилающую поверхность значительного количества сжиженных (при изотермическом хранении) или жидких АХОВ с температурой кипения ниже или близкой к температуре окружающей среды (фосген, четырехокись азота и др.), а также при горении большого количества удобрений (например, нитрофоски) или комковой серы. При этом ***образуется вторичное облако паров АХОВ с поражающими концентрациями, которое может распространяться на большие расстояния.***

При чрезвычайных ситуациях с химической обстановкой **третьего типа** образуется вторичное облако паров АХОВ с поражающими концентрациями, которое может распространяться на большие расстояния.

4. Чрезвычайные ситуации с химической обстановкой **четвертого типа** возникают при аварийном выбросе (проливе) значительного количества малолетучих АХОВ (жидких с температурой кипения значительно выше температуры окружающей среды или твердых - несимметричный диметилгидразин, фенол, сероуглерод, диоксин, соли синильной кислоты. При этом происходит заражение местности (грунта, растительности, воды) в опасных концентрациях.

Основными поражающими факторами при чрезвычайных ситуаций с химической обстановкой **четвертого типа** являются опасные последствия заражения людей и животных при длительном нахождении их на зараженной местности в результате перорального и резорбтивного воздействия АХОВ на организм.

На внешней границе зоны смертельных токсодоз 50% людей получают смертельную токсодозу. На внешней границе поражающих токсодоз 50% людей получают поражающую токсодозу. На внешней границе дискомфортной зоны люди испытывают дискомфорт, начинается обострение хронических заболеваний или появляются первые признаки интоксикации.

В очаге химического заражения происходят массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений. Люди и животные получают поражения в результате попадания АХОВ в организм: через органы дыхания — ингаляционно; кожные покровы, слизистые оболочки и раны — резорбтивно; желудочно-кишечный тракт — перорально.

3. Радиационно-опасные объекты

Радиационно-опасный объект (РОО) – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют радиоактивные вещества, при аварии на котором или его разрушении может произойти облучение ионизирующим излучением или радиоактивное загрязнение людей, сельскохозяйственных животных и растений, объектов экономики, а также окружающей природной среды.

Радиационная авария - это потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды.

К РОО относятся:

- АЭС с водо-водяными реакторами с водой под давлением.
- АЭС с водо-водяными реакторами с водой кипящей.
- АЭС с графитовыми реакторами с водой кипящей.
- АЭС с реакторами на быстрых нейтронах.
- АЭС с реакторами прочими.
- Атомные станции теплоснабжения и теплоэлектроцентрали с водо-водяными реакторами с водой кипящей.
- Исследовательские ядерные реакторы.
- Заводы по производству ядерного топлива.
- Заводы по переработке и обогащению ядерного топлива.
- Заводы по обработке ядерных отходов.
- Заводы ядерной энергетики.
- Урановые рудники.
- Склады радиоактивной руды.
- Хранилища радиоактивных отходов.
- Хранилища ядерных боеприпасов.
- Морские суда и подводные лодки с ядерными двигательными установками.
- Транспортные средства с радиоактивными грузами.
- Полигоны для испытаний ядерных боеприпасов.
- Радиационно-опасная военная техника.
- Радиационно опасные объекты прочие.

При классификации аварий на радиационно-опасных объектах существует несколько подходов. Это обусловлено тем, что подобные аварии отличаются большим разнообразием присущих им признаков, а также объектов, на которых они могут происходить. В большинстве случаев аварии, сопровождающиеся выбросами радиоактивных веществ и формированием радиационных полей, классифицируют применительно к АС.

В зависимости от характера и масштабов повреждений и разрушений аварии на радиационно-опасных объектах подразделяют на:

- проектные,
- проектные с наибольшими последствиями (максимально проектные)
- и запроектные (гипотетические).

Под проектной аварией понимается авария, для которой определены в проекте исходные события аварийных процессов, характерных для того или иного объекта (типа ЯР) или другого радиационно-опасного узла, конечные состояния (контролируемые состояния элементов и систем после аварии), а также предусмотрены системы безопасности, обеспечивающие ограничение последствий аварий установленными пределами.

Максимально проектные аварии характеризуются наиболее тяжелыми исходными событиями, обусловливающими возникновение аварийного процесса на данном объекте. Эти события приводят к максимально возможным в рамках установленных проектных пределов радиационным последствиям.

Под запроектной (гипотетической) аварией понимается такая авария, которая вызывается не учитываемыми для проектных аварий исходными событиями и сопровождается дополнительными по сравнению с проектными авариями отказами систем безопасности.

В радиационной аварии можно выделить четыре фазы развития:

- начальную,
- раннюю,
- промежуточную
- позднюю.

Начальная фаза аварии является периодом времени, предшествующим началу выброса (сброса) радиоактивности в окружающую среду или периодом обнаружения возможности облучения населения.

Ранняя фаза аварии (фаза «острого» облучения) является периодом выброса радиоактивных веществ в окружающую среду или периодом формирования радиационной обстановки непосредственно под влиянием выброса в местах проживания или нахождения населения. Продолжительность этого периода может быть от нескольких минут до нескольких часов в случае разового выброса и до нескольких суток в случае продолжительного выброса. Однократное облучение в дозе свыше 200 $м^3$ рассматривается как потенциальное. Лица, подвергшиеся такому облучению, должны выводится из зоны облучения и направляться на медицинское обследование. Дальнейшая работа с источниками облучения этим лицам может быть разрешена только медицинской комиссией.

Промежуточная фаза аварии охватывает период, в течение которого нет дополнительного поступления радиоактивности из источника выброса в окружающую среду и в течение которого принимаются решения о введении или продолжении ранее принятых мер радиационной защиты на основе проведенных измерений уровней содержания радиоактивных веществ в окружающей среде и вытекающих из них оценок доз внешнего и внутреннего облучения населения.

Промежуточная фаза начинается с нескольких первых часов с момента выброса и длится до нескольких суток, недель и больше. Для разовых выбросов протяженность промежуточной фазы прогнозируют равной 7-10 суток.

Поздняя фаза характеризуется периодом возврата к условиям нормальной жизнедеятельности населения и может длиться от нескольких недель до нескольких лет в зависимости от мощности и радионуклидного состава выброса, характеристик и размеров загрязненного района, эффективности мер радиационной защиты.

Аварии на РОО подразделяются на четыре категории:

1.**Локальная авария** — нарушение в работе АЭС, при котором произошел выход РВ или ИИ за предусмотренные границы технического оборудования, зданий, сооружений. При этом количество выброшенного РВ превышает установленные значения, но зона загрязнения не выходит за пределы промплощадки.

2.**Местная авария** — авария, при которой происходит выход радиоактивных продуктов за пределы промплощадки, но область радиационного загрязнения находится в пределах СЗЗ объекта. При местной аварии возможно облучение персонала в дозах, превышающих допустимые; концентрации РВ в воздухе и степень

радиоактивного загрязнения поверхностей в помещениях и на территории также выше допустимых.

3.**Средняя авария** — характеризуется тем, что область радиоактивного загрязнения выходит за пределы СЗЗ, но локализуется в близлежащих районах, вызывая незначительное переоблучение проживающего вблизи АЭС (в радиусе 30 км) населения.

4.**Крупная авария** — авария, при которой область радиоактивного загрязнения выходит за пределы 100-километровойзоны и охватывает территории нескольких административных единиц с общим населением более 1 млн человек при средней дозе облучения более 3 бэр.

По степени опасности зараженную местность на следе выброса и распространения РВ делят на следующие зоны:

- **зона М** — радиационной опасности, 14 мрад/ч;
- **зона А** — умеренного заражения, 140 мрад/ч;
- **зона Б** — сильного заражения, 1,4 рад/ч;
- **зона В** — опасного заражения, 4,2 рад/ч;
- **зона Г** — чрезвычайно опасного заражения, 14 рад/ч.

После определения границ зон радиоактивного заражения, устанавливают границы территорий, имеющих различную степень опасности для здоровья людей. Они характеризуются возможной дозой облучения.

Зона экстренных мер защиты населения - территория, в пределах которой доза внешнего гамма -облучения населения за время формирования следа радиоактивного загрязнения от выброса РВ при аварии на РОО может превысить 75 рад, а доза внутреннего облучения щитовидной железы за счет поступления в организм человека радиоактивного йода - 250 рад.

Зона профилактических мероприятий - территория, в пределах которой доза внешнего гамма -облучения населения за время формирования следа радиоактивного загрязнения от выброса РВ при аварии на РОО может превысить 25 рад (но не более 75), а доза внутреннего облучения щитовидной железы радиоактивным йодом может превысить 30 рад (но не более 250).

Зона ограничений - территория, в пределах которой доза внешнего облучения населения за время формирования следа радиоактивного загрязнения от выброса РВ при аварии на РОО может превысить 10 рад (но не более 25), а доза внутреннего облучения щитовидной железы радиоактивным йодом не превышает 30 рад.

Зона возможного радиоактивного загрязнения - территория, в пределах которой прогнозируются дозовые нагрузки, превышающие 10 рад в год.

При аварии, повлекшей за собой радиоактивное загрязнение обширной территории, на основании контроля и прогноза радиационной обстановки устанавливается зона радиационной аварии (ЗРА).

Зона радиационной аварии - это территория, на которой суммарное внешнее и внутреннее облучение может превышать 5 рад за первый год. В ЗРА проводится мониторинг радиационной обстановки и осуществляются мероприятия по снижению уровней облучения населения на основе принципа оптимизации (т.е. выбора наилучшего варианта действий).

На территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению, ***после стабилизации обстановки в районе аварии*** в период ликвидации ее долговременных последствий для жизни и хозяйственной деятельности населения устанавливаются зоны:

Зона отчуждения. В этой зоне запрещается постоянное проживание населения, ограничивается хозяйственная деятельность и природопользование;

Зона отселения. Это территория за пределами зоны отчуждения, на которой плотность загрязнения почв цезием-137 от 15 до 40 Ки/км^2 или эквивалентных доз других радионуклидов, население подлежит обязательному отселению.

Зона проживания с правом на отселение. Это территория за пределами зоны отчуждения и зоны отселения с плотностью загрязнения почв цезием - 137 от 5 до 15 Ки/км^2 , при которой население имеет право на отселение;

Зона проживания с льготным социально-экономическим статусом. Это территория за пределами зоны отчуждения, зоны отселения и зоны проживания с правом на отселение с плотностью радиоактивного загрязнения почвы цезием - 137 от 1 до 5 Ки/км^2.

Определение зон радиоактивного заражения необходимо для планирования действий работающих на объекте подразделений МЧС; планирования мероприятий по защите людей; прогноза количества пострадавших вследствие аварии.

На основании этого вокруг АЭС установлены следующие зоны:

- санитарно-защитная— радиус 3 км;
- возможного опасного загрязнения — 30 км;
- наблюдения — 50 км;

- 100-километроваязона по регламенту проведения защитных мероприятий.

Режимы радиационной защиты - это порядок действия людей, применения средств и способов защиты в зонах радиоактивного заражения, предусматривающий максимальное уменьшение возможных доз облучения.

Для обеспечения радиационной безопасности при нормальной эксплуатации объектов необходимо руководствоваться следующими положениями:

1. Не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения человека от всех источников ионизирующего излучения (принцип нормирования).

2. Запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному фону облучения (принцип обоснования).

3. Поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения (принцип оптимизации).

Последствия радиационных аварий и радиоактивные загрязнения окружающей среды имеют сложную зависимость от исходных параметров радиационно-опасных объектов (типа объекта; типа и мощности ядерной или радиоизотопной установки, ядерного боеприпаса; характера радиохимического процесса и т.д.) и метеоусловий.

4. Взрыво- и пожароопасные объекты

Усложнение технологических процессов, увеличение площадей застройки объектов народного хозяйства повышает пожарную опасность.

Пожаро-взрывоопасный объект (ПВОО) — это объект, на котором производятся, хранятся, используются или транспортируются продукты и вещества, приобретающие при определенных условиях (авариях, инициировании) способность к возгоранию (взрыву).

***К в*зрыво- и пожароопасным объектам относятся:**

- Предприятия нефтяной промышленности.
- Предприятия газовой промышленности.

- Предприятия угольной промышленности.
- Предприятия сланцевой промышленности.
- Газовые и нефтяные скважины.
- Угольные шахты.
- Морские нефтедобывающие платформы.
- Предприятия добывающей промышленности.
- Предприятия нефтеперерабатывающей промышленности.
- Предприятия нефтехимической промышленности.
- Предприятия газоперерабатывающей промышленности.
- Предприятия химической промышленности.
- Предприятия медицинской промышленности.
- Предприятия металлургической промышленности.
- Предприятия машиностроения.
- Объекты ядерной энергетики.
- Теплоэлектростанции и теплоэлектроцентрали.
- Энергетические объекты коммунального хозяйства.
- Энергетические объекты прочие.
- Предприятия целлюлозно-бумажной промышленности.
- Предприятия деревообрабатывающей промышленности.
- Цеха изготовления древесной пыли.
- Цеха изготовления угольной пыли.
- Цеха изготовления сахарной пудры.
- Размолочные отделения мельниц.
- Элеваторы.
- Предприятия по производству боеприпасов, взрывчатых веществ, порохов и твёрдотопливных ракетных двигателей.
- Предприятия промышленности прочие.
- Склады нефти и жидких нефтепродуктов.
- Склады горюче-смазочных материалов.
- Наземные, подземные и полуподземные резервуары с ЛВЖ и ГГ.
- Морские эстакадные, полупогруженные и подводные нефтехранилища.
- Железнодорожные эстакады для слива и налива ЛВЖ.
- Открытые нефтеловушки и пруды-отстойники с плавающей нефтяной пленкой.
- Автозаправочные станции.
- Газозаправочные станции.
- Склады химических реактивов.
- Склады химических средств защиты растений.

- Склады кинопленки.
- Ракетные комплексы.
- Склады боеприпасов, взрывчатых веществ и твёрдотопливных ракетных двигателей.
- Склады взрыво- и пожаро-взрывоопасной продукции прочие.
- Железнодорожные цистерны с ЛВЖ и ГГ.
- Автомобильные цистерны с ЛВЖ и ГГ.
- Морские суда с нефтью и нефтепродуктами.
- Речные суда с нефтью и нефтепродуктами.
- Морские суда со сжиженными газами.
- Транспортные средства с боеприпасами, ВВ и ракетной техникой.
- Боевые корабли и подводные лодки.
- Транспортные средства с ЛВЖ и ГГ прочие.
- Нефтепроводы.
- Газопроводы.
- Базы сжиженного газа.
- Продуктопроводы прочие.
- Взрыво- и пожаро-взрывоопасные объекты прочие.
- Пожароопасные объекты с большим количеством людей (крупные производственные, административные, общественные и жилые здания, зрительные залы и т.д.).
- Пожароопасные объекты с большими материальными ценностями (музеи, библиотеки, выставочные залы и т.д.).
- Пожароопасные объекты с большим количеством домашних животных и птицы.
- Склады пожароопасной продукции.
- Большие лесные массивы.
- Большие торфяники.
- Посевы созревших зерновых на больших площадях.
- Пожароопасные объекты прочие.

Степень опасности производственных объектов зависит от количества потенциальной энергии, способной реализоваться в виде взрывов и/или пожаров. В связи с этим определены ***две категории опасных производственных объектов (ОПО).***

К первой категории относятся ОПО, на которых получаются, используются, перерабатываются, образуются, хранятся и транспортируются следующие опасные вещества:

- воспламеняющиеся — газы, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися, и

температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20 °С и ниже;

- окисляющие — вещества, поддерживающие горение, вызывающие воспламенение и/или способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции;
- горючие — жидкости, газы, пыли, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;
- взрывчатые — вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое самораспространяющееся химическое превращение с выделением тепла и образованием газов.

Вторую категорию представляют ОПО, на которых используется оборудование под давлением более 0,07 МПа или с температурой воды более 115 °С. Такими объектами могут быть не только промышленные предприятия, но и транспортные средства со взрывоопасным грузом, а также некоторые объекты соцкультбыта.

Причиной пожара или взрыва в помещении (цехе) является наличие горючей пыли и волокон. Большое количество пыли создают машины и агрегаты с механизмами ударного действия (дробилки, мельницы и т. п.), а также установки, работа которых сопряжена с использованием мощных воздушных потоков (пневмосистемы, сепараторы и т. п.) или перебросом измельченной продукции (места загрузки, пересыпания и др.). Некоторые виды пыли способны к самовозгоранию. Местная вспышка может вызвать взвихрение осевшей пыли, что, в свою очередь, способно привести к повторному взрыву большей мощности.

Возможность возникновения пожаров и взрывов определяется показателями пожаро- и взрывоопасности веществ. Горючие вещества могут находиться в трех агрегатных состояниях — газообразном, жидком и твердом.

При определении параметров пожаро- и взрывоопасности веществ газами считаются вещества, абсолютное давление паров которых при температуре 50 °С равно или выше 13 300 кПа; жидкостями — вещества с температурой плавления не более 50 °С; твердыми веществами — вещества с температурой плавления, превышающей 50 °С; пылями — диспергированные (размельченные) твердые вещества с размером частиц менее 850 мкм.

Пожаро- и взрывоопасность веществ, т. е. сравнительная вероятность их горения в равных условиях, определяется рядом их свойств:

- группой горючести,
- температурой самовоспламенения и вспышки,
- концентрационными пределами воспламенения,
- дисперсностью,
- летучестью и др.

По взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности объекты подразделяются на категории:

- первая (А) — нефтеперерабатывающие заводы, химические предприятия, трубопроводы, склады нефтепродуктов;
- вторая (Б) — цехи приготовления и транспортировки угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры, мукомольные мельницы;
- третья (В) — лесопильные, деревообрабатывающие, столярные, мебельные, лесотарные производства;
- четвертая (Г) - металлургические производства, термические цеха, котельные;
- пятая (Д)- объекты переработки и хранения несгораемых материалов в холодном виде.

Распространению пожара на промышленных предприятиях способствуют:

- скопление значительного количества горючих веществ и материалов на производственных и складских площадях;
- наличие путей, создающих возможность распространения пламени и продуктов горения на смежные установки и соседние помещения;
- внезапное возникновение в процессе пожара факторов, ускоряющих его развитие;
- запоздалое обнаружение возникшего пожара и сообщение о нем в пожарную часть;
- отсутствие или неисправность стационарных и первичных средств тушения пожара;
- неправильные действия людей при тушении пожара.

Взрыв — быстро протекающий процесс физического или химического превращения веществ, сопровождающийся освобождением большого количества энергии в ограниченном объеме, в результате чего в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная создать угрозу жизни и

здоровью людей, нанести ущерб народному хозяйству и окружающей среде, стать источником ЧС.

Взрыв представляет собой широкий круг явлений, которые связаны с очень быстрым выделением значительного количества энергии, сопровождающимся расширением вещества, обладающего избыточной энергией, в среде с меньшим энергетическим потенциалом. Расширение протекает с настолько большой скоростью (сотни метров в секунду), что приводит к резкому повышению давления, плотности, температуры и сопровождается значительными звуковыми эффектами. Источником энергии при взрыве могут быть как химические, так и физические процессы.

Как правило, источником выделения энергии при большинстве взрывов, с которыми приходится сталкиваться на практике, являются химические превращения веществ. Это относится как к взрывам, предназначенным для достижения определенных целей (например, в военной области или производственной сфере), так и к взрывам аварийного характера.

Примерами взрывов, энерговыделение во время которых обусловлено физическими процессами, могут служить взрывы сжатых газов или взрывы, связанные с образованием перегретых жидкостей. В этом случае энергия, выделяющаяся при взрыве, определяется процессами, обусловленными адиабатическим расширением парогазовых сред и перегревом жидкостей. Так, при выливании расплавленного металла в воду испарение протекает взрывным образом вследствие фрагментации капель расплава, быстрой теплоотдачи и перегрева холодной жидкости. Возникающая при этом физическая детонация сопровождается образованием ударной волны (УВ).

На практике взрывы, имеющие физическую природу, встречаются значительно реже, чем взрывы химического происхождения, и обычно возникают при авариях.

Высвобождение энергии при взрывах в общем случае выражается удельной мощностью, т. е. количеством энергии, выделяемой в единицу времени в единице объема. При химических взрывах скорость энерговыделения определяется скоростью распространения детонации или скоростью распространения пламени в соответствующей среде. Для различных твердых и жидких взрывчатых веществ эта скорость находится в интервале 2000…9000 м/с, а для газов зависит от динамики изменения значений параметров, характеризующих газовую среду в процессе взрывного горения, и

может в несколько раз превосходить скорость звука в невозмущенной среде.

5. *Опасные транспортные средства*

Возникновения опасностей, которые связаны с использованием транспортных средств, зависят, в первую очередь, от их эксплуатации. ***Содержимое вредных веществ*** в отработанных газах (или их дымность) формирует влияние на окружающую среду.

Опасным является содержимое окиси углерода (CO) более 1,5% объемных частей на минимальных оборотах холостого хода коленчатого вала двигателя и 2,0% при повышенной частоте оборотов коленчатого вала на холостом ходе. Значения повышенной частоты вращения обусловливаются в технических условиях и инструкции по эксплуатации автомобиля. Во время контрольных проверок транспортных средств на линии позволяется содержимое CO до 3,0% при минимальной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходе.

Опасным также является содержимое углеводов (парафинов, олефина, ароматических веществ) - более 1200 объемных части на 1 миллион объемных частей воздуха для двигателей с количеством цилиндров до четырех на минимальных оборотах холостого хода. При повышенных оборотах двигателя содержимое углеводов является опасным, когда превышает значение 600 частей для двигателей с количеством цилиндров до четырех и 1000 частей - больше четырех.

Дымность автомобилей с дизельными двигателями во время эксплуатации является опасной, когда превышает 40% в режиме свободного ускорения и 15% при максимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Эксплуатация транспортных средств с повышенной токсичностью или дымностью в отработанных газах приводит к загрязнению окружающей среды и возникновению угрозы отравления водителя и пассажиров транспортного средства.

Негерметическая топливная система приводит к истеканию топлива из топливной системы. Особенная опасность может возникнуть в виде пожара в результате попадания топлива на горячие узлы и агрегаты или короткого замыкания. Не герметичность соединений выявляется внешним обзором или по характерному запаху бензина или дизельного топлива.

Неисправная система выпуска отработанных газов в виде отсутствия глушителя или его неисправность приводят к повышению уровня шума во время выхлопа отработанных газов в атмосферу, которая негативно влияет на участников дорожного движения и прежде всего на самого водителя транспортного средства.

Аварии на транспортных средствах.

Необходимость транспорта в наше время не вызывает ни одного сомнения. Транспортные средства имеют большое позитивное влияние на экономику страны, создают удобство и комфорт для людей. Развитие транспорта, повышения его роли в жизни людей сопровождается не только позитивным эффектом, но и негативными последствиями, в частности, высоким уровнем аварийности транспортных мероприятий и дорожно-транспортных пришествий (ДТП).

Любое транспортное средство - это источник повышенной опасности. Человек, который воспользовался услугами транспортного средства, находится в зоне повышенной опасности. Это предопределяется возможностью ДТП, катастрофами и авариями поездов, самолетов, морских и речных транспортных средств, травмами при посадке или выходе из транспортных средств, или во время их движения.

К опасным транспортным средствам относятся:

- Суда морские пассажирские.
- Суда морские грузопассажирские.
- Паромы морские железнодорожные и автомобильно-транспортные.
- Суда морские контейнеровозы, трайлеровозы, лихтеровозы.
- Суда речные пассажирские и грузопассажирские.
- Суда морские и речные прочие.
- Самолеты пассажирские магистральные.
- Самолеты транспортно-грузовые.
- Авиационная техника прочая.
- Поезда железнодорожные пассажирские.
- Поезда железнодорожные товарные.
- Поезда метрополитена.
- Мосты железнодорожные.
- Тоннели железнодорожные.
- Тоннели метрополитена.
- Эскалаторы метрополитена.

- Средства железнодорожные прочие.
- Автобусы.
- Троллейбусы.
- Мосты автодорожные.
- Опасные транспортные средства прочие.

Автомобильный транспорт.

В мире ежегодно в результате ДТП погибает 250 тысячи людей и приблизительно в 30 раз большее количество получает травмы.

Большое значение при авариях имеет психологический фактор, в частности эмоциональный стресс. Для пассажиров вовсе не подготовленных и неосведомленных об обстоятельствах возможных аварий, этот фактор играет негативную роль. Люди, которые подготовлены, знают о возможных аварийных ситуациях, а также о том, что делать при их возникновении, совершат меньше ошибок во время реальной аварийной ситуации, которая может спасти им жизнь. Поэтому необходимо, чтобы каждый пассажир, с целью повышения личной дорожно-транспортной безопасности, знал потенциально аварийные ситуации, характерные для того или другого вида транспортных средств, услугами которого он воспользовался, кроме того, был хорошо осведомлен со средствами индивидуальной и коллективной защиты, что находятся на транспортном средстве, и знал способы их использования.

Воздушный транспорт.

С момента возникновения авиации возникла проблема обеспечения безопасности авиаполётов. В отличие от других видов транспорта отказа двигателей в полетах практически всегда приводят к неминуемым катастрофическим последствиям. В среднем ежегодно в мире происходит около 60 авиационных катастроф, в 35 из каких гибнут все пассажиры и экипаж. Около двух тысяч человеческих жизней ежегодно забирают авиационные катастрофы, а на дорогах мира, ежегодно погибает свыше 250 тысяч человек. Следовательно, риск попасть под колеса машин в 10-15 раз более высокий от риска погибнуть в авиакатастрофе.

Анализ авиационных катастроф в мировом масштабе показывает, что общий шанс на спасение в авиакатастрофах при полетах на больших реактивных авиалайнерах значительно более высокий, сравнительно с небольшими самолетами.

Последствия при авиакатастрофах для пассажиров могут быть: от слабого невротического шока к тяжелым численным травмам. Это могут быть:

- повреждение тазовых органов;

- органов брюшной полости;
- грудной клетки;
- ранение головы, шеи;
- ожоги;
- переломы, особенно нижних конечностей;
- асфиксия, которая наступает в результате дыхания парами синильной кислоты, которая выделяется при горении пластиковых материалов корпуса самолета.

При катастрофах некоторых травм можно избежать, если придерживаться определенных рекомендаций. Эти рекомендации увеличивают шансы пассажиров на спасение в любой ситуации.

Железнодорожный транспорт.

Пассажиры железнодорожного транспорта также находятся в зоне повышенной опасности. Зонами повышенной опасности на железнодорожном транспорте являются:

- железнодорожные пути;
- переезды;
- посадочные платформы и вагоны, в которых пассажиры осуществляют переезды.

Постоянную опасность представляет система электроснабжения, возможность аварий, столкновения, получения травм во время посадки или высадки. Кроме этого по железнодорожному пути перевозятся опасные грузы: от топлива и нефтепродуктов до радиоактивных отход и взрывчатых веществ.

Наибольшую опасность для пассажиров представляют пожары в вагонах. Обусловливается это тем, что в вагонах (замкнутом пространстве) всегда находится большое количество людей. Температура в ячейке пожара очень быстро повышается с образованием токсичных продуктов горения. Особенно опасными являются пожары в ночное время на больших отрезках пути, когда пассажиры спят.

Соблюдение правил безопасности как пассажирами и машинистами, так и пешеходами значительно уменьшает риск попадания в чрезвычайные ситуации, а именно:

- при движении вдоль железнодорожного пути не позволяется подходить ближе, чем на 5м к крайнему рельсу;
- на электрифицированных участках железнодорожного пути не подниматься на опоры, а также не касаться спуска, который отходит от опоры к рельсам, а также проводам, которые лежат на земле;

- железнодорожные пути можно переходить только в установленных местах (по пешеходным мостикам, переходам и т.д.); перед переходом железнодорожного пути необходимо удостовериться в отсутствии поезда или локомотива и только после этого осуществлять переход;
- подходя к переезду, внимательно проследите за световой и звуковой сигнализацией и положением шлагбаума; переходить пути можно только при открытом шлагбауме, а при его отсутствии - когда не видно поезда;
- запрещается бежать по платформе вокзала вдоль поезда, что прибывает или отходит;
- во время прохождения поезда без остановки не стоять ближе двух метров от края платформы;
- подходить к вагону позволяется только после полной остановки поезда;
- посадку в вагон и выход из него осуществлять только со стороны платформы и быть при этом осторожным, чтобы не оступиться и не попасть в зазор между посадочной площадкой вагона и платформой;
- на ходу поезда не открывайте внешние двери тамбуров, не стойте на подножках и переходных площадках, а также не высовывайтесь из окон вагонов; при остановках поезда на отрезках пути не выходите из вагонов;
- запрещается использовать в вагонах открытый огонь и пользоваться бытовыми приборами, которые работают от вагонной электросети (чайники, утюги и все такое); перевозить в вагонах легковоспламеняющиеся и взрывоопасные материалы;
- при экстренной эвакуации из вагона сохраняйте спокойствие, с собой берите только то, что необходимо, большие вещи оставляйте в вагоне, потому что это ухудшит скорость эвакуации, оказывайте помощь в эвакуации пассажирам с детьми, пожилым людям, инвалидам и другим;
- при выходе через боковые двери и аварийные выходы будьте осторожными, чтобы не попасть под встречный поезд.

Морской транспорт.

Как и все другие виды транспортных средств, мореходность связана с возможностью аварий и катастроф, риском для жизни человека.

Возможный риск для жизни человека на морских транспортных средствах значительно выше, чем на авиационных и железнодорожных видах, но ниже, чем на автомобильных.

В мировом морском транспорте ежегодно испытывают аварии свыше 8000 кораблей, из них погибает свыше 200 единиц. Непосредственную опасность для жизни во время аварии испытывают свыше 6000 людей, из которых около 2000 погибает. Самая тяжелая в истории мореходности катастрофа пассажирского судна "Дона Пас" в районе Филиппин забрала 3132 жизни. Того же года в катастрофе английского пассажирского парома "Геральд офф фри ентер-прайз" погибло 1193 человека. При расследовании последней катастрофы оказалось, что непосредственной причиной стала коллективная ошибка капитана и команды. Человеческие ошибки привели к гибели технически исправных кораблей "Михаил Ломоносов" и "Адмирал Нахимов" при спокойном море и ясной погоде.

Основные причины гибели кораблей:

* посадка на рифы
* столкновение
* переворачивание
* пожары
* нарушение норм эксплуатации и правил безопасности
* ошибочные функциональные действия команды и другое.

В процессе развития аварии, при возникновении угрозы, гибели корабля, появляется необходимость принять меры для быстрой эвакуации пассажиров. Операция по эвакуации уже сама по себе связана с риском для жизни людей, особенно в условиях штормовой погоды. Наибольшая опасность возникает тогда, когда отказывают устройства. Невозможность оставить в таких случаях корабль приводит к тому, что пассажиры теряют шансы на спасение и попадают в чрезвычайно сложную ситуацию. Риск для жизни пассажиров возникает при спуске на воду спасательных средств, а именно:

- при переворачивании шлюпки;
- сильных ударах о борт корабля и все такое.

Потеря шансов на спасение может возникать в следствии неправильного использования спасательных жилетов или когда люди прыгают из высоты 6-15м с борта корабля, который тонет.

При длительном пребывании в воде причинами смерти могут стать гипотермия (переохлаждение организма) и истощение. Гипотермия представляет главную опасность и для тех пассажиров, которые спасаются в шлюпках или на плотах.

Чтобы замедлить переохлаждение организма и увеличить шансы на выживание при низких температурах воды, необходимо держать голову как можно выше над водой потому, что сверх 50% всех теплопотерь организму приходится на голову. Держать себя на поверхности воды надо так, чтобы минимально тратить физические усилия.

Находясь на спасательном плоте, шлюпке или в воде, человек должен пытаться преодолеть панику, растерянность, верить в то, что ее спасут. Такое поведение в экстремальных ситуациях увеличивает шансы человека на выживание.

Трубопроводный транспорт.

Аварийность на трубопроводах с каждым годом возрастает, и в XXI век эти системы жизнеобеспечения вошли изношенными на 50–70%. Утечки из трубопроводов приносят огромный экономический и экологический ущерб.

Аварийные ситуации на внутрипромысловых трубопроводах остаются пока одной из основных причин загрязнения подземных и поверхностных вод и значительных площадей земель на эксплуатируемых месторождениях.

При общей динамики аварийности, по оценкам экспертов, причинами разрыва трубопроводов являются:

– 60% случаев – гидроудары, перепады давления и вибрации;

– 25% – коррозионные процессы;

– 15% – природные явления и форс-мажорные обстоятельства.

В течение всего срока эксплуатации трубопроводы испытывают динамические нагрузки (пульсации давления и связанные с ними вибрации, гидроудары и т.д.). Они возникают при работе нагнетательных установок, срабатывании запорной трубопроводной арматуры, ошибочных действиях обслуживающего персонала, аварийных отключениях электропитания, ложных срабатываниях технологических защит и т.п.

Основными причинами аварий на трубопроводах являются:

- подземная коррозия металла (21%),
- дефект труб и оборудования (14%),
- механические повреждения, в том числе от сторонних организаций и вмешательства посторонних лиц в работу трубопровода (19%).

Особенно актуальной является проблема аварийных разливов при порывах на магистральных нефте- и нефтепродуктопроводах, которые нередко приводят к загрязнению огромных площадей.

Основной причиной аварийности на трубопроводном транспорте является высокий процент изношенности труб, невыполнение нормативных объемов планово-предупредительных ремонтов.

Аварии на трубопроводе происходят не только по техническим причинам: существует и ряд других, основной из которых является так называемый человеческий фактор. Огромное число катастроф происходит в результате халатности, как работников, так и руководства.

Основными причинами аварий могут стать: механические повреждения газопроводов при проведении ремонтно-профилактических работ, коррозионное повреждение наружных газопроводов.

Негативное влияние трубопроводного транспорта на окружающую природную среду достаточно велико и многообразно. Наиболее существенный ущерб окружающей среде причиняется авариями на продуктопроводах. Особую опасность загрязнения окружающей природной среды представляют места пересечения трубопроводов с водными объектами.

При прокладке и реконструкции трубопроводов изменяются инженерно-геологические условия, усиливаются термокарстовые процессы, образуются просадки и провалы, активизируются процессы заболачивания. В результате уничтожения естественных мест обитания и нарушения путей миграций уменьшаются численность и видовой состав животного мира.

6. Опасные грузы

Опасные грузы разнообразны по своим физико-химическим и поражающим свойствам. Поэтому для каждого такого груза разрабатываются особые условия перевозки, применяются специфические профилактические мероприятия, учитывающие конкретные особенности перевозимого вещества. Вместе с тем имеется большой круг общих проблем транспортирования всех опасных грузов. Среди них наибольшее внимание привлекают вопросы классификации и общих подходов к регламентации перевозок химических, радиоактивных, инфекционных и других опасных грузов.

Накопление конкретных знаний об аварийных ситуациях, мерах их предупреждения и ликвидации позволило классифицировать сами виды опасности, а также грузы по видам опасности на основании их

физико-химических свойств. При несоблюдении требований правил перевозок грузы могут представлять разные виды опасности: пожаро- и взрывоопасность, токсичность, радиационную и инфекционную опасность, коррозионность.

При рассмотрении понятия «опасный груз» имеется в виду опасность для подвижного состава, строений, сооружений, машин, механизмов (возможность взрывов и пожаров, коррозионность); работающих, пассажиров и населения (практически все виды опасности, кроме коррозионности); окружающей природной среды (заражение вредными веществами и инфицированными материалами питьевых вод, воздуха, почвы, опасность облучения растительного и животного мира).

Опасные грузы - вещества, материалы и изделия, обладающие свойствами, проявление которых при перевозке может послужить причиной взрыва и (или) пожара, привести к гибели, заболеванию, травмированию, отравлению, облучению или ожогам людей и (или) животных, а также вызвать повреждение сооружений, транспортных средств, иных объектов перевозки и (или) нанести вред окружающей среде.

Перевозка опасных грузов - совокупность организационных и технологических операций по перемещению опасных грузов железнодорожным, автомобильным, водным, воздушным и другими видами транспорта или комбинацией этих видов транспорта, выполняемых на договорной основе и других законных основаниях.

Опасные грузы в соответствии с ГОСТ 19433-88 «Грузы опасные. Классификация и маркировка» разделяются на следующие классы:

- класс 1 — взрывчатые материалы (ВМ);
- класс 2 — газы сжатые, сжиженные и растворённые под давлением;
- класс 3 — легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ);
- класс 4 — легковоспламеняющиеся твердые вещества (ЛВТ); самовозгорающиеся вещества (СВ);

вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой;

- класс 5 — окисляющие вещества (ОК) и органические пероксиды (ОП);
- класс 6 — ядовитые вещества (ЯВ) и инфекционные вещества (ИВ);
- класс 7 — радиоактивные материалы (РМ);
- класс 8 — едкие и (или) коррозионные вещества (ЕК);

- класс 9 — прочие опасные вещества.

Класс 1 - взрывчатые материалы, которые по своим свойствам могут взрываться, вызывать пожар с взрывчатым действием, а также устройства, содержащие взрывчатые вещества и средства взрывания, предназначенные для производства пиротехнического эффекта:

- *подкласс 1.1* - взрывчатые и пиротехнические вещества и изделия с опасностью взрыва массой, когда взрыв мгновенно охватывает весь груз;
- *подкласс 1.2* - взрывчатые и пиротехнические вещества и изделия, не взрывающиеся массой;
- *подкласс 1.3* - взрывчатые и пиротехнические вещества и изделия, обладающие опасностью загорания с незначительным взрывчатым действием или без него;
- *подкласс 1.4* - взрывчатые и пиротехнические вещества и изделия, представляющие незначительную опасность взрыва во время транспортировки только в случае воспламенения или инициирования, не дающие разрушения устройств и упаковок;
- *подкласс 1.5* - взрывчатые вещества с опасностью взрыва массой, которые настолько нечувствительны, что при транспортировании инициирование или переход от горения к детонации маловероятны;
- *подкласс 1.6* - изделия, содержащие исключительно нечувствительные к детонации вещества, не взрывающиеся массой и характеризующиеся низкой вероятностью случайного инициирования;

Примечание: взрывчатые смеси газов, паров и пыли не рассматриваются как взрывчатые вещества.

Класс 2 - газы сжатые, сжиженные охлаждением и растворенные под давлением, отвечающие хотя бы одному из следующих условий:

- абсолютное давление паров при температуре 50°С равно или выше 3 кгс/см2 (300 КПа);
- критическая температура ниже 50°С.

По физическому состоянию газы делятся на:

- сжатые, критическая температура которых ниже -10°С;
- сжиженные, критическая температура которых равна или выше -10°С, но не ниже 70°С;
- сжиженные, критическая температура которых равна или выше 70°С;
- растворенные под давлением;

- сжиженные переохлаждением;
- аэрозоли и сжатые газы, попадающие под действие специальных предписаний.

Подклассы:

- *подкласс 2.1* - невоспламеняющиеся газы;
- *подкласс 2.2* - невоспламеняющиеся ядовитые газы;
- *подкласс 2.3* - легковоспламеняющиеся газы;
- *подкласс 2.4* - легковоспламеняющиеся ядовитые газы;
- *подкласс 2.5* - химически неустойчивые;
- *подкласс 2.6* - химически неустойчивые ядовитые.

Класс 3 - легковоспламеняющиеся жидкости, смеси жидкостей, а также жидкости, содержащие твердые вещества в растворе или суспензии, которые выделяют легковоспламеняющиеся пары, имеющие температуру вспышки в закрытом тигле 61°С и ниже:

- *подкласс 3.1* - легковоспламеняющиеся жидкости с низкой температурой вспышки и жидкости, имеющие температуру вспышки в закрытом тигле ниже минус 18 град.С или имеющие температуру вспышки в сочетании с другими опасными свойствами, кроме легковоспламеняемости;
- *подкласс 3.2* - легковоспламеняющиеся жидкости со средней температурой вспышки - жидкости с температурой вспышки в закрытом тигле от минус 18 до плюс 23°С;
- *подкласс 3.3* - легковоспламеняющиеся жидкости с высокой температурой вспышки - жидкости с температурой вспышки от 23 до 61°С включительно в закрытом тигле.

Класс 4 - легковоспламеняющиеся вещества и материалы (кроме классифицированных как взрывчатые), способные во время перевозки легко загораться от внешних источников воспламенения, в результате трения, поглощения влаги, самопроизвольных химических превращений, а также при нагревании:

- *подкласс 4.1* - легковоспламеняющиеся твердые вещества, способные легко воспламеняться от кратковременного воздействия внешних источников воспламенения (искры, пламени или трения) и активно гореть;
- *подкласс 4.2* - самовоспламеняющиеся вещества, которые в обычных условиях транспортирования могут самопроизвольно нагреваться и воспламеняться;
- *подкласс 4.3* - вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой.

Класс 5 - окисляющие вещества и органические пероксиды, которые способны легко выделять кислород, поддерживать горение, а также могут, в соответствующих условиях или в смеси с другими веществами, вызвать самовоспламенение и взрыв:

- *подкласс 5.1* - окисляющие вещества, которые сами по себе не горючи, но способствуют легкой воспламеняемости других веществ и выделяют кислород при горении, тем самым увеличивая интенсивность огня;
- *подкласс 5.2* - органические пероксиды, которые в большинстве случаев горючи, могут действовать как окисляющие вещества и опасно взаимодействовать с другими веществами. Многие из них легко загораются и чувствительны к удару и трению.

Класс 6 - ядовитые и инфекционные вещества, способные вызывать смерть, отравление или заболевание при попадании внутрь организма или при соприкосновении с кожей и слизистой оболочкой:

- *подкласс 6.1* - ядовитые (токсичные) вещества, способные вызвать отравление при вдыхании (паров, пыли), попадании внутрь или контакте с кожей;
- *подкласс 6.2* - вещества и материалы, содержащие болезнетворные микроорганизмы, опасные для людей и животных.

Класс 7 - радиоактивные вещества с удельной активностью более 70 кБк/кг (нКи/г).

Класс 8 - едкие и коррозионные вещества, которые вызывают повреждение кожи, поражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей, коррозию металлов и повреждения транспортных средств, сооружений или грузов, а также могут вызывать пожар при взаимодействии с органическими материалами или некоторыми химическими веществами:

- *подкласс 8.1* - кислоты;
- *подкласс 8.2* - щелочи;
- *подкласс 8.3* - разные едкие и коррозионные вещества.

Класс 9 - вещества с относительно низкой опасностью при транспортировании, не отнесенные ни к одному из предыдущих классов, но требующих применения к ним определенных правил перевозки и хранения:

- *подкласс 9.1* - твердые и жидкие горючие вещества и материалы, которые по своим свойствам не относятся к 3 и 4-му классам, но при определенных условиях могут быть

опасными в пожарном отношении (горючие жидкости с температурой вспышки от +61°С до +100°С в закрытом сосуде, волокна и другие аналогичные материалы);

- *подкласс 9.2* - вещества, становящиеся едкими и коррозионными при определенных условиях.

Классификационные коды опасных грузов.

Для указания на опасные свойства опасных грузов, а также их физические и химические свойства или принадлежность к определенной группе веществ, применяются классификационные коды, которые сами по себе раскрывают свойства опасного груза.

Классификационный код состоит из буквы (букв), которая обозначает(-ют) группу опасных свойств и может быть дополнена цифрой, характеризующей физические или химические свойства груза или его принадлежность к определенной группе химических веществ.

Для опасных веществ или изделий 1-го класса классификационный код состоит из номера подкласса и буквы группы совместимости.

Для опасных веществ или изделий 2-го класса классификационный код состоит из цифры, указывающей на агрегатное состояние, вид вещества или изделия и буквы (букв), обозначающей(-их) группу опасных свойств.

Радиоактивным материалам 7-го класса классификационные коды не назначены.

Примеры классификационных кодов для:

- опасных – грузов класса 1: 1.1A, 1.2B, 1.3C, 1.4S;
- опасных – грузов класса 2: 1A, 2TC, 3O, 5F, 1TO;
- опасных – грузов других классов: D, F1, FO, ST3, OTC.

Значения букв, используемых в классификационных кодах и обозначающих группу опасных свойств, приведены в табл. 7.

Таблица 7.

Значения букв, используемых в классификационных кодах.	
A	Удушающие газы
C	Коррозионные вещества
D	Десенсибилизированные взрывчатые вещества
F	Легковоспламеняющиеся вещества
I	Инфекционные вещества
M	Прочие опасные вещества
O	Окисляющие вещества
P	Органические пероксиды

S	Вещества, способные к самовозгоранию
SR	Самореактивные вещества
T	Токсичные вещества
W	Вещества, выделяющие легковоспламеняющиеся газы при соприкосновении с водой

Идентификация опасных грузов.

Опасные грузы определяются надлежащими отгрузочными наименованиями и номерами по списку ООН (номерами ООН). Такие наименования и номера присвоены определенным опасным веществам и изделиям согласно системе классификации ООН.

Так как многие требования применяются отдельно к каждой позиции перечня опасных грузов, перед началом перевозки опасный груз необходимо идентифицировать.

В результате идентификации опасного груза (опасных отходов) определяются такие элементы информации:

- Номер ООН опасного груза;
- Надлежащее отгрузочное наименование опасного груза;
- Класс, виды дополнительной опасности опасного груза;
- Группу упаковки опасного груза (не для всех опасных грузов);
- Номера образцов знаков опасности;
- Классификационный код (не для всех опасных грузов);

После определения всех вышеуказанных элементов информации можно приступать к определению требований к перевозке опасного груза.

Идентификация опасного груза по номеру ООН.

Номер ООН – «*Номер Организации Объединенных Наций»* означает четырехзначный идентификационный номер вещества или изделия, взятый из Типовых правил ООН.

Если номер ООН в Перечне опасных грузов отсутствует, то идентификация груза проведена неверно.

Для опасных грузов, не указанных конкретно по наименованию в перечне опасных грузов, номер ООН определяется после определения класса, вида дополнительной опасности (при наличии такового) и группы упаковки (при необходимости).

Однако не всегда одного номера ООН достаточно для идентификации опасного груза.

Например:

- для идентификации аэрозолей (номер ООН 1950) дополнительно необходимо знать классификационный код или номера образцов знаков опасности;
- для идентификации краски (номер ООН 1263) дополнительно необходимо знать группу упаковки.

Идентификация опасного груза по наименованию.

Если номер ООН опасного груза неизвестен, то можно попробовать идентифицировать опасный груз по наименованию.

Идентификация опасных грузов по наименованию осуществляется по таблице В: Алфавитный указатель веществ и изделий ДОПОГ.

При идентификации опасного груза по наименованию нужно учитывать, что химические вещества зачастую имеют несколько названий:

- основное (техническое или биологическое) название;
- синонимы;
- коммерческое наименование.

Например:

Углерода диоксид (номер ООН 1013 и 2187) имеет синонимы: углекислый газ, углекислота, двуокись углерода и т.д.

Для устранения проблем, связанных с использованием различными субъектами перевозки опасных грузов и соответствующими компетентными органами различных наименований одного и того же опасного груза, при перевозке опасных грузов используется надлежащее отгрузочное наименование (транспортное наименование).

Учет группы упаковки опасного груза при идентификации.

Нередко для различных опасных грузов, отнесенных к одному номеру ООН и имеющих одинаковое наименование, могут применяться различные требования к автоперевозке. Это связано с тем, что такие опасные грузы могут характеризоваться разной степенью опасностью при автоперевозке. Так, масляные, нитро-, полистирольные краски относятся № ООН 1263 КРАСКА. Однако требования к перевозке для масляных красок и нитрокрасок будут различными.

Если перевозимый опасный груз может быть отнесен к номеру ООН, для которого в перечне опасных грузов предусмотрено несколько позиций с одинаковым наименованием, то при идентификации опасного груза следует учитывать степень опасности груза (группу упаковки).

Учет классификационного кода и/или номеров образцов знаков опасности при идентификации опасного груза.

На практике встречаются случаи, когда при определении условий перевозки опасного груза следует учитывать номера образцов знаков опасности.

Так, все аэрозоли относятся к № ООН 1950 АЭРОЗОЛИ и в зависимости от их опасных свойств разделяются на 12 групп. Для каждой из 12 групп установлены требования к автоперевозке. В данном случае при определении требований к перевозке данного опасного груза следует учитывать номера образцов знаков опасности или классификационный код.

Классификационный код в обязательном порядке следует учитывать при идентификации таких опасных грузов:

- взрывчатых веществ и изделий 1-го класса;
- изделий, содержащих газы;
- химических веществ, которые могут перевозиться как в твердом, так и жидком состоянии.

Требования к транспорту.

Также и автомобили, которыми проводится транспортировка, должны в обязательном порядке соответствовать целому ряду требований. В частности, это касается обязательного наличия хотя бы одного противооткатного упора, который будет соответствовать габаритам и массе транспортного средства. Также автомобиль должен иметь как минимум два предупреждающих знака с подсветкой и независимой опорой, а помимо этого, у экипажа должна быть специальная форма яркого цвета и карманные фонари.

Особые требования предъявляются к тому, в каком техническом состоянии должен находиться автомобиль. В частности, у него должна быть износоустойчивая тормозная система с аварийным аналогом, а если речь идет о транспортном средстве с массой более 16 тонн, то здесь уже обязательно предусматривается использование антиблокировочной системы тормозов. Немаловажной является также защита всех присутствующих электрических цепей специальными ограничителями, предохранителями и выключателями, а помимо этого, особенное внимание уделяется оборудованию ТС специальным приспособлением, позволяющим прямо из кабины водителя отключать аккумуляторную батарею.

Автопоезд, который перевозит опасные грузы, в свою очередь, может включать в себя только один прицеп. Если же транспортировка опасных грузов осуществляется цистернами, то в таком случае транспортное средство в обязательном порядке должно оборудоваться

специализированным бампером, обеспечивающим предохранение от удара. Минимально допустимое расстояние от крайней точки цистерны для закрепления бампера на автопоезд составляет 10 см.

Все эти правила обязательно нужно учитывать в процессе транспортировки, так как в противном случае можно понести административную или более серьезную ответственность.

7. Опасные технические сооружения

Технические сооружения (промышленное, производственное, инженерное) - сооружения, выполняющие определённые функции в производственном процессе либо предназначенные для восприятия нагрузок от технологического оборудования, сырья, коммуникаций и пр.

Важнейшим отличием *промышленного сооружения от промышленного здания* является отсутствие участия человека в производственном процессе, для которого предназначено техническое сооружение. **Условно их подразделяют на следующие основные группы:**

1. <u>Сооружения коммуникационного назначения</u> (тоннели, каналы и трубопроводы для прокладки технологических коммуникаций, сетей энергоснабжения, перемещения сырья и материалов, опоры линий электропередачи, освещения и связи; дымовые трубы и др.)

Туннель - горизонтальное или наклонное подземное сооружение, служащее для транспортных целей, перемещения воды, прокладки подземных коммуникаций.

Опоры линий электропередачи **-** конструкции для подвески проводов и грозозащитных тросов воздушных линий электропередачи.

Дымовая труба **-** вертикальная труба для удаления в атмосферу газообразных продуктов сгорания топлива из котельных агрегатов или промышленных и отопительных печей.

2. <u>Сооружения транспорта</u> (Путепроводы, разгрузочные и крановые эстакады, транспортерные и конвейерные галереи);

Путепровод мост, сооружаемый на пересечении двух или более транспортных магистралей для обеспечения беспрепятственного движения в разных уровнях.

Эстакада **-** надземное (надводное) сооружение мостового типа для пропуска транспортных средств, пешеходов, прокладки инженерных коммуникаций, обеспечения погрузочно-разгрузочных

работ и т. д. Э. состоит из ряда опор и пролетных строений, обычно имеет значительное число пролетов однотипной конструкции.

3. <u>Ёмкости для газообразных и жидких продуктов и сыпучих материалов, сооружения систем водо- и газоснабжения, вентиляции и канализации</u> (бункеры, газгольдеры, нефтехранилища, силосы, водонапорные башни и резервуары, бассейны брызгальные, градирни, отстойники, водозаборные и очистные сооружения и т.п.);

Бункер **-** саморазгружающееся стальное или железобетонное, редко деревянное, вместилище (резервуар) для бестарного хранения сыпучих и кусковых материалов (зерно, песок, цемент, кокс, уголь, руда и др.). Для самотёчной разгрузки нижнюю часть выполняют с наклонными стенками (например, в виде перевёрнутых усечённых конуса или пирамиды). В нижней части находятся затворы и питатели для регулирования выпуска материала. Современные бункеры -- высокоавтоматизированный агрегат с централизованным управлением загрузкой и выгрузкой, контролем заполнения и опорожнения и слежением за уровнем хранимого материала с программным управлением

Газгольдер **-** стационарное стальное сооружение для приёма, хранения и выдачи газов в распределительные газопроводы или установки по их переработке и применению. сооружение постройка вентиляция канализация

Нефтехранилище **-** искусственный резервуар для хранения нефти или продуктов её переработки. По расположению различают Н. наземные, полуподземные и подземные;

Водонапорные башни и резервуары **-** сооружения в системе водоснабжения для регулирования напора и расхода воды в водопроводной сети, создания её запаса и выравнивания графика работы насосных станций. Водонапорная башня состоит из бака (резервуара) для воды, обычно цилиндрической формы, и опорной конструкции (ствола).

Брызгальный бассейн - гидротехническое сооружение для испарительного охлаждения воды, включающее водораспределительные трубопроводы с разбрызгивающими устройствами (соплами), расположенными над поверхностью воды в водосборном бассейне.

Градирня **-** устройство для охлаждения воды атмосферным воздухом. Применяются главным образом в системах оборотного (циркуляционного) водоснабжения промышленных предприятий для понижения температуры воды, отводящей тепло от теплообменных аппаратов, компрессоров и т.п. Охлаждение происходит в основном за

счёт испарения части воды, стекающей по оросителю в виде плёнок или капель под действием силы тяжести.

Отстойники - резервуары или бассейны для выделения из жидкости взвешенных примесей осаждением их под действием силы тяжести при пониженной скорости потока. Отстойники применяются для очистки воды в системах гидроузлов и ирригационных сооружений, водоснабжения, канализации.

Очистные сооружения - комплекс инженерных сооружений в системе канализации населённого места или промышленного предприятия, предназначенный для очистки сточных вод от содержащихся в них загрязнений.

4. <u>Сооружения (устройства) для опирания и размещения технологического оборудования</u> (фундаменты под оборудование и машины, постаменты для установки технологической аппаратуры, опускные колодцы, этажерки и др.).

Опускной колодец - полая цилиндрическая оболочка (чаще круговая в плане), погружаемая в грунт. Опускные колодцы применяются главным образом для устройства глубоких опор, передающих давление на нижние, более прочные слои грунта, и строительства заглубленных в грунт помещений.

Этажерка - инженерное сооружение на промышленном предприятии, предназначенное для размещения и обслуживания технологического оборудования. Наибольшее распространение Этажерки получили на предприятиях химической, нефтеперерабатывающей и пищевой промышленности. Они могут располагаться снаружи промышленных зданий или внутри них (например, в производственных, зданиях павильонного типа).

Промышленные сооружения наиболее характерны для химической, металлургической и горнорудной промышленности. В связи с усиливающейся тенденцией к размещению технологического оборудования вне производственных зданий -- на открытых площадках -- и повышением степени насыщенности промышленных предприятий оборудованием объём применения промышленных сооружений. непрерывно возрастает. Большая их часть выполняется с преимущественным использованием железобетонных и стальных конструкций и изделий (опоры, эстакады, дымовые трубы, силосы, резервуары и т.п.)

Также к опасным техническим сооружениям относятся:

- Плотины гидроэлектростанций.
- Плотины искусственных водохранилищ.
- Водозащитные дамбы.

- Селезащитные сооружения.
- Лавинозащитные сооружения.
- Системы централизованного водоснабжения и системы централизованного газоснабжения.
- Системы централизованного теплоснабжения.
- Системы централизованного электроснабжения.
- Системы канализации.
- Стадионы, ледовые дворцы, плавательные комплексы и другие крупные спортивные сооружения.
- Зрительные и танцевальные залы, цирки и другие зрелищные и увеселительные сооружения с массовым пребыванием людей.
- Крупные многоэтажные торговые центры.

Повышение эффективности строительства технических сооружений достигается на основе применения конструкций заводского изготовления, типизации и унификации технических сооружений в целом и их отдельных конструктивных элементов. Для многих сооружений разработаны типовые проекты, обеспечивающие внедрение прогрессивных технических решений и наиболее полное использование производственной базы строительной индустрии.

8. Установление степени опасности объектов. Эффективность мероприятий физической защиты и охраны потенциально опасных объектов

Идентификация, т.е. установление степени опасности объектов включает:

*первичное (начальное) определение степени опасности объекта экономики, основанное на анализе возможных видов ущерба, наносимого человеку и окружающей среде;

*выделение приоритетных для последующего анализа объектов.

При проведении идентификации учитывается две категории опасностей:

*опасности, возникающие в процессе нормальной эксплуатации объекта;

*опасности аварийной природы, в т.ч. нештатные ситуации, при которых имеет место значительное повышение уровня риска.

Процедура начального определения степени опасности объекта реализуется с помощью составляемой таблицы, характеризующей возможный ущерб от функционирования объекта, а также информации

о количестве вредных веществ и материалов, которые производятся, перерабатываются, хранятся на объекте или транспортируются.

Опасность объекта оценивается по трем категориям:

1) количеству утверждений "Да" и "Возможно" относящимся к тем или иным видам возможного техногенного воздействия (индексам опасности);

2) количеству производимых, перерабатываемых, транспортируемых или хранимых вредных материалов и веществ;

3) безопасному радиусу, характеризующему зону безопасности.

В качестве критериальных (пороговых) значений количеств вредных веществ, при повышении которых объект считается потенциально-опасным, могут быть приняты данные из Директивы Европейского экономического сообщества (ЕЭС) по основным опасным веществам. Эти данные, а также размеры безопасных зон для объектов с опасными веществами даны в 3 томе "Руководства по анализу и управлению риском в промышленном регионе", Москва, ГКЧС РФ год.

Если количество вредных веществ равно или больше указанного, то применяется утверждение "да".

Если количество веществ менее табличного, проводится дополнительный анализ опасности объекта по рассматриваемому признаку с целью установления возможности принятия утверждения "возможно".

При этом используется упрощенная оценка опасности объектов, основанная на данных по пороговым количествам трех классов веществ: горючих, взрывчатых и высокотоксичных.

Считается, что опасность объекта следует оценить меткой "возможно" если количество веществ на ОПХ превышает:

a) горючих -10 кг.

b) взрывчатых - 1 кг.

c) для высокотоксичных веществ (ОВ и СДЯВ) дополнительная оценка порогового количества может быть произведена с помощью такой токсической характеристики вещества, как концентрация, при которой наблюдается поражения у 50 % реципиентов (ЛК 50).

Данные по пороговым количествам данного класса веществ, при которых возможно формирование облака зараженного воздуха ЛК 50, приведены в Руководстве. При наличии на объекте высокотоксичных веществ в количествах, равных или превышающих эти данные, для объекта принимается метка "возможно".

При оценке опасности транспортных объектов меткой "Да" обозначаются все транспортные средства, перевозящие или

передающие материалы специфических категорий: канцерогенные, мутагенные, тератогенные.

Оценка опасности объектов по критерию "Зона безопасности" производится с учетом их местоположения, характера окружающей среды, близости населенных пунктов и т.д.

По всем рассмотренным выше признакам, ОНХ получают соответствующие метки (да, возможно нет). При наличии меток "да" или "возможно" по одному из признаков объект считается, в принципе, опасным и его необходимо принимать во внимание при проведении анализа. При большом количестве опасных объектов возникает необходимость выделения наиболее опасных из них.

Для него выполняются следующие расчеты и оценки:

- вычисляется и анализируется дополнительный критерий (потенциальный индекс опасности смертельных поражений людей в ближайшем от объекта населенном пункте при аварийных ситуациях - ПИО);

- оценивается максимальное количество людей, подвергающихся поражающему воздействию, масштабы возможных разрушений и ухудшение качества окружающей среды при наиболее тяжелом варианте аварии;

- для условий нормальной регламентной работы объекта производится сравнительная оценка концентраций вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу и сбрасываемых в другие среды, с предельно допустимыми уровнями загрязнений.

Эффективность мероприятий физической защиты и охраны потенциально опасных объектов определяется:

- наличием и состоянием технических систем контроля, предупреждения и защиты от аварийных ситуаций;
- видом охраны (войсковая, вневедомственная, ведомственная);
- наличием и состоянием инженерно-технических средств охраны;
- эшелонированием всех видов охраны и технических средств обеспечения безопасности.

Наиболее общим критерием, характеризующим эффективность мероприятий физической защиты и охраны потенциально опасных объектов от угроз террористического характера, является вероятность не проникновения террористов на данный объект. Определение количественных показателей данного критерия требует использования типовых моделей воздействия, моделей охраны, обороны и функционирования, как самого объекта, так и его технических систем контроля, предупреждения и защиты от аварийных ситуаций.

В большинстве случаев эта задача трудноразрешима, поэтому в качестве критерия предлагается использовать показатель степени оборудования объекта средствами физической защиты и охраны. При этом используются три категории состояния оборудования объекта указанными средствами:

1 - оборудование объекта соответствует предъявляемым требованиям менее чем на 50%;

2 - оборудование объекта соответствует предъявляемым требованиям на 50% и более, но менее чем на 80%;

3 - оборудование объекта соответствует предъявляемым требованиям на 80% и более.

При определении предъявляемых требований необходимо учитывать:

- рациональное размещение объектов, их зданий и сооружений;
- обеспечение надежной защиты персонала объекта;
- повышение надежности инженерно-технического комплекса объекта;
- исключение или ограничение поражения вторичными факторами;
- обеспечение надежности и оперативности управления производством;
- организацию надежных производственных связей и повышение надежности системы электроснабжения;
- подготовку объекта к переводу на аварийный режим работы;
- подготовку к восстановлению нарушенного производства.

Порядок проведения анализа уязвимости систем физической защиты и охраны потенциально опасного объекта и требования к ним должен определяться в соответствии с «Методическими рекомендациями по оценке достаточности мероприятий по физической защите и охране предприятий и организаций от существующих и прогнозируемых диверсионных и террористических угроз внутреннего и внешнего характера» утвержденными приказом Минпромнауки России от 29 мая 2002 г. № 145 На объектах Минобороны России требования к физическим средствам защиты и охраны определяются в соответствии с директивой Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации 1998 г. №448/12/1789 «Руководство по оснащению объектов Министерства обороны Российской Федерации техническими средствами охраны и их эксплуатации». Разработан и находится в стадии согласования с заинтересованными органами военного управления проект «Единого порядка проведения анализа уязвимости ядерно-опасных объектов Минобороны России и оценки

эффективности действующих и проектируемых средств физической защиты этих объектов».

На объектах Федерального агентства по атомной энергии требования к физическим средствам защиты и охраны определяются в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 07.03.97 № 264 «Правила физической защиты ядерных материалов, ядерных установок и пунктов хранения ядерных материалов» и Положением об общих требованиях к системам физической защиты ядерно-опасных объектов Минатома России.

1. Типовой паспорт безопасности опасного объекта разработан в соответствии с решением совместного заседания Совета Безопасности Российской Федерации и президиума Государственного совета Российской Федерации от 13 ноября 2003 г. «О мерах по обеспечению защищенности критически важных для национальной безопасности объектов инфраструктуры и населения страны от угроз техногенного, природного характера и террористических проявлений» (протокол № 4, подпункт 5а).

2. Типовой паспорт безопасности опасного объекта устанавливает основные требования к структуре, составу и оформлению паспорта безопасности опасного объекта. Паспорт безопасности разрабатывается на объектах, использующих, производящих, перерабатывающих, хранящих или транспортирующих радиоактивные, пожаро-взрывоопасные, опасные химические и биологические вещества, гидротехнических сооружениях в случае возможности возникновения чрезвычайной ситуации.

3. Паспорт безопасности опасного объекта разрабатывается для решения следующих задач:

- определения показателей степени риска чрезвычайных ситуаций (далее -ЧС) для персонала опасного объекта и проживающего вблизи населения;
- определения возможности возникновения ЧС на опасном объекте;
- оценки возможных последствий ЧС на опасном объекте;
- оценки возможного воздействия ЧС, возникших на соседних опасных объектах;
- оценки состояния работ по предупреждению ЧС и готовности к ликвидации ЧС на опасном объекте;
- разработки мероприятий по снижению риска и смягчению последствий ЧС на опасном объекте.

4. Разработку паспорта безопасности опасного объекта организует руководство объекта.

5. Паспорт безопасности опасного объекта составляется по состоянию на начало января текущего года и дополняется или корректируется по мере необходимости, с внесением изменений во все экземпляры.

Переоформляется паспорт безопасности опасного объекта через 5 лет, а также при изменении сферы деятельности, реконструкции, модернизации технологических процессов объекта.

6. При заполнении форм паспорта безопасности опасного объекта разрешается включать дополнительную информацию с учетом особенностей объекта.

7. Паспорт безопасности опасного объекта разрабатывается в двух экземплярах.

Первый экземпляр паспорта безопасности опасного объекта остается на объекте. Второй экземпляр паспорта безопасности опасного объекта представляется в Главное управление МЧС России по субъекту Российской Федерации (по месту расположения объекта).

8. Паспорт безопасности опасного объекта включает в себя:

- титульный лист;
- разделы:
  - ✓ «Общая характеристика опасного объекта»;
  - ✓ «Показатели степени риска чрезвычайных ситуаций»;
  - ✓ «Характеристика аварийности и травматизма»;
  - ✓ «Характеристика организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность объекта и готовность к ликвидации чрезвычайных ситуаций»;
- последний лист, содержащий подписи разработчиков.

К паспорту безопасности опасного объекта прилагаются ситуационный план с нанесенными на него зонами последствий от возможных ЧС на объекте, диаграммы социального риска (F/N-диаграмма и F/G-диаграмма), расчетно-пояснительная записка.

9. В паспорте безопасности опасного объекта показатели степени риска приводятся только для наиболее опасного и наиболее вероятного сценария развития ЧС.

10. На ситуационный план объекта с прилегающей территорией наносятся зоны последствий от возможных ЧС и индивидуального (потенциального) риска:

- зона последствий возможных ЧС - зона действия поражающих факторов, возникающих при ЧС;
- индивидуальный риск - частота возникновения поражающих воздействий, определенного вида в определенной точке пространства;

- потенциальный (территориальный) риск - распределение частоты реализации поражающих факторов возможных ЧС на территории объекта и за его пределами в виде изолиний индивидуального риска.

Построение изолиний риска осуществляется от максимально возможных значений до $10*10^{-7}$ год $^{-1}$.

11. Расчеты по показателям степени риска объекта представляются в расчетно-пояснительной записке.

12. Расчетно-пояснительная записка является приложением к паспорту безопасности опасного объекта.

Разработка расчетно-пояснительной записки не требуется, если на объекте разработана декларация промышленной безопасности.

13. В расчетно-пояснительную записку включаются материалы, обосновывающие и подтверждающие показатели степени риска ЧС для персонала и проживающего вблизи населения, представленные в паспорте безопасности опасного объекта.

14. В расчетно-пояснительной записке приводятся расчеты по всем возможным сценариям развития ЧС.

15. При определении показателей степени риска учитывается возможность возникновения ЧС, если источником ЧС являются аварии или ЧС на рядом расположенных объектах или транспортных коммуникациях, а также опасные природные явления.

16. Расчетно-пояснительная записка должна иметь следующую структуру:

- титульный лист;
- список исполнителей с указанием должностей, научных званий, названием организации;
- аннотация;
- содержание (оглавление);
- задачи и цели оценки риска;
- описание опасного объекта и краткая характеристика его деятельности;
- методология оценки риска, исходные данные и ограничения для определения показателей степени риска ЧС;
- описание применяемых методов оценки риска и обоснование их применения;
- результаты оценки риска ЧС, включая ЧС, источниками которых могут явиться аварии или ЧС на рядом расположенных объектах, транспортных коммуникациях, опасные природные явления;
- анализ результатов оценки риска;

- выводы с показателями степени риска для наиболее опасного и наиболее вероятного сценария развития ЧС;
- рекомендации для разработки мероприятий по снижению риска на опасном объекте.

17. С учетом показателей степени риска и сравнительного анализа с установленными показателями приемлемого риска на опасном объекте разрабатываются мероприятия по предупреждению ЧС и снижению риска (при превышении установленных показателей приемлемого риска для данного типа объектов).

18. К проверке соответствия разработанных паспортов безопасности опасных объектов установленным требованиям, целесообразно привлекать специализированные организации, участвующие в установленном порядке в экспертизе деклараций промышленной безопасности в части предупреждения, локализации и ликвидации ЧС.

ЛЕКЦИЯ 3. «КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ И ИХ ПАРАМЕТРОВ». (2 часа)

Факторы поражения источников техногенных ЧС классифицируют по **генезису** и **механизму действия**.

Генезис - возникновение и последующее развитие факторов поражения.

Факторы поражения источников чрезвычайных техногенных ситуаций за генезисом подразделяют на факторы:

- **прямого** действия или *первичные*;
- **побочного** действия или *вторичные*.

Первичные факторы поражения непосредственно вызываются возникновением источника техногенной ЧС.

Вторичные факторы поражения вызываются изменениями объектов окружающей природной среды первичными факторами поражения.

Факторы поражения источников техногенных ЧС за механизмом действия подразделяются на факторы:

1) физического действия;
2) химического действия.

К факторам поражения физического действия относят:

- воздушную ударную волну;
- волну давления в грунте;
- сейсмическую взрывную волну;
- волну прорыва гидротехнических сооружений;
- обломки или осколки; -
экстремальный нагрев среды;
- тепловое излучение;
- ионизирующее излучение.

К факторам поражения химического действия относят токсическое действие опасных химических веществ.

Номенклатуру контролируемых и используемых для прогнозирования поражающих факторов источников техногенных ЧС, номенклатуру параметров этих поражающих факторов устанавливают в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8.

Наименование поражающего фактора источника техногенной ЧС	**Наименование параметра поражающего фактора источника техногенной ЧС**
Воздушная ударная	Избыточное давление во фронте

волна	ударной волны. Длительность фазы сжатия. Импульс фазы сжатия
Волна сжатия в грунте	Максимальное давление. Время действия. Время нарастания давления до максимального значения
Сейсмовзрывная волна	Скорость распространения волны. Максимальное значение массовой скорости грунта. Время нарастания напряжения в волне до максимума
Волна прорыва гидротехнических сооружений	Скорость волны прорыва. Глубина волны прорыва. Температура воды. Время существования волны прорыва
Обломки, осколки	Масса обломка, осколка. Скорость разлета обломка, осколка.
Экстремальный нагрев среды	Температура среды. Коэффициент теплоотдачи. Время действия источника экстремальных температур.
Тепловое излучение	Энергия теплового излучения. Мощность теплового излучения. Время действия источника теплового излучения.
Ионизирующее излучение	Активность радионуклида в источнике. Плотность радиоактивного загрязнения местности. Концентрация радиоактивного загрязнения. Концентрация радионуклидов.
Токсическое действие	Концентрация опасного химического вещества и среде. Плотность химического заражения местности и объектов.

Таблица 9.

Характеристика параметров источника поражения техногенной ЧС и их обозначения.

Параметры	**Обозначения**	**Единицы измерения**	
		СI	**Внесистемные**
Избыточное давление во фронте ударной волны.	$\Delta P_ф$, P	Па	т/м^2, кгс/см^2, атм.
Продолжительность фазы давления.	τ_+	с	-
Импульс фазы давления	l_+	Па с	кгс/ · с/см^2
Максимальное давление в волне давления в грунте.	g_{max}	Па	кгс/см^2
Время нарастания давления до максимального значения	τ	с	-
Время теплового излучения	τ	с	-
Коэффициент теплоотдачи	α	Вт/ (м^2 ·К)	Ккал/ (м ^{2} ·г ·К)
Энергия теплового излучения	Q	Дж	Ккал.
Мощность теплового излучения	W	Вт	Ккал/ч
Активность радионуклида в источнике ионизации	A	Бк	Ки
Плотность радиоактивного загрязнения местности	α	Бк/м^2	Ки/км^2
Концентрация радиоактивного загрязнения местности	-	Бк/м^3	Ки/км^3
Концентрация радионуклидов	-	Бк/кг	Ки/кг
Концентрация опасного химического вещества	C	-	мг/м^3
Плотность химического заражения местности.	-	-	мг/см^2, г/м^2, кг/га

Активность радионуклида в источнике ионизации - радиоактивность, которая равняется отношению числа непроизвольных ядерных преобразований в источнике за малый интервал времени к этому интервалу.

Плотность радиоактивного загрязнения местности - степень радиоактивного загрязнения местности.

Плотность заражения опасными химическими веществами - степень химического заражения местности.

Перечень факторов поражения источников природных ЧС и характер их действия.

Источником природной ЧС является опасное природное явление или процесс, причиной возникновения которого может быть: землетрясение, извержение вулкана, обвал, сель, провал грунта, эрозия, цунами, лавина, половодье, подтопление, затор, штормовой нагон воды, сильный ветер, смерч, пыльная буря, сильные осадки, засуха, заморозки, туман, гроза, природные пожары, изменения состояния суши, состава и свойств атмосферы, состояния гидросферы и биосферы и т.д.

Таблица 10.

Перечень факторов поражения источников природных ЧС, характер их действия и проявления.

Источник природной ЧС	**Наименование фактора поражения**	**Характеристика действия или проявление фактора поражения**
1. Опасные геологические процессы		
1.1. Землетрясения	Сейсмический Физический	Сейсмический удар. Деформация горных пород. Взрывная волна. Выброс вулкана. Нагон волны (цунами). Гравитационное смещение горных пород, снежных масс и ледников. Затопление поверхностными водами. Деформация русел рек. Электромагнитное поле.
1.2. Сдвиг, обвал	Динамический Гравитационный	Смещение (движение) горных пород. Сотрясение земной поверхности.

		Динамическое, механическое давление смещенных масс. Удар.
1.3. Карст (карстовый суффозионный процесс)	Химический Гидродинамический Гравитационный	Растворение структуры пород. Разрушение структуры пород. Перемещение (вымывание) частиц породы. Смещение (обрушение) породы. Деформация земной поверхности.
1.4. Провал почвы	Гравитационный	Деформация земной поверхности. Деформация почвы.
1.5. Разработка берегов	Гидродинамический Гравитационный	Удар волны. Размывание почвы. Перенос (переотложение) частиц почвы. Смещение (обвал) пород береговой части.
2. Опасные гидрологические явления и процессы		
2.1. Подтопление	Гидростатический Гидродинамический Гидрохимический	Повышение уровня грунтовых вод. Гидродинамическое давление потока фунтовых вод. Загрязнение (засоление) почвы. Коррозия подземных металлических конструкций.
2.2. Эрозия русла	Гидродинамический	Гидродинамическое давление потока воды. Деформация русла реки.
2.3. Цунами, штормовой нагон воды	Гидродинамический	Удар волны. Гидродинамическое давление потока воды. Размывание грунтов. Затопление территории. Подпор воды в реках.

2.4.Наводнение, катастрофическое затопление	Гидродинамический Гидрохимический	Поток (течение) воды. Загрязнение гидросферы, почвы.
2.5. Затор	Гидродинамический	Подъем уровня воды. Гидродинамическое давление воды.
3. Опасные метеорологические явления и процессы		
3.1. Сильный ветер, шторм, шквал, ураган	Аэродинамический	Ветровой поток. Ветровая нагрузка. Аэродинамическое давление. Вибрация.
3.2. Смерч, вихрь	Аэродинамический	Сильный разряд воздуха. Подъем потока вихря. Ветровая нагрузка.
3.3. Пыльная буря	Аэродинамический	Выдувание и засыпка верхнего слоя почвы, посевов.
3.4. Сильные осадки: **3.4.1. Продолжительный дождь (ливень)** **3.4.2.Сильный снегопад** **3.4.3. Сильная вьюга** **3.4.4. Гололедица** **3.4.5. Град**	 Гидродинамический Гидродинамический Гидродинамический Гравитационный Динамический	Поток (течение) воды. Затопление территории. Снеговая нагрузка. Снежные заносы. Снеговая нагрузка. Ветровая нагрузка. Снежные заносы. Нагрузка обледенения. Вибрация. Удар.
3.5. Туман	Теплофизический	Снижение видимости (помутнение воздуха).
3.6. Заморозки	Тепловой	Охлаждение почвы, воздуха.
3.7. Засуха	Тепловой	Нагрев почвы, воздуха.
3.8. Гроза	Электрофизический	Электрические разряды.
4. Природные пожары		
4.1. Пожар	Теплофизический	Пламя. Нагрев тепловым

	Химический	потоком. Помутнение воздуха. Опасные дымы. Загрязнение атмосферы, почвы, гидросферы.

Наименование основных параметров действия факторов поражения источников природных ЧС, которые оказывают влияние на жизнь и здоровье людей с/х животных и растений, объекты экономики и окружающей среды приведены в таблице 11.

Таблица 11.

Номенклатура параметров факторов поражения источников природных ЧС.

Объекты действия поражения источников природных ЧС	**Параметры показателей действия поражения источников природных ЧС**
1. Население	Численность погибших, пораженных, потерпевших людей. Продолжительность действия факторов поражения, мин., час, сут. Площадь зоны ЧС, км². Площадь зоны отселения населения, км², га. Расходы на проведение аварийных и спасательных работ, млн.руб. Экономический ущерб, млн. руб. Социальные убытки, млн. руб. Площадь зоны стихийного бедствия, км . Число разрушенных, поврежденных объектов. Степень повреждения объектов, %. Потеря эксплуатационных показателей объектов, %. Продолжительность действия факторов поражения, мин., час, сут. Продолжительность аварийного периода, час, сут., мес. Продолжительность восстановительного периода, сут, мес., лет.
2. Окружающая среда	Площадь земель, которые частично или полностью исключены из

(сельскохозяйственные животные и растения, объекты экономики, окружающая природная среда)	сельскохозяйственного оборота, км². Снижение урожайности земель, %. Продолжительность периода восстановления сельскохозяйственных земель, продуктивность почвы, лет. Численность пораженных сельскохозяйственных животных. Величина гибели урожая, т. Площадь уничтоженных, пострадавших лесных массивов, км², га. Продолжительность периода восстановления лесопосадки, лет. Площадь загрязнения опасными веществами почвы, подземных, поверхностных вод, км², га. Площадь радиоактивного загрязнения почвы, подземных, поверхностных вод, км², га. Объем загрязнения почвы, т. Продолжительность периода самоочищения загрязненных участков почвы, вод, лет. Расходы на рекультивацию загрязненных участков, млн. руб. Продолжительность периода рекультивации загрязненных участков, мес., год. Экономические убытки, млн. руб.

ЛЕКЦИЯ 4. «ХАРАКТЕРИСТИКА АВАРИЙ И КАТАСТРОФ». (2 часа)

1. ***Аварийный толчок и развитие.***
2. ***Аварийные стадии. Причины и стадии техногенных катастроф.***
3. ***Перечень видов аварий по отраслям (направлениям) надзора.***
4. ***Техническое совершенство и надежность.***
5. ***От разработки к применению.***

Авария – это опасное техногенное происшествие, приводящее к остановке работы машины (механизма, предприятия) и требующее ремонта или замены, создающее на объекте (территории) угрозу жизни и здоровью людей, приводящее к уничтожению материальных ценностей и наносящее ущерб окружающей природной среде.

По тяжести и масштабу аварии классифицируются на:

- мелкие аварии (происшествия), приносящие незначительный ущерб;
- крупные аварии, приносящие большой ущерб;
- крупномасштабные аварии (катастрофы), приносящие многочисленные человеческие жертвы, значительный материальный ущерб и другие тяжелые последствия.

По масштабу распространения с учетом тяжести происшествий аварии бывают:

- локальными (объектовыми) – такими, при которых поражающие факторы не выходят за пределы объекта и могут быть ликвидированы собственными силами;
- местными – такими, при которых поражающие факторы не выходят за пределы населенного пункта;
- территориальными – такими, при которых поражающие факторы не выходят за пределы субъекта;
- региональными – такими, при которых поражающие факторы охватывают территорию двух субъектов;
- федеральными – такими, при которых поражающие факторы выходят за пределы более двух субъектов;
- глобальными (трансграничными) – такими, при которых поражающие факторы выходят за пределы одного государства.

1. *Аварийный толчок и развитие*

Аварии вызывается каким-то начальным толчком и развивается из него.

Им может оказаться ***природный катаклизм***, стихийное бедствие: землетрясение (ударная нагрузка, сильная вибрация), извержение вулкана (лава, пепел), цунами (высокие волны, опрокидывающие корабли и заливающие сушу). В ряду стихийных бедствий и наводнение; оно возникает не столь внезапно, но иногда все равно приобретает характер катастрофы. Специфическую опасность представляет обширная гроза. От удара молнии могут погибнуть люди, загореться незащищенное здание. Последовательные удары молнии в ряд важных элементов энергосистемы, прежде всего - в воздушные линии электропередачи, могут привести к прекращению электроснабжения многих ее потребителей и даже к ее коллапсу.

Среди природных явлений возможны более мягкие, но всё равно неприемлемые для технической системы. Имеются в виду те ***природные условия,*** которые выходят за рамки, на которые рассчитана техническая система ее создателями, например, слишком высокая или низкая температура, сильные электромагнитные помехи. Еще пример: гололед, в особенности сопровождаемый сильным ветром, приводит к обледенению проводов воздушных линий электропередачи, они раскачиваются, возникает «пляска проводов», они схлестываются, обрываются, возникают короткие замыкания, линии автоматически отключаются.

Поразительный пример перехода стихийного бедствия в техногенную аварию и аварии в экологическую катастрофу - то, что произошло в Японии на нескольких блоках прибрежной атомной электростанции Фукусима-1 в марте 2011 года в результате сильнейшего близкого землетрясения и последовавшего цунами с необычайно высокой волной. *Об этой аварии известно очень много, а здесь важно отметить лишь одно характерное для многих аварий обстоятельство: то основное оборудование, которое создает прямую ядерную опасность, выдержало удары стихии, а вот вспомогательному оборудованию, видимо, было уделено меньшее внимание, к нему были предъявлены менее жесткие требования, чем к основному.* Это оборудование обслуживает всю технологию выработки электроэнергии на станции. В данном случае все электродвигатели и системы управления потеряли электроснабжение, резервные дизельные двигатели проработали слишком короткое время, и, главное, через атомный котел прекратила циркулировать вода, та вода, которая, при нормальной работе, нагреваясь ядерными стержнями, тем самым охлаждает их. В условиях возникшей радиации

это, казалось бы, вспомогательное оборудование долго не могло быть восстановлено, а без него, однако, основное функционировать не может, - и возник перегрев ядерных стержней, превративший аварию в катастрофу: выброс радиоактивного пара, заражение морской воды, аварийно примененной для охлаждения, и т.д.

Этот случай показателен не только пугающими неприятностями, но и тем, какие разносторонние меры были приняты для локализации аварии и каким умением, самообладанием и упорством обладали люди, которые боролись с развитием аварии.

Другие спусковые явления — это необычные или совсем недопустимые способы использования оборудования, не предусмотренные изготовителем, использование оборудования в непредусмотренных обстоятельствах. Например, ток короткого замыкания, которое произошло на некотором элементе электрической сети, оказался больше того, на который был рассчитан его высоковольтный выключатель, и он не справился с отключением этого элемента.

Затем***, повреждение оборудования может произойти из-за потери надежности какой-то из его составных частей***. Несколько упрощая, различают **две причины ненадежности:** дефект изготовления, который обычно проявляется в начале использования, и приближение к негодности в процессе старения. Например, если изолирующие свойства электротехнического минерального масла, залитого в трансформатор, слишком долго не проверять и масло, потерявшее часть своих свойств, не заменять, то в этом трансформаторе вполне может возникнуть короткое замыкание между витками обмотки с горением разлитого масла внутри или снаружи - последнее в случае разрыва его оболочки.

И наконец, поводом для аварии может явиться ***ошибка персонала***, использующего оборудование. Пример ошибки: оператор допустил ремонтную бригаду работать на высоковольтном оборудовании, с которого не позаботился снять высокое напряжение, и в результате произошло короткое замыкание (и, возможно, погибли люди).

Итак, кратко отметим главные спусковые явления аварии в технической системе:

- внешние условия, на которые не рассчитано оборудование системы,
- ненадежность оборудования из-за дефекта или старения какой-то его части,
- ошибка персонала,

• стихийное бедствие.

В подавляющем большинстве случаев даже сложно развивающуюся аварию вызывает всего один такой толчок, но бывает, что авария возникает как следствие нескольких следующих друг за другом повреждений однотипного оборудования, вызванных необычно плохими природными условиями. Например, густая электрическая сеть переносит довольно спокойно последовательное отключение одной, двух и даже трех линий электропередачи, происходящих из-за жары, ударов молнии или налипшего снега, но отключение еще одной линии может запустить громадную аварию - потерю питания большой части этой сети или всей этой сетью. Такого рода аварии описаны в параграфах.

Говоря о начале аварии нельзя не упомянуть, что первоначальный толчок не всегда является неожиданным. Во многих случаях разумная осторожность и деятельность операторов в той обстановке, которая складывалась непосредственно перед аварией, могла бы предотвратить ее или, по крайней мере значительно ослабить ее последствия.

2. Аварийные стадии. Причины и стадии техногенных катастроф

Авария проходит несколько типичных стадий. За ***спусковым толчком*** (или несколькими, как упомянуто выше, последовательными толчками) следует аварийный ***переходный процесс,*** в ходе которого авария может получить сколь угодно широкое развитие. Затем наступает ***послеаварийное состояние*** объекта, которое перетекает в ***восстановительный период.***

Переходный процесс может продолжаться всего одну секунду или пару минут, как это бывает в энергосистемах, и в этом случае операторы не успевают вмешаться в него, он протекает только под управлением, в той или иной мере успешным, различных автоматических систем или при их бездействии.

Возможно, и совершенно иное. Может пройти несколько часов от повреждения судна до того, как оно затонет. Авария на атомной станции развивается еще дольше. Авария в энергосистеме, наступившая быстро, часто приводит к длительному горению изолирующего масла внутри оборудования. Если же этим маслом заполнена не металлическая, а фаянсовая оболочка высоковольт-

ного аппарата (в такую среду погружены обмотки высоковольтных измерительных трансформаторов), то возможен взрывной разрыв этой оболочки. Разлив горящего масла и разлетание кусков фаянса приводят к повреждению соседнего оборудования.

Возможно существенное усугубление, развитие и расширение переходного процесса из-за дополнительных внешних воздействий, ошибок персонала, а также из-за внутренних неисправностей, которые ходом процесса выявляются в оборудовании, вовлеченном в процесс.

Во время длительного переходного процесса роль команды судна, операторов огромна. В дело вступают и ремонтные бригады, пожарные расчеты, команды спасателей, оснащенные различным оборудованием, в том числе не относящимся к основной технологии аварийного объекта. Суммируя все это, можно сказать, что во время такого процесса ведется ***борьба персонала за живучесть*** аварийного объекта.

Результатом переходного процесса является ***послеаварийное состояние*** объекта. В нем объект функционирует в разной степени полноценно. К этому состоянию могут привести целенаправленные действия автоматики и персонала во время переходного процесса или, наоборот, хаотичная последовательность повреждений и разрушений вплоть до полного уничтожения объекта (самолет, судно, здание). Иногда это состояние реально не является установившимся, стабильным, не исключено, что оно выделяется среди других как промежуточное, квазиустановившееся состояние, в котором какая-то характерная часть процесса уже завершилась или близка к завершению, а другая еще не проявилась существенно. Например, судно уже затонуло, а люди находятся на подручных спасательных средствах и нуждаются в помощи.

Наконец, наступает ***восстановительный период.*** Если объект не разрушен и не может быть быстро заменен другим, его функционирование требуется восстановить. Например, должны подойти спасательные суда, и люди должны быть на них подняты. Может быть, требуется поднять затонувшее судно. Наверняка требуется снова запустить аварийно остановившуюся электростанцию, а для этого нужно подать ей откуда-то напряжение, и, что самое важное, нужно подать напряжение на подстанции потребителей электроэнергии. Небоскребы в Нью-Йорке, которые были разрушены 11 сентября 2001 года, решили не восстанавливать, но все равно было необходимо разобрать завалы, обнаружить и похоронить тела людей.

Все эти восстановительные действия связаны обычно с пре-

одолением немалых технических, организационных и финансовых трудностей, требуют организационно-технического обеспечения.

Как видим, переходный процесс, послеаварийное состояние и восстановительный период не всегда удается четко разграничить, но полезно иметь в виду эту последовательность и то, что на этих стадиях предъявляются разные требования к оборудованию объекта и к действиям персонала.

Основные причины техногенных катастроф:

- недостатки проектирования оборудования или его элементов;
- недостаточно полное исследование района размещения;
- отказы оборудования из-за несовершенства конструкций;
- нарушения требований документации, технологии изготовления и монтажа элементов оборудования и при выполнении «скрытых» работ;
- ошибочные действия персонала или нарушение мер безопасности при эксплуатации оборудования;
- возникновение аварий и катастроф на соседних объектах или продуктопроводах;
- отсутствие постоянного контроля за состоянием производства;
- воздействие внешних факторов (стихийные бедствия, результаты применения различных видов оружия, диверсий);
- возникновение аварий вследствие неизученных пока еще явлений, где используют различные вредные вещества.

Стадии развития техногенных катастроф:

- накопление отклонений различных показателей от допустимых норм, ТУ, ГОСТов;
- инициирование возникновения чрезвычайной ситуации (теракт, техническая неполадка, халатность);
- непосредственно авария;
- действие последствий, которое может быть очень продолжительным;
- меры по ликвидации произошедшей аварии.

3. Перечень видов аварий по отраслям (направлениям) надзора

1. По горнодобывающей промышленности и подземным работам (в том числе, геологоразведочным):

✓ внезапные выбросы угля, руды, породы и газа;

- ✓ горные удары;
- ✓ эндогенные пожары (в том числе, рецидивы списанных эндогенных пожаров);
- ✓ взрывы, вспышки, горения газа и пыли в подземных выработках;
- ✓ прорывы газа из пожарных участков, внезапное выделение газов;
- ✓ взрывы и пожары на складах взрывчатых материалов (ВМ) и в других местах их хранения, а также на транспортных средствах, перевозящих ВМ;
- ✓ пожары в подземных горных выработках;
- ✓ обвалы в вертикальных и наклонных стволах шахт, завалы очистных и подготовительных выработок, завалы главных откаточных и вентиляционных выработок;
- ✓ пожары, взрывы в надшахтных зданиях и сооружениях;
- ✓ выгорание взрывчатых веществ, не вызвавших взрыва или пожара;
- ✓ загорание кабелей, крепи, конвейерных лент и других материалов в подземных выработках;
- ✓ разрушение узлов и деталей вентиляторных установок главного проветривания, участковых вентиляторных установок, центральных водоотливов, компрессорных остановок, приведшее к их остановке;
- ✓ внезапные разрушения технологических зданий и сооружений, а также подрабатываемых подземными горными работами объектов;
- ✓ разрушение дегазационного оборудования;
- ✓ прорывы поды, заиловки или обводненной горной массы;
- ✓ незапланированные прекращения подачи энергоносителей на время более срока действия индивидуальных средств защиты (самоспасателей);
- ✓ прорывы дамб (плотин), хвостохранилищ, затопление шахт, рудников, карьеров;
- ✓ разрушение технических устройств, приведшее к остановке работы грузовых, грузопассажирских подъемных установок;
- ✓ разрушение узлов и деталей экскаваторов (с емкостью ковша пять и более куб. метров, в том числе роторных) в пределах горного отвода, повлекшее к остановке более одной смены;
- ✓ потопление драг;
- ✓ оползни и обрушения бортов карьеров;
- ✓ столкновения подвижных составов на карьерах;
- ✓ падения с бортов карьеров и отвалов технологического транспорта;

- ✓ разрушение узлов и деталей основного технологического оборудования на обогатительных, агломерационных (окомковательных), дробильно-сортировочных фабриках и установках, повлекшее остановку в работе всего комплекса более одной смены, взрывы угля и пыли, пожары;
- ✓ разрушение предохранительных целиков;
- ✓ нарушение подачи электроэнергии, вызвавшее остановку вентиляторных установок главного проветривания, участковых вентиляторных установок, центрального водоотлива, компрессорных установок, грузового и грузопассажирского подъемов на рудниках и шахтах.

2. По нефтегазодобывающей и газоперерабатывающей промышленности, геологоразведочным работам:

- ✓ неконтролируемые выбросы нефти и газа при строительстве, эксплуатации и ремонте скважин (открытые фонтаны);
- ✓ полное или частичное разрушение и (или) падение буровых вышек (мачт) и их частей;
- ✓ полное или частичное разрушение и (или) падение морских стационарных платформ в процессе строительства и эксплуатации;
- ✓ полное или частичное разрушение, гибель плавучих буровых установок в процессе эксплуатации;
- ✓ аварийный уход плавучих буровых установок с точки бурения, сопровождающийся разрушением устья скважин;
- ✓ падение талевой системы на буровых установках, агрегатах для ремонта скважин;
- ✓ взрывы и пожары на всех подконтрольных объектах;
- ✓ полное или частичное разрушение объектов добычи и подготовки нефти и газа, внутрипромысловых трубопроводов, сопровождающееся или приведшее к разливу (утечке) нефти в объеме 10 и более кубометров или утечкой природного (попутного) газа в объеме 10 тысяч и более кубометров;
- ✓ разрушение зданий и сооружений вследствие нарушения технологии производства взрывных работ;
- ✓ взрывы или пожары на складах, в местах хранения взрывчатых материалов (ВМ) и транспортных средств, перевозящих ВМ;
- ✓ несанкционированные взрывы на скважинах при проведении прострелочно-взрывных и сейсморазведочных работ, а также в геологоразведочных горных выработках.

3. По химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности:

- ✓ взрывы, загорания и (или) выбросы опасных веществ;
- ✓ разрушения сооружений, технических устройств или их элементов.

4. По металлургической промышленности:

- ✓ взрывы газа в воздухонагревателях и межконусном пространстве доменных печей, аппаратах газоочистки, газгольдерах, газодувках, на генераторных станциях, газораспределительных и газоповысительных установках, на водородных станциях, в агрегатах и установках улавливания и переработки коксового газа, в аппаратах производства хлора, карбонила, никеля, трихлорсилана, тетрахлорида титана;
- ✓ взрывы металлических порошков в пылеосадительных камерах и печах восстановления;
- ✓ пожары в галереях шихтоподачи, складах угля и ЛВЖ;
- ✓ пожары от загорания металлических порошков;
- ✓ пожары от выбросов расплавленных и раскаленных материалов из металлургических агрегатов;
- ✓ пожары на кислородных станциях и установках;
- ✓ обрушение трубопроводов с ЛВЖ, горючими и ядовитыми газами;
- ✓ уходы расплавленных и раскаленных материалов из металлургических агрегатов;
- ✓ прогары горна, фурменных и леточных холодильников доменных печей;
- ✓ обрушение шихтовых бункеров, транспортных галерей, силосных башен, производственных зданий и сооружений, шламохранилищ и другие аварии, требующие остановки основных агрегатов для проведения ремонтов.

5. По подъемным сооружениям:

- ✓ разрушение или излом металлоконструкций грузоподъемной машины (моста, портала, рамы, платформы, башни, стрелы, опоры, гуська), вызвавшие необходимость в ремонте металлоконструкций или замене их отдельных секций, а также падение грузоподъемной машины, вызвавшее указанные разрушения;
- ✓ падение кабины лифта, его противовеса;

- ✓ разрушение ответственных металлоконструкций, обрыв цепей зскалатора, разрушение ответственных металлоконструкций кабины (вагонетки) вагона, обрыв канатов канатной дороги, фуникулера;
- ✓ разрушение металлоконструкций стрелы и ходовой рамы подъемника (вышки), разрушение или падение крана - манипуляторной установки крана-манипулятора, разрушение или падение выносной консоли или самого крана - трубоукладчика;
- ✓ повреждение металлоконструкции (изгиб, деформация) подъемных сооружений (или их элементов), приведшие к травмированию людей.

6. По объектам котлонадзора:

- ✓ разрушения и повреждения (разрывы) котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды (их элементов).

7. По объектам газоснабжения:

- ✓ разрушения газопроводов, выход из строя газового оборудования ГРС, ГРП, ГРУ, повлекших за собой взрывы газа в жилых домах, общественных зданиях, инженерных сооружениях, а также остановку (перерыв) газоснабжения города, населенного пункта, микрорайона, предприятия (промышленного, коммунального, сельскохозяйственного);
- ✓ взрывы и пожары, связанные с эксплуатацией газового хозяйства, газонаполнительных и автозаправочных станций сжиженных газов, ГРЭС, ТЭЦ и районных отопительных котельных;
- ✓ взрывы газа, в газифицированных печах, топках и газоходах котлов, агрегатах, вызвавших их местные разрушения или отключения;
- ✓ повреждения подземных газопроводов (механические, коррозионные и др.)

8. По надзору на производствах и объектах по хранению и переработке зерна:

- ✓ полное или частичное разрушение (повреждение) технологического, транспортного и аспирационного оборудования, зданий и сооружений, происходящее в результате пожаров и пыле- и газовоздушных взрывов, вследствие чего полностью или частично прекращен выпуск продукции, прием,

переработка и транспортировка зерна и сырья, отпуск готовой продукции;

- ✓ отклонение от режима технологического процесса хранения зерна, комбикормового сырья и маслосемян, вследствие чего произошло его самовозгорание в силосах (бункерах);
- ✓ отклонение от режима технологического процесса сушки зерна и маслосемян, вследствие чего произошло загорание, повлекшее за собой вывод из строя зерносушильного и транспортного оборудования.

9. По объектам магистрального трубопроводного транспорта:

9.1. "Авария на объекте магистрального трубопроводного транспорта газов" - неконтролируемый выброс транспортируемого газа в атмосферу или в помещение компрессорной станции (КС), газораспределительной станции (ГРС или автомобильной газонаполнительной станции (АГНКС) в результате полного разрушения или частичного повреждения:

- трубопроводов, его элементов и устройств, сопровождаемого одним из следующих событий или их сочетанием:

- взрыв или воспламенение газа;

- повреждение или разрушение других объектов;

- потеря 10 тысяч и более кубометров газа.

9.2. "Авария на объекте магистрального трубопроводного транспорта опасных жидкостей" - внезапный вылив или истечение опасной жидкости в результате полного или частичного разрушения трубопровода, его элементов, резервуаров, оборудования и устройств, сопровождаемых одним или несколькими из следующих событий:

- воспламенение жидкости или взрыв ее паров;

- загрязнение любого водостока, реки, озера, водохранилища или любого водоема сверх пределов, установленных стандартом на качество воды, вызвавшее изменение окраски поверхности воды или берегов, или приведшее к образованию эмульсии, находящейся ниже уровня воды, или к выпадению отложений на дно или берега;

- объем утечки составил 10 кубометров и более, а для легкоиспаряющихся жидкостей объем утечки превысил 1 кубометр в сутки.

10. При транспортировке опасных грузов железнодорожным транспортом:

- ✓ взрыв опасного груза в вагоне (контейнере), независимо от последствий;
- ✓ возгорание или высвобождение из вагонов (контейнеров) опасного груза, приведших к гибели людей, эвакуации населения из зоны аварии, нанесению ущерба окружающей среде.

4.Техническое совершенство и надежность

К любому техническому объекту предъявляются многосторонние требования, например, экономические и экологические. В связи с авариями более всего важно требование эффективности функционирования объекта в аварийных условиях. Для его выполнения выдвигаются определенные требования к каждому из элементов, составляющих этот объект или управляющих им. Эффективность функционирования зависит от того, на каком уровне находятся ***техническое совершенство и надежность*** элементов и, следовательно, объекта в целом. Конечно, важнейшую роль играет совершенство взаимодействия элементов.

Техническое совершенство определяется перечнем заданных к выполнению функций объекта или его элемента, например: вместимость, высота, производительность, быстрота действия, способность заданным образом правильно реагировать на внешние события, способность развития, простота и удобство обслуживания и т.п.

Функции должны выполняться не в любых обстоятельствах, а в рамках определенных тоже заданных внешних условий: температура, влажность, ударное воздействие, вибрация, электромагнитное поле, радиация и т.п. Например, от электронного бытового прибора можно потребовать полного в какой-то мере выполнения своей функции, если напряжение, подведенное к нему извне, не меньше 50% и не больше 120% номинального значения. А устойчивость атомной установки может требоваться даже при землетрясении такого уровня, которое в данной местности ожидается в среднем один раз в 1000 лет или которое вообще невозможно себе представить.

Относительно столь редких событий полезно иметь в виду, что их периодичность вряд ли может быть установлена путем анализа статистических данных, почти всегда это - математически вычисленная гипотеза. Обратим внимание, кстати, и на часто забываемое указание «в среднем»; не исключено и то, что два таких события случаться в один год, а потом 2000 лет пройдут спокойно и

т.д. И конечно, данная периодичность землетрясения не означает, что оно случиться через 1000 лет: оно может случиться и в ближайшем году или завтра.

Надежность элементов объекта и объекта в целом задается различными статистическими показателями, сущность которых зависит от характера выполняемых функций. Для непрерывно выполняемой функции часто задается ***наработка на отказ***, т.е. среднее время между двумя отказами выполнить эту функцию.

Существует более полноценный показатель, названный ***готовностью.*** Под этим понимается вероятность того, что устройство окажется работоспособным в произвольный момент времени, когда бы ни потребовалось. Периоды, когда устройство выведено из действия для плановой ревизии или для устранения неожиданной неисправности, тоже учитываются как неготовность наряду с периодом, когда в устройстве есть неисправность, но она еще не выявлена и поэтому не устранена.

Для устройства, которое призвано командовать в аварийных условиях, задается также допустимое число случаев излишнего действия, не спровоцированного никаким аварийным событием, т.е. беспричинного действия, которое тоже случается.

Уязвимость объекта резко растет с ростом его сложности. Представим себе для примера противоаварийную систему управления объектом состоящей просто-напросто из ста устройств, по надежности подобных персональному компьютеру, причем для ее правильного функционирования необходимо одновременное правильное функционирование всех таких устройств. Очевидно, что такая система слишком часто окажется или совсем неработоспособной или будет действовать неправильно. Это подсказывает, что сложный объект нельзя просто составить из большого количества элементов, - эти элементы должны присутствовать в нем в избыточном количестве и гибко взаимодействовать друг с другом в условиях самых разнообразных угроз объекту, возникающих как внутри объекта (в виде отказа того или иного из его элементов), так и поступающих извне.

Для большинства противоаварийных устройств крайне важна быстрота действия.

5. От разработки к применению

По мере увеличения роли техники в жизни людей увеличива-

ется и количество крупных аварий, и опасность каждой из них. Поэтому любое техническое сооружение, которое может явиться источником крупной аварии, при его создании снабжается подходящими для него средствами предупреждения аварии и локализации ее на случай, если она все-таки началась. Затем в течение всего периода существования сооружения эти средства должны бдительно поддерживаться в работоспособном состоянии. Создание этих средств во многих случаях очень заметно удорожает сооружение, а их эксплуатационная поддержка заметно повышает издержки его использования. Поэтому владелец сооружения стремится уменьшить затраты на противоаварийные мероприятия. Иногда его персонал просто не знает, что они полезны. Плюс к этому, если сооружение должно быть принципиально новым, то совершенно не исключено, что необходимые для его создания технические и программные средства не поставляются промышленностью и даже не разработаны. Вполне возможна уже упомянутая ситуация, когда сооружение с течением времени по мере своего развития претерпевает принципиальные изменения, которые требуют изменить подход к противоаварийным мероприятиям, что не замечается персоналом, и он остается в плену старого, уже негодного подхода. При возникновении непредвиденного аварийного процесса эта слепота может сказаться тяжелейшим образом. Например, скверно, если бы переход от строительства двухэтажных зданий к многоэтажным не сопровождался изменением противопожарных мероприятий.

Устройства широкого применения обычно вручается потребителю вместе с инструкцией, в которой едва понятно прописаны функции изделия и некоторые его параметры, а также присутствует большой перечень требований к потребителю, особенно относительно его безопасности. Скупость этой документации делает оценку надежности невозможной. Но кое-что понять все-таки можно.

Например, какой надежностью обладает персональный компьютер? Обычно продавец дает гарантию на два года. Заметим, что эта гарантия касается не того, что компьютер будет работать этот срок безаварийно, а лишь того, что его будут бесплатно ремонтировать иди заменять в случае, если поломка случиться в течение этого срока. Сколько раз устройство откажет и с какой вероятностью этого можно ожидать, - не известно. Но гарантийный срок все-таки косвенно характеризует надежность: изготовителю не выгодно, назначив большой срок, продавать ненадежное устройство - он слишком много потеряет на ремонтах и заменах. Если же покупатель хочет получить гарантию на более длинный срок, он

должен заплатить за компьютер, скажем, на 10% больше. Это означает, что продавец считает поломку компьютера в течение первых двух лет, хотя возможной, но маловероятной, а уже на третий год - настолько вероятной, что за продление гарантии требует оплату ремонта вперед. Отсюда можно сделать вывод, 410 продавец оценивает среднюю (!) продолжительность исправной работы примерно двумя годами, а исправности в течение трех лет ожидает, скажем, только от двух третей продаваемых изделий.

Перед началом разработки будущей техники ей предъявляют более или менее определенные технические требования.

Успешная разработка приводит к промышленному выпуску изделия, которое сопровождается техническими условиями поставки. Это - те условия, которым должно удовлетворять изделие в руках потребителя. Но даже при наличии сформулированных условий, после отказа устройства часто возникает путаница в определении вины - то ли виноват изготовитель, то ли неправильное использование. Так вот, изготовитель виноват только в том случае, если в процессе эксплуатации соблюдались все оговоренные им условия: устройство использовалось только по своему назначению, поддерживались должные внешние условия (температура, влажность, вибрация, электромагнитные помехи и т.п.), устройство в должные сроки подвергалось ревизии и не вышла оговоренная изготовителем продолжительность эксплуатации. Пример использования не по назначению приведен далее: энергетическую установку, предназначенную постоянно производить мощность, превышающую 80% ее полной мощности, заставляли часто снижать мощность вплоть до полной разгрузки.

Кстати, приходилось слышать, что катастрофа на Чернобыльской атомной станции произошла при неправильно организованном эксперименте по расширению возможности резкого перехода реактора на более низкую мощность.

Как правило, чем проще устройство, тем требования к нему определеннее, а к сложным системам, особенно к развивающимся во времени системам вроде энергосистем, сформулировать требования трудно; для сразу всей относительно сложной системы, для системы в целом никаких технических условий на поставку обычно не существует и, вероятно, не может существовать, и тогда приходится обходиться какими-либо экономическими или информационными критериями. Вместо технических условий на всю систему в целом существуют многочисленные технические условия на поставку отдельных ее частей, и создается громадное

количество инструкций относительно использования этих частей. В особенности же, - относительно того, что должен делать обслуживающий систему персонал в многочисленных разнообразных случаях ее функционирования, во время нормальной ее работы и в аварийных условиях.

Во многих областях техники, решения о затратах принимаются, в основном, или в рамках нормативных актов или в близком соответствии с ними. Там, где нормирование не проведено (его еще нет или речь идет о такой редкой или даже уникальной ситуации, для которой нормирование невозможно), требуется индивидуальное решение. К сожалению, громадное разнообразие аварийных ситуаций не удается охватить нормированием полностью, и поэтому в области борьбы с авариями приходится принимать много важных решений, используются оба подхода.

Опорой самостоятельного решения служит опыт и интуиция, однако, с уверенностью можно утверждать, что никто не обладает таким опытом, который избавляет от детального качественного и даже количественного анализа тех явлений, от которых зависит решение. Сложность системы или, так сказать, неописуемость таких требований к ней, которые были бы совершенно определенно сформулированы, создают соблазн применить технические решения, не вполне отвечающие особенностям конкретной системы или даже, вообще, противоречащих основным закономерностям. Результат этого - возможные довольно тяжелые ошибки.

ЛЕКЦИЯ 5. «ПОЖАР – ОДИН ИЗ ВИДОВ АВАРИИ». (2 часа)

1. ***Пожар как фактор техногенной аварии.***
2. ***Общая классификация пожаров.***
3. ***Техногенные пожары.***
4. ***Распространение пожара в помещении, по зданию и сооружению.***
5. ***Особенности тушение пожаров в производственных зданиях.***

1. Пожар как фактор техногенной аварии

Пожар — это горение вне специального очага, которое не контролируется и может привести к массовому поражению и гибели людей, а также к нанесению экологического, материального и другого вреда.

Горение — это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением теплоты и света.

Для возникновения горения требуется наличие трех факторов:

- горючего вещества
- окислителя
- источника загорания.

Окислителями могут быть кислород, хлор, фтор, бром, йод, окиси азота и другие. Кроме того, необходимо чтобы горючее вещество было нагрето до определенной температуры и находилось в определенном количественном соотношении с окислителем, а источник загорания имел определенную энергию.

Наибольшая скорость горения наблюдается в чистом кислороде. При уменьшении содержания кислорода в воздухе горение прекращается.

Горение при достаточной концентрации окислителя называется **полным**, а при его нехватке - **неполным.**

Выделяют три основных вида самоускорения химической реакции при горении:

- тепловой
- цепной
- цепочно-тепловой.

Тепловой механизм связан с экзотермичностью процесса окисления и возрастанием скорости химической реакции с повышением температуры.

Цепное ускорение реакции связано с катализом превращений, которое осуществляют промежуточные продукты превращений.

Реальные процессы горения осуществляются, как правило, по ***комбинированному (цепочно-тепловой) механизму.***

Процесс возникновения горения подразделяется на несколько видов:

- вспышка - быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.
- возгорание возникновение горения под воздействием источника зажигания.
- воспламенение возгорание, сопровождающееся появлением пламени.
- самовозгорание - явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения вещества при отсутствии источника зажигания.

Различают несколько видов самовозгорания:

- химическое - от воздействия на горючие вещества кислорода, воздуха, воды или взаимодействия веществ;
- микробиологическое - происходит при определенной влажности и температуры в растительных продуктах (самовозгорание зерна);
- тепловое - вследствие долговременного воздействия незначительных источников тепла (например, при температуре 100 С тирса, ДВП и другие склоны к самовозгоранию).

Существуют нижние и верхние концентрационные и температурные пределы распространения пламени.

Нижний (верхний) концентрационные пределы распространения пламени (НКПРП) - минимально (максимальное) содержание горючего вещества в однородной смеси с окислительной средой, при которой возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания.

Невозможность воспламенения горючей смеси при концентрации ниже НКПРП объясняется малым количеством горючего вещества и избытком воздуха. Чем меньше коэффициент избытка воздуха, тем больше скорость горения и выше давление паров при взрыве.

Верхний концентрационный предел распространения пламени характеризуется избытком горючего и малым количеством воздуха.

Чем ниже нижний концентрационный предел и больше концентрационная область распространения пламени, тем большую пожарную опасность они представляют.

В первом случае взрыв не происходит из-за недостатка горючего вещества, во втором - из-за недостатка воздуха (кислорода), необходимого для окисления горючего вещества.

Температура самовоспламенения - характеризует минимальную температуру вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения.

Температура вспышки ($T_{всп}$) - наименьшая температура конденсированного вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары, способные вспыхнуть в воздухе при поднесении к ним внешнего источника зажигания (пламени или нагретого до высокой температуры тела). Устойчивое горение при этом не устанавливается вследствие малой скорости испарения горючей жидкости. Температура вспышки показывает, при какой температуре вещество подготовлено к воспламенению и становится огнеопасным в открытом сосуде.

В зависимости от температуры вспышки горючие жидкости подразделяются на:

- легковоспламеняющиеся (ЛВЖ) с температурой вспышки не свыше 61 °С (в закрытом тигле) или не свыше 66 °С (в открытом тигле);
- горючее (ГЖ) с температурой вспышки паров выше, соответственно, 61 и 66°С.

ЛВЖ в свою очередь делятся на три разряда:

а) особо опасные ЛВЖ - имеющие температуру вспышки от -18°С и ниже в закрытом тигле или - 13°С и ниже в открытом;

б) постоянно опасные ЛВЖ - имеющие температуру вспышки выше -18°С до +23°С в закрытом тигле или выше -13°С до +27°С - в открытом;

в) опасные при повышенной температуре ЛВЖ. К данному разряду относятся жидкости с температурой вспышки более +23°С до +61°С включительно (в закрытом тигле) или более +27°С до +66°С - в открытом.

Температура воспламенения ($T_{воспл}$) - наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний оно выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что

при воздействии на них источника зажигания наблюдается способность воспламениться при поднесении внешнего источника воспламенения.

Разница между температурой вспышки и воспламенения для ЛВЖ составляет 1-2°С, для ГЖ - до 10-15°С и более.

Горение сопровождается выделением тепла, продуктов сгорания и свечением.

Для устойчивого горения необходимо, чтобы теплообразование при этом процессе было больше теплоотдачи в окружающую среду. Если в результате горения образуются газы, то горение сопровождается пламенем.

Процесс воспламенения горючих газов и жидкостей без поднесения к ним открытого огня, а только под влиянием внешнего воздействия тепла называется **самовоспламенением.**

Температурные пределы воспламенения температуры, при которых насыщенные пары вещества образуют в данной окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему и верхнему концентрационным пределам воспламенения жидкостей.

Горючими называются вещества, способные самостоятельно гореть после изъятия источника загорания.

По степени горючести вещества делятся на:

- горючие (сгораемые),
- трудногорючие (трудносгораемые)
- негорючие (несгораемые).

К горючим относятся такие вещества, которые при воспламенении посторонним источником продолжают гореть и после его удаления.

К трудногорючим относятся такие вещества, которые не способны распространять пламя и горят лишь в месте воздействия источника зажигания.

Негорючими являются вещества, не воспламеняющиеся даже при воздействии достаточно мощных источников зажигания (импульсов).

Горючие вещества могут быть в трех агрегатных состояниях:

- жидком
- твердом
- газообразном.

Большинство горючих веществ независимо от агрегатного состояния при нагревании образует газообразные продукты, которые при смешении с воздухом, содержащим определенное количество кислорода, образуют горючую среду. Горючая среда может

образоваться при тонкодисперсном распылении твердых и жидких веществ.

Из горючих газов и пыли образуются горючие смеси при любой температуре, в то время как твердые вещества и жидкости могут образовать горючие смеси только при определенных температурах.

В производственных условиях может иметь место образование смесей горючих газов или паров в любых количественных соотношениях. Однако взрывоопасными эти смеси могут быть только тогда, когда концентрация горючего газа или пара находится между границами воспламеняемых концентраций.

Минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя, называющееся **нижним концентрационным пределом воспламенения.**

Максимальная концентрация горючих газов и паров, при которой еще возможно распространение пламени, называется **верхним концентрационным пределом воспламенения.**

Указанные пределы зависят от температуры газов и паров: при увеличении температуры на 100 ^{0}С величины нижних пределов воспламенения уменьшаются на 810 %, верхних увеличиваются на 1215 %.

Пожарная опасность вещества тем больше, чем ниже нижний и выше верхний пределы воспламенения и чем ниже температура самовоспламенения.

Пыли горючих и некоторых не горючих веществ (например алюминий, цинк) могут в смеси с воздухом образовать горючие концентрации.

Наибольшую опасность по взрыву представляет взвешенная в воздухе пыль. Однако и осевшая на конструкциях пыль представляет опасность не только с точки зрения возникновения пожара, но и вторичного взрыва, вызываемого в результате взвихривания пыли при первичном взрыве.

Минимальная концентрация пыли в воздухе, при которой происходит ее загорание, называется **нижним пределом воспламенения пыли.**

Поскольку достижение очень больших концентраций пыли во взвешенном состоянии практически нереально, термин "верхний предел воспламенения" к пыли не применяется.

Воспламенение жидкости может произойти только в том случае, если над ее поверхностью имеется смесь паров с воздухом в

определенном количественном соотношении, соответствующим нижнему температурному пределу воспламенения.

2. *Общая классификация пожаров*

Общим явлением для всех пожаров является газообмен, который определяет качественную и количественную стороны всех параметров пожаров во времени и пространстве. На пожарах в зданиях и сооружениях газообмен можно регулировать по времени и направлению, а также использовать для прекращения горения путем изоляции помещений, в которых происходит пожар. При пожарах на открытом пространстве газообмен не регулируется.

По условиям газообмена все пожары можно разделить на две группы:

1) на открытом пространстве;

2) в ограждениях.

Другим общим признаком пожаров является агрегатное состояние горючих веществ и материалов, которое определяет огнетушащие средства, способы и приемы прекращения горения, подготовительные и обеспечивающие боевые действия подразделений.

В зависимости от вида горящих веществ и материалов пожары разделяются на классы A, B, C, D и подклассы A1, A2, B1, B2, D1, D2, D3, E, F.

К пожарам класса А относится горение твердых веществ. При этом если горят тлеющие вещества, то пожары относятся к подклассу А1, а если неспособные тлеть — к подклассу А2.

К классу В относятся пожары легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. При этом они будут относиться к подклассу В1, если жидкости не растворимы в воде и к подклассу В2 – растворимые в воде.

К классу С относятся пожары, при которых происходит горение газов.

К классу D относятся пожары, при которых происходит горение металлов. При этом они относятся к подклассу D1, если горят легкие металлы и их сплавы, к подклассу D2 — щелочные и подобные им металлы, к подклассу D3 — металлосодержащие соединения (металлоорганические или гидриды).

К классу Е относятся пожары горючих субстанций в электроустановках (под напряжением).

К классу F относятся пожары, при которых происходит горение ядерных материалов, радиоактивных отходов и веществ.

В зависимости от обстановки на пожаре, площадь и объем его могут быть постоянными или увеличиваться в результате перемещения фронта горения по поверхности веществ и материалов. Эти характерные особенности пожаров ведут к принципиальному различию в тактике их тушения. Поэтому **все пожары по признаку распространения горения делятся на два вида:**

1) распространяющиеся;

2) не распространяющиеся.

Под распространяющимися пожарами понимают такие пожары, у которых происходит увеличение геометрических размеров (длины, высоты, ширины, радиуса) во времени.

Под не распространяющимися пожарами понимают такие пожары, у которых геометрические размеры остаются неизменными во времени.

Следует отметить, что с течением времени свободного развития пожаров или в результате действия подразделений по ограничению распространения горения указанные два вида пожаров *могут видоизменяться, т.е. переходить из одного вида в другой*. Поэтому классификация пожаров по признаку распространения горения тесно связана с временем их развития. Обычно пожары классифицируются по этому признаку на определенное время действия подразделений: например, на время прибытия первого подразделения и введения им сил и средств, прибытия дополнительных сил и средств, прибытия службы пожаротушения и т.д.

Кроме того, в классификации следует отдельно выделять подгруппу пожаров на открытых пространствах — **массовый пожар**, под которым понимают совокупность отдельных и сплошных пожаров в населенных пунктах, крупных складах горючих материалов и на промышленных предприятиях. Под **отдельным пожаром** подразумевается пожар, возникающий в отдельном здании или сооружении. Одновременное интенсивное горение преобладающего числа зданий и сооружений на данном участке застройки принято называть **сплошным пожаром**. При слабом ветре или при его отсутствии массовый пожар может перейти в огневой шторм. **Огневой шторм** — это особая форма пожара, характеризующаяся образованием единого гигантского турбулентного факела пламени с мощной конвективной колонкой восходящих потоков продуктов горения и нагретого воздуха и притоком свежего воздуха к границам огневого шторма со скоростью не менее 14-15 м/с.

Как распространяющиеся, так и не распространяющиеся пожары могут возникать и развиваться на различных объектах.

Поэтому все пожары по принадлежности их к объектам подразделяются на следующие:

— пожары на гражданских объектах;
— пожары на промышленных объектах;
— пожары в лесном фонде;
— пожары на сельскохозяйственных объектах;
— пожары на объектах транспорта.

По размерам пожары могут быть:

1) малыми,
2) средними
3) крупными.

По характеру воздействия на ограждения пожары подразделяются на:

1) **локальные**
2) **объемные.**

Локальные пожары характеризуются слабым тепловым воздействием на ограждения и развиваются при избытке воздуха, необходимого для горения, и зависит от вида горючих веществ и материалов, их состояния и расположения в помещении.

Объемные пожары характеризуются интенсивным тепловым воздействием на ограждения. Для объемного пожара, регулируемого вентиляцией, характерно наличие между факелом пламени и поверхностью ограждения газовой прослойки из дымовых газов, процесс горения происходит при избытке кислорода воздуха и приближается к условиям горения на открытом пространстве. Для объемного пожара, регулируемого пожарной нагрузкой, характерно отсутствие газовой (дымовой) прослойки между пламенем и ограждением.

Объемные пожары в ограждениях принято называть ***открытыми*** пожарами, а локальные пожары, пожары, протекающие при закрытых дверных и оконных проемах, — ***закрытыми.***

Следует отметить, что размер может определяться по различным признакам:

1) по величине ущерба;
2) по размерам (площади или объему, дебиту фонтана) пожара;
3) по количеству требуемых для тушения сил и средств;
4) по сложности управления боевыми действиями подразделений пожарной охраны.

Классификация пожаров по размерам является условной и производится на основании признаков и различий, принятых в нормативных документах.

По продолжительности пожары подразделяются на:

— кратковременные (мало продолжительные),

— средней продолжительности (средне продолжительные),

— затяжные (продолжительные).

Классификация пожаров по продолжительности, так же, как и по размерам, производится на основании условно принимаемых различий.

По отношению к поверхности земли пожары могут располагаться на различных уровнях. По данному признаку пожары подразделяются на следующие:

1) подземные;
2) наземные;
3) средневысотные;
4) высотные.

Подземными пожарами называются пожары, расположенные ниже уровня земли, на любой глубине.

Под наземными пожарами понимают такие пожары, которые находятся на высоте, достигаемой при помощи ручных пожарных лестниц.

Под средневысотными пожарами понимают пожары, расположенные выше уровня поверхности земли, то есть до высоты, которая достигается при использовании пожарных автолестниц и подъемников.

Высотными пожарами называются пожары, расположенные выше 30 метров от уровня поверхности земли.

Наиболее сложными являются пожары одновременно наружные и внутренние, открытые и скрытые. Однако какой-то вид из совокупности этих пожаров в определенный момент является основными и характеризующим обстановку в целом.

С изменением обстановки изменяется и вид пожара. Так, при развитии пожара в здании скрытое внутреннее горение может перейти в открытое внутреннее, а внутреннее — в наружное и наоборот.

3. Техногенные пожары

Неизбежность прогресса, приносящего немалую пользу и подталкивающего жизнь к дальнейшей эволюции, имеет свои побочные эффекты в виде концентрации на сравнительно малых площадях производственных помещений большого количества сложного технического оборудования. В случае его выхода из строя иногда случаются аварии, а иногда – крупные катастрофы, которые носят название техногенные. Они сопровождаются неконтролируемым горением, ведущему к причинению массовых травм и гибели людей.

Причиной возгорания являются:

- твердые вещества (дерево, текстиль, пластмасса) и другие;
- газообразные, возникающие в природе, а также промышленные;
- жидкости (нефть и нефтепродукты, смолы, спирт);
- с участием электрического тока;
- легкие металлы (литий, титан и другие).

По способам связи с окружающим пространством техногенные пожары бывают открытые и закрытые. Первая группа (к ней относятся и пожары в ограждениях) подразделяется на:

- Массовые, имеющие большую скорость распространения и характеризующиеся охватом больших территорий.
- Распространяющиеся, постоянно увеличивающие ширину и периметр фронта возгорания, двигаясь разнонаправленно с неоднородной скоростью.
- Локальные (не распространяющиеся).

Классификация техногенных пожаров по внешним признакам прохождения процесса:

- наружные (всегда открытые - легко обнаруживаются визуально)
- внутренние (подразделяются на открытые и скрытые - могут быть наружными и внутренними, сосредоточены в пустотах строительных конструкций, обнаруживаются по признакам: повышение температуры конструкции, изменение расцветки штукатурки, появление дыма из щелей).

Основные поражающие факторы техногенных пожаров и взрывов:

1. Мощное термическое воздействие (тепловое излучение).

2. Механическое воздействие, итогом которого являются обрушения, разрушения зданий и сооружений.

3. Пониженная концентрация кислорода. В условиях пожара концентрация кислорода в воздухе уменьшается. Между тем понижение ее даже на 3% вызывает ухудшение двигательных функций

организма. Опасной считается концентрация менее 14%. При ней нарушаются мозговая деятельность и координация движений.

4. Токсичные продукты горения. Опасны для живых организмов из-за наличия продуктов горения, особенно при пожарах и взрывах на химически опасных производственных объектах.

5. Потеря видимости вследствие задымления. Успех эвакуации людей при пожаре может быть обеспечен лишь при их беспрепятственном движении. Эвакуируемые обязательно должны четко видеть эвакуационные выходы или указатели выходов. При потере видимости движение людей становится хаотичным. В результате этого процесс эвакуации затрудняется, а затем может стать неуправляемым.

6. Барическое воздействие ударной волны при взрывах газовоздушных смесей, взрывоопасных веществ, технологических установок и оборудования, которое может приводить к травмам человека различной степени тяжести – от легких поражений до повреждений органов слуха, внутренних органов и даже летального исхода.

Следует учитывать, что при чрезвычайной ситуации техногенного характера на организм человека обычно воздействует не один конкретный фактор, а целый их комплекс. В этом случае возможно явление синергизма – усиление одним фактором действия другого; или, напротив, антагонизма – один фактор ослабляет действие второго.

Техногенные пожары наносят ущерб всему обществу и государству:

- экономический;
- экологический;
- здоровью и жизни.

При этом косвенный ущерб может быть в десятки и даже сотни раз больше прямого. Показатель его рассчитывают исходя из суммы затрат на восстановление зданий и сооружений, размеров прибыли, которая была упущена за время простоя, величины штрафов и помощи пострадавшим, средств, затраченных на ликвидацию последствий пожара или взрыва.

Риски возникновения техногенных пожаров:

- нарушения технологического режима работ;
- несоблюдение мер пожарной безопасности персоналом, например, курение в неположенных местах, разведение открытого огня, использование обогревателей в запрещенных местах и пр.;
- невыполнение требований строительных нормативов по обеспечению пожарной безопасности зданий – конструктивная

огнезащита, огнестойкость конструкций, отделочные материалы и т. д.;

- поджог;
- короткое замыкание в сети;
- нарушение правил эксплуатации печного отопления.

Если предотвращение природных пожаров – трудновыполнимая задача, то риски пожаров техногенного характера могут быть уменьшены путем более тщательного соблюдения мероприятий пожарной профилактики и активной пожарной защиты объектов.

Распространению пожара на промышленных предприятиях способствуют:

- скопление значительного количества горючих веществ и материалов на производственных и складских площадях; наличие путей, создающих возможность распространения пламени и продуктов горения на смежные установки и соседние помещения;
- внезапное появление в процессе пожара факторов, ускоряющих его развитие;
- запоздалое обнаружение возникшего пожара и сообщение о нем в пожарную часть;
- отсутствие или неисправность стационарных и первичных средств тушения пожара; неправильные действия людей при тушении пожара.

4. Распространение пожара в помещении, по зданию и сооружению

В зависимости от характеристик конструктивной и функциональной пожарной опасности распространение пожара происходит (рис.1):

В помещении:

- по сгораемым веществам и материалам, находящимся в помещении, в виде линейного распространения горения;
- по технологическому оборудованию и конструкциям;
- по распространяющим горение строительным конструкциям;
- при переходе линейного распространения горения в пожар в объеме помещения при количестве пожарной нагрузки, превосходящем критическую величину;
- в результате взрыва;
- вследствие лучистого и конвективного тепломассообмена между источником горения и другим пространством.

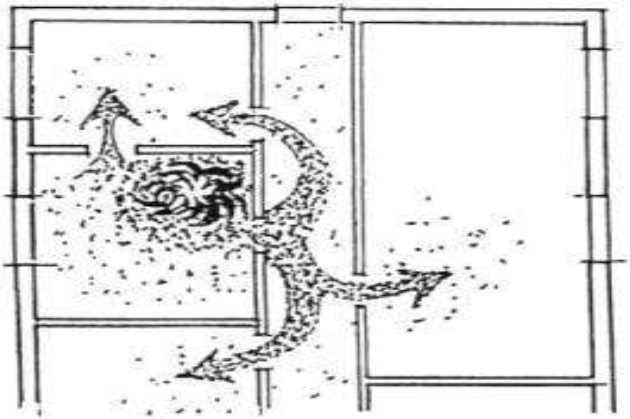
В здании:

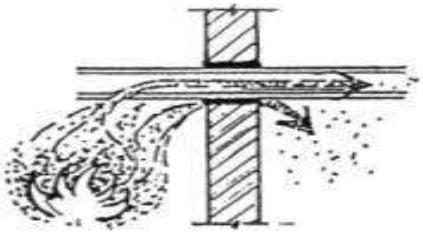
- при переходе пламени и продуктов горения через дверные проемы, люки, оконные и технологические проемы между помещениями;
- по коммуникациям, шахтам;
- в результате достижения пределов огнестойкости ограждающими и несущими конструкциями;
- по распространяющим горение строительным конструкциям и содержащимся в них пустотам;
- по местам некачественной заделки стыков и трещинам;
- по проемам в наружных стенах и фасаду здания.

Между зданиями:

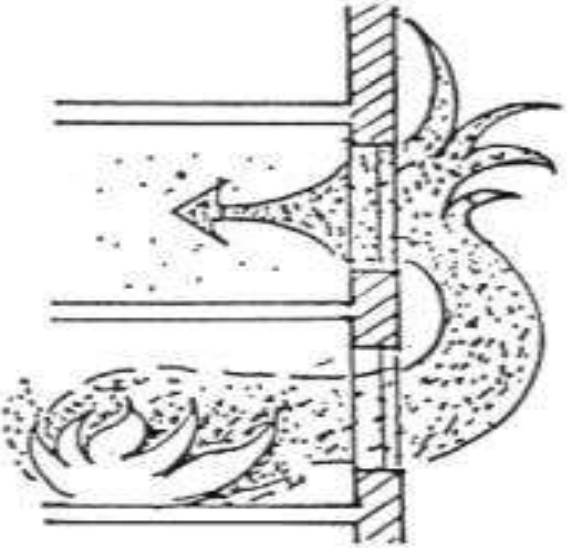
- в результате взрыва;
- в результате теплового излучения пламени горящего здания;
- в результате переброса на значительные расстояния искр и горящих конструктивных элементов.

а) По проемам, стыкам и коммуникациям.

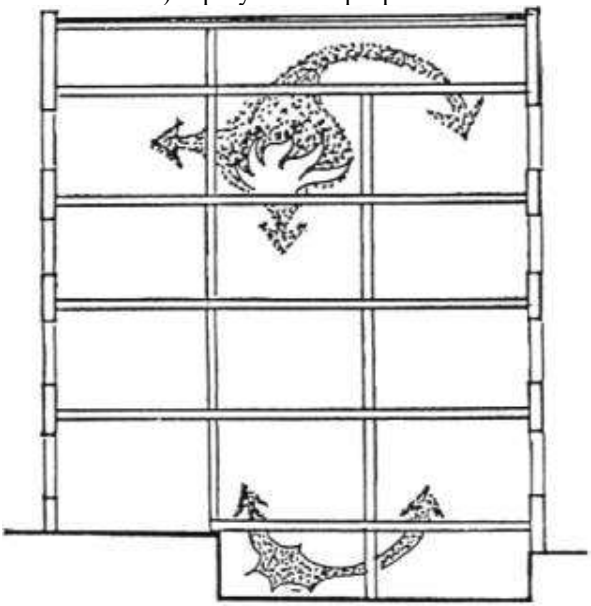




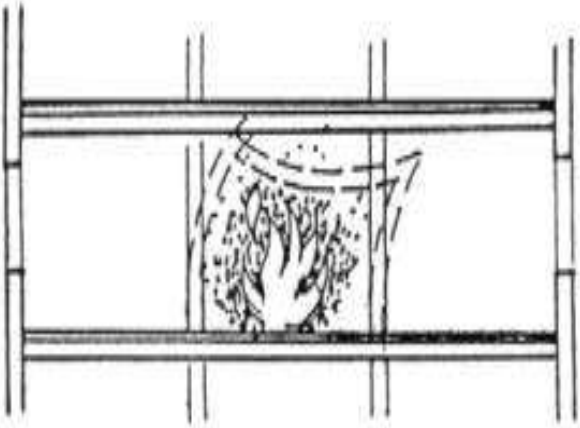
б) По наружным проемам.



в) В результате прогрева.



г) В результате обрушения конструкций.



д) По сгораемым конструкциям и пустотам в конструкциях.

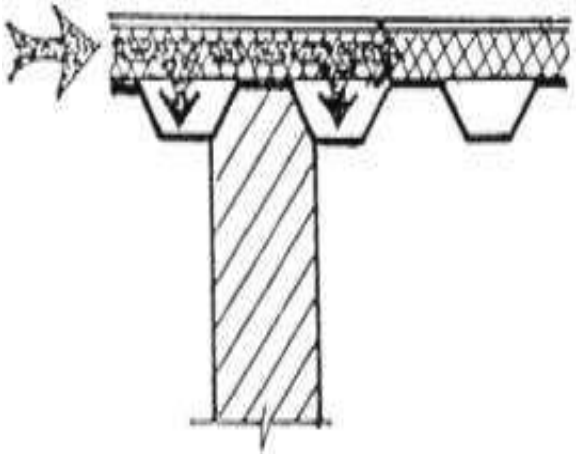


Рис.1. Варианты возможного распространения пожара.

Площадь и объем, на которые возможно распространение пожара, определяются видом пожара в помещении, скоростью линейного горения по сгораемым веществам, материалам и строительным конструкциям, временем перехода линейного горения в объемный пожар, характеристиками средств тушения.

Предотвращение распространения пожара достигается:

- предотвращением распространения горения в технологическом оборудовании и коммуникациях;
- ограничением применения сгораемых веществ и материалов в технологических процессах;
- применением не распространяющих горение строительных материалов и конструкций;
- разделением различных по пожарной опасности процессов;
- ограничением размеров зданий и пожарных отсеков;
- повышением пределов огнестойкости и снижением горючести ограждающих и несущих строительных конструкций;
- использованием противопожарных преград;
- защитой проемов, устройством преград в коммуникациях, заделкой стыков;
- использованием первичных, автоматических и привозных средств пожаротушения, а также систем обнаружения и сигнализации о пожаре;
- устройством противопожарных разрывов и преград между зданиями;
- использованием противопожарного водопровода;
- обеспечением доступа пожарных к возможным очагам пожара.

5. Особенности тушение пожаров в производственных зданиях

При тушении пожара в производственных помещениях необходимо выяснить наличие и характеристику пожароопасных и взрывоопасных веществ, установить наличие стационарных систем пожаротушения и возможность их использования, применять средства пожаротушения, учитывая характер горящих веществ, обеспечить защиту оборудования сырья и готовой продукции от огня и воды, обесточить электроустановки.

Тушение пожаров химических веществ.

При тушении пожаров в хранилищах и цехах с химическими веществами возможно наличие веществ, выделяющих токсичные пары и газы, веществ вызывающих быстрое распространение огня, веществ, для тушения, которых необходимы специальные средства. ***При тушении пожаров в хранилищах химических веществ необходимо:***

- установить состав, количество и местонахождение веществ;

- применять средства тушения с учетом характеристик горящих веществ;
- обеспечить личный состав СИЗ;
- учитывать указания обслуживающего персонала.

Тушение пожаров нефтепродуктов.

Пожары в резервуарных парках хранения нефтепродуктов характеризуются разрывами резервуаров, вскипанием и выбросом нефтепродуктов, быстрым распространением огня по технологическим системам.

При тушении пожара нефтепродуктов необходимо:

- отключить резервуары и коммуникации;
- охлаждать горящие и соседние резервуары;
- задействовать стационарные установки пожаротушения и охлаждения;
- обеспечить вывод подвижного состава в безопасное место;
- подачу пены или огнетушение порошка начинать только после того, как подготовлено полное расчетное количество средств;
- производить тушение с наветренной стороны;
- использовать тепло отражательные костюмы;

Тушение пожаров в помещениях с электроустановками.

При пожаре в помещениях с электроустановками возможно плотное задымление с образованием токсичных продуктов, опасность поражения электрическим током.

При тушении пожара в помещениях с электроустановками необходимо:

- не допускать самостоятельных действий ЛС по обесточиванию электролиний;
- использовать в первую очередь стационарные средства пожаротушения;
- приступать к подаче огнетушащих средств только после соответствующего инструктажа.

При пожарах подвижных составов на железнодорожном транспорте возможны:

- быстрое распространение огня внутри вагонов, распространение огня на соседние здания и сооружения;
- растекание горючих, токсичных и ядовитых жидкостей из цистерн и образование загазованных зон;
- ограниченность подъездов и подступов к горящим вагонам;
- отдаленность водоисточников.

При тушении пожаров на железнодорожном транспорте необходимо:

- установить вид горящего груза, расцепить и отогнать соседние вагоны;
- осуществлять прокладку рукавных линий под рельсами или вдоль путей;
- принять меры к защите л/с при отравления токсичными веществами;
- организовать отвод составов со смежных путей.

Руководство противопожарной защитой и государственный пожарный надзор осуществляют МВД ПМР через областные управления пожарной охраны и их местные органы. Основной задачей органов государственного пожарного надзора является охрана государственной и других видов собственности в ПМР и личного имущества граждан и от огня.

В их деятельности можно выделить три группы функций: организаторские, контрольные и административные.

Эти функции определены Положением о государственном пожарном надзоре и сводятся к разработке и согласованию противопожарных норм, контроля соблюдения противопожарных правил при проектировании, к надзору за противопожарным состоянием действующих ОЭ, учету и анализу пожаров, пропаганде, административной работе и дознанию. Во всех городах, поселках, на значимых ОЭ имеются части пожарной охраны, которые осуществляют контроль за выполнением профилактических мероприятий и организуют тушение пожаров.

ЛЕКЦИЯ 6: «ВЗРЫВ – ОДИН ИЗ ВИДОВ АВАРИИ». (3 часа)

1. ***Взрывоопасные вещества.***
2. ***Взрывы как техногенные события производственных аварий. Причины. Поражающее действие взрыва. Классификация взрывов.***
3. ***Виды взрывов на объектах экономики.***

1. Взрывоопасные вещества

Взрывчатое вещество (**ВВ**, взрывчатка) — конденсированное химическое вещество или смесь таких веществ, способное при определенных условиях под влиянием внешних воздействий к быстрому самораспространяющемуся химическому превращению (взрыву) с выделением большого количества тепла и газообразных продуктов.

В зависимости от химического состава и внешних условий взрывчатые вещества могут превращаться в продукты реакции в режимах медленного (дефлаграционного) горения, быстрого (взрывного) горения или детонации. Поэтому традиционно к взрывчатым веществам также относят соединения и смеси, которые не детонируют, а горят с определённой скоростью (метательные пороха, пиротехнические составы).

Взрывное превращение, как правило, носит кратковременный характер, протекает при температурах от 2500 до 4500 К и сопровождается выделением огромного количества высокотемпературных газов и тепла. Взрывная реакция не требует наличия в окружающем воздухе окислителя (в качестве которого обычно выступает кислород), поскольку он содержится в химически связанном виде в ингредиентах взрывчатки.

Стоит отметить, что суммарное количество энергии, которая высвобождается при взрыве, относительно невелико и обычно в пять или шесть раз меньше теплотворной способности нефтепродуктов аналогичной массы. Тем не менее, несмотря на скромную энергетическую отдачу, огромная скорость реакции, обеспечивает достижение высоких значений мощности.

Высвобождение большого количества газообразных продуктов сгорания считается другим признаком химической реакции в виде взрыва. При этом, стремительная трансформация взрывчатого вещества в высокотемпературные газы сопровождается скачкообразным изменением давления (до 10—30 ГПа), которое носит

название ударной волны. Распространение этой волны способствует передаче энергии от одного слоя взрывчатки к другому и сопровождается возбуждением в новых слоях аналогичной химической реакции. Этот процесс получил название детонации, а инициирующая его ударная волна стала называться детонационной волной.

Существует ряд веществ, способных к нехимическому взрыву (например, ядерные и термоядерные материалы, антивещество). Также существуют методы воздействия на различные вещества, приводящие к взрыву (например, лазером или электрической дугой). Обычно такие вещества не называют «взрывчатыми».

Под взрывчатыми веществами понимаются как индивидуальные взрывчатые вещества, так и взрывчатые составы, содержащие одно или несколько индивидуальных взрывчатых веществ, флегматизаторы, металлические добавки и другие компоненты. ***Взрывчатое превращение взрывчатых веществ характеризуется следующими условиями:***

- высокая скорость химического превращения;
- выделение тепла (экзотермичность процесса);
- образование газов или паров в продуктах взрыва;
- способность реакции к самораспространению.

Любое взрывчатое вещество обладает следующими характеристиками:

- способность к экзотермическим химическим превращениям
- способность к само распространяющемуся химическому превращению

Важнейшими характеристиками взрывчатых веществ являются:

- скорость взрывчатого превращения (скорость детонации или скорость горения) ;
- давление детонации;
- теплота (удельная теплота) взрыва;
- состав и объём газовых продуктов взрывчатого превращения;
- максимальная температура продуктов взрыва (температура взрыва) ;
- чувствительность к внешним воздействиям;
- критический диаметр детонации;
- критическая плотность детонации.

При детонации разложение взрывчатых веществ происходит настолько быстро (за время от 10^{-6} до 10^{-2} сек.), что газообразные продукты разложения с температурой в несколько тысяч градусов

оказываются сжатыми в объёме, близком к начальному объёму заряда. Резко расширяясь, они являются основным первичным фактором разрушительного действия взрыва.

Различают два основных вида действия взрывчатых веществ: бризантное (местного действия) и фугасное (общего действия).

Существенное значение при хранении взрывчатых веществ и обращении с ними имеет их стабильность.

В прикладных сферах широко используется не более двух-трёх десятков взрывчатых веществ и их смесей.

Классификация взрывчатых веществ.

1. По составу:

По своему химическому составу всё многообразие взрывчатых веществ разделяется на взрывчатые химические соединения и взрывчатые смеси:

- ***Индивидуальные химические соединения***, большинство которых представляет собой кислородосодержащие вещества, обладающие свойством полностью или частично окисляться внутри молекулы без доступа воздуха. Существуют соединения, не содержащие кислород, но обладающие свойством взрываться (разлагаться) (азиды, ацетилениды, диазосоединения и др.). Они, как правило, обладают неустойчивой молекулярной структурой, повышенной чувствительностью к внешним воздействиям (трению, удару, нагреву, огню, искре, переходу между фазовыми состояниями, другим химическим веществам) и относятся к веществам с повышенной взрывоопасностью.
- ***Взрывчатые смеси-композиты***, которые состоят из двух и более химически не связанных между собой веществ и могут быть жидкими, твёрдыми и газообразными. В военном деле также широко применяются боеприпасы, снаряжаемые только горючим веществом, которое распыляется в воздухе, а реакция подрыва протекает за счёт атмосферного кислорода. Многие взрывчатые смеси состоят из индивидуальных веществ, не имеющих взрывчатых свойств (горючих, окислителей и регулирующих добавок). Регулирующие добавки применяют:
  - для снижения чувствительности взрывчатых веществ к внешним воздействиям. Для этого добавляют различные вещества — флегматизаторы (парафин, церезин, воск, дифениламин и др) ;
  - для увеличения теплоты взрыва. Добавляют металлические порошки, например, алюминий, магний, цирконий, бериллий и прочие восстановители;

- для повышения стабильности при хранении и применении;
- для обеспечения необходимого физического состояния. Например, для повышения вязкости суспензионных взрывчатых веществ применяют натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ) ;
- для обеспечения функций контроля над применением взрывчатых веществ. В состав взрывчатых веществ могут вводиться специальные вещества-маркеры, по наличию которых в продуктах взрыва устанавливается происхождение взрывчатых веществ.

2. По физическому состоянию:

- газообразные;
- жидкие. При нормальных условиях таким взрывчатым веществом является, например, индивидуальные вещества нитроглицерин, этиленгликольдинитрат (нитрогликоль), этилнитрат и другие. Существует много разработок жидких смесевых взрывчатых веществ (наиболее известны взрывчатые вещества Шпренгеля, панкластит и др.)
- гелеобразные. При растворении нитроцеллюлозы в нитроглицерине образуется гелеобразная масса, получившая название «гремучий студень».
- суспензионные. Большая часть современных промышленных взрывчатых веществ представляют собой суспензии смесей аммиачной селитры с различными горючими и добавками в воде (акватол, ифзанит, карбатол). Существует огромное число суспензионных взрывчатых составов, в которых либо окислители, либо горючие представляют собой жидкую среду. Применяются для заливки шпуров, но большинство таких составов со временем утратили техническую и экономическую целесообразность применения.
- эмульсионные;
- твердые. В военном деле применяются преимущественно твёрдые (конденсированные) взрывчатые вещества. Твердые взрывчатые вещества могут быть
    - монолитными (тол)
    - порошкообразными (гексоген)
    - гранулированными (аммиачно-селитренные взрывчатые вещества)
- пластичные;
- эластичные.

3. По взрывчатым свойствам:

- инициирующие;
- бризантные.

Инициирующие ***(первичные) взрывчатые вещества*** предназначаются для возбуждения взрывчатых превращений в зарядах других, более стабильных, взрывчатых веществ. Уже при атмосферном давлении их горение протекает неустойчиво и любой начальный импульс воспламенения немедленно запускает детонацию. Помимо этого, инициирующие взрывчатые вещества отличаются повышенной чувствительностью и легко взрываются от многих других видов начального воздействия: удара, трения, накола жалом, электрической искры и т. п. Основой инициирующих взрывчатых веществ являются гремучая ртуть, азид свинца, тринитрорезорцинат свинца (ТНРС), тетразен, диазодинитрофенол (или их смеси) и прочие с высокой скоростью детонации (свыше 5000 м/с).

В военном деле и в промышленности инициирующие взрывчатые вещества применяются для снаряжения капсюлей-воспламенителей, капсюльных втулок, запальных трубок, различных электровоспламенителей, артиллерийских и подрывных капсюлей-детонаторов, электродетонаторов и др.[3] Они используются также в различных средствах пироавтоматики: пирозарядах, пиропатронах, пирозамках, пиротолкателях, пиромембранах, пиростартёрах, катапультах, разрывных болтах и гайках, пирорезаках, самоликвидаторах и др.[3]

Бризантные (вторичные) — вещества с высокой бризантностью, которой соответствует большая скорость распространения взрывной волны в веществе. От инициирующих отличаются меньшей чувствительностью, а их горение при сравнительно невысокой величине давления (которое, тем не менее, должно быть выше атмосферного) вполне может привести к детонации.

Бризантные взрывчатые вещества менее чувствительны к внешним воздействиям, и возбуждение взрывных превращений в них осуществляется главным образом с помощью инициирующих взрывчатых веществ. В качестве бризантных взрывчатых веществ применяются обычно различные нитросоединения (тротил, нитрометан, нитронафталины и др.), N-нитрамины (тетрил, гексоген, октоген, этилен-N,N'-динитрамин и др.), нитраты спиртов (нитроглицерин, нитрогликоль), нитраты целлюлозы и др. Часто эти соединения применяют в виде смесей между собой и с другими веществами.

Бризантные взрывчатые смеси часто называют по виду окислителя:

- хлоратиты (окислитель — хлорат калия);
- перхлоратиты (окислитель — перхлорат калия, перхлорат аммония);
- аммониты (окислитель — нитрат аммония);
- оксиликвиты (окислитель — жидкий кислород) и др.

По методу производства зарядных элементов бризантные взрывчатые вещества нередко подразделяют на литьевые, прессовочные и шнековочные, а по обратимости деформации — пластичными и эластичными.

Бризантные взрывчатые вещества применяют для снаряжения боевых частей ракет различных классов, снарядов реактивной и ствольной артиллерии, артиллерийских и инженерных мин, авиационных бомб, торпед, глубинных бомб, ручных гранат и т. д.

В ядерных боеприпасах бризантные взрывчатые вещества используются в зарядах, предназначенных для перевода ядерного горючего в надкритическое состояние.

В различных вспомогательных системах ракетно-космической техники бризантные взрывчатые вещества применяют в качестве основных зарядов для разделения конструкционных элементов ракет и космических аппаратов, отсечки тяги, аварийного выключения и подрыва двигателей, выброса и отсечки парашютов, аварийного вскрытия люков и др.

В авиационных системах пироавтоматики бризантные взрывчатые вещества используются для аварийного отделения кабин, взрывного отброса винтов вертолётов и т. д.

Значительное количество бризантных взрывчатых веществ расходуется в горном деле (вскрышные работы, добыча полезных ископаемых), в строительстве (подготовка котлованов, разрушение скальных пород, разрушение ликвидируемых строительных конструкций), в промышленности (сварка взрывом, импульсная обработка металлов и др.).

4. По методу приготовления зарядов:

- прессованные;
- литые (взрывчатые сплавы);
- патронированные.

5. По направлениям применения:

- военные;
- промышленные:

- для горного дела (добыча полезных ископаемых, производство стройматериалов, вскрышные работы). Промышленные взрывчатые вещества для горных работ по условиям безопасного применения подразделяют на непредохранительные и предохранительные;
- для строительства (плотин, каналов, котлованов, дорожных выемок и насыпей);
- для сейсморазведки;
- для разрушения строительных конструкций;
- для обработки материалов (сварка взрывом, упрочнение взрывом, резание взрывом);
- специального назначения (например, средства расстыковки космических аппаратов);
- антисоциального применения (терроризм, хулиганство), при этом часто используются низкокачественные вещества и смеси кустарного изготовления.
- опытно-экспериментальные.

6. По степени опасности:

Существуют различные системы классификации взрывчатых веществ по степени опасности. Наиболее известны:

- Согласованная на глобальном уровне система классификации опасности и маркировки химической продукции (СГС), принятая ООН в 2003 (действует первая пересмотренная редакция 2005);
- Классификация по степени опасности в горных работах;

2. Взрывы как техногенные события производственных аварий

Взрывы в промышленности являются одним из проявлений аварийных событий, как правило, на взрывоопасных объектах, к которым относятся предприятия оборонной, нефте-, газодобывающей, нефтехимической, пищевой, текстильной, фармацевтической отраслей экономики, склады боеприпасов, горючих жидкостей, сжиженных газов, продуктопроводы различного назначения и др. Все эти объекты, во-первых, имеют достаточно широкое распространение и, во-вторых, на них в обороте имеется большое количество пожаро-, взрывоопасных и токсичных веществ.

Таким образом, под **взрывоопасным объектом (ВОО)** понимают объект, в технологической схеме которого находят производство, хранение, применение и транспортирование взрывчатых веществ, горючих жидкостей и газов, пылевоздушных смесей и др., обладающих запасом потенциальной энергии, способной при большой скорости высвобождения генерировать ударную волну, которая и оказывает разрушающее воздействие на объект окружающей среды.

Взрыв – это быстрое неуправляемое высвобождение большого количества энергии за короткий промежуток времени в ограниченном объеме, связанное с внезапными изменениями состояния вещества, сопровождаемое механическим воздействием на окружающую среду. Взрывчатое вещество при этом превращается в газ с очень высокой температурой и давлением.

Причины взрывов:

а) при разрушении сосудов под высоким давлением находящихся в них веществ;

б) соприкосновение расплавленных металлов с водой;

в) дефлаграции (горении) и детонации газовоздушных смесей, образующихся при утечках горючих газов;

в) дефлаграции и детонации паровоздушных смесей, возникающих при испарении разлитых жидкостей;

г) дефлаграции пылевоздушных смесей;

д) химическом разложении промышленных взрывчатых веществ в случае нарушения правил их безопасного изготовления, хранения, транспортирования.

Поражающее действие взрыва.

Механическая работа, совершаемая при взрыве, обусловлена быстрым расширением газов или паров независимо от того, существовали ли они до взрыва или образовались во время взрыва. В основе взрывного процесса могут лежать как физическое разрушение сосуда со сжатым газом или перегретой жидкостью, так и химические превращения (детонация конденсированного взрывчатого вещества, быстрое сгорание газового облака), высвобождение внутриядерной энергии (ядерный взрыв), электромагнитной энергии (искровой разряд, лазерная искра), механическая энергия (падение метеорита) и т. п.

Самым существенным признаком взрыва является резкий скачок давления в среде, обуславливающий образование ударной волны, распространяющейся на некоторое расстояние от места взрыва.

Техногенные взрывы, происходящие в промышленной зоне, способны воздействовать на производственный персонал, здания, сооружения, техногенные устройства, население соседней жилой зоны

и другие компоненты окружающей среды. В зависимости от того, как распределится энергия во взрывном процессе, **поражающее воздействие может быть связано с:**

- воздушной ударной волной;
- движущимися осколками, обломками и предметами;
- скоростным напором воздушного потока;
- температурой и инфракрасным излучением высокотемпературной зоны взрыва;
- продуктами взрыва.

Поражающее действие взрывной ***ударной волны*** (ВУВ) определяется избыточным давлением во фронте ударной волны и скоростным напором.

Сжимающее (барическое) воздействие вызывается давлением воздуха окружающей среды, увеличившимся при подходе фронта ударной волны. Части организма, имеющие существенную разницу в плотностях соседних тканей, наиболее поражаемы. Повреждения лёгких являются причиной многих патофизиологических эффектов.

К другим последствиям барического воздействия взрыва относятся повреждения гортани, трахеи, брюшной полости, нервных окончаний спинного мозга и т.д.

Слуховой анализатор человека также проявляет высокую чувствительность к изменению давления. Ухо может откликаться на очень низкие (10^{-12} Вт/м^2) величины потока акустической энергии, которые вызывают отклонение барабанной перепонки на расстояние, меньшее диаметра молекулы водорода. Однако оно не способно правильно реагировать на импульсы, период которых меньше 0,3 мс.

При достаточно длительном акустическом воздействии границей временной потери слуха при нормально падающей волне является уровень звукового давления в 160 дБ, нижний предел разрыва барабанной перепонки наблюдается при 185 дБ; 50%-вероятности разрыва барабанной перепонки соответствует значение в 195 дБ.

Поражения, наносимые людям при взрыве, принято разделять следующим образом:

• легкие (20– 40 к. Па, или 0, 2– 0, 4 кгс/см^2) – скоропроходящие нарушения функций организма (звон в ушах, головокружение, головная боль, возможные вывихи и ушибы);

• средние (40– 60 к. Па, или 0, 4– 0, 6 кгс/см^2) – вывихи конечностей, контузия головного мозга, повреждение органов слуха, кровотечение из носа и ушей;

• тяжелые (60– 100 к. Па, или 0, 6– 1 кгс/см^2) – сильные контузии всего организма, потеря сознания, переломы конечностей и пр.;

• крайне тяжелые (более 100 к. Па, или 1 кгс/см^2) – переломы конечностей, внутренние кровотечения, сотрясение мозга, потеря сознания, возможны смертельные исходы. При взрыве может произойти разрушение здания, в котором расположено оборудование, сосуды, работающие под давлением, или его частей, а также травмирование персонала разлетающимися осколками оборудования.

Динамическое действие взрыва связано с образованием осколков и обломков, переносом предметов и тел.

При скорости распространения пламени, превышающей скорость звука, возникает ***взрывное горение*** с температурой от 1500 до 3000°С и генерируется ударная волна со скачком давления до 100 МПа. При этом на сообщение осколкам кинетической энергии тратится до 60% энергии расширения газов, а 40% – на формирование ударной волны. При взрывах большая часть осколков (80%) разлетается на расстояние 200 м, меньшая (20%) на расстояние до 1000 м, отдельные осколки могут разлетаться на расстояние до 3 км.

Другая группа опасностей ***зависит от свойств веществ***, находящихся в оборудовании, работающем под давлением. Так, обслуживающий персонал может получить термические ожоги (если в разгерметизировавшейся установке находились вещества с высокой или низкой температурой) или химические ожоги (если в сосуде находились агрессивные вещества). При этом создается опасность отравления персонала, а при разгерметизации установок, содержащих различные радиоактивные вещества, возникает и радиационная опасность.

Классификация взрывов.

Взрывы могут быть:

- запланированными;
- случайными.

К запланированным относятся взрывы зарядов конденсированных (обычных) взрывчатых веществ (ВВ) при разработке горных пород, при штамповке, упрочнении и сварке металлов, в строительстве и в других отраслях промышленности, а также при диверсиях и террористических акциях.

Случайные взрывы происходят при хранении, изготовлении и транспортировке взрывчатых веществ в результате нарушения технологии, правил эксплуатации и мер безопасности при обращении со взрывчатыми веществами и взрывными устройствами.

Случайные взрывы также могут происходить при разрушениях емкостей с газом (бутан, пропан, этан и др.) или разрывах газопроводов, при утечке газа из оборудования, аппаратов, бытовых приборов жилых зданий с образованием взрывных газовоздушных смесей, а также при скоплении производственной пыли (угольный, сахарной, мучной, текстильной и др.) в помещениях с образованием взрывных пылевоздушных смесей. Все эти смеси при определенных условиях могут инициировать объемные взрывы, обладающие огромной разрушительной способностью.

В зависимости от среды, в которой происходят взрывы, они бывают:

- подземными;
- наземными;
- воздушными;
- подводными;
- надводными.

В зависимости от природы возникновения взрывы помогут быть:

- ядерными;
- физическими:
  - взрывы сосудов под давлением;
  - паровые взрывы;
- химическими.

Виды взрывов в производственных условиях:

- взрыв в непосредственной близости от объекта;
- взрыв внутри объекта (сооружения).

3. Виды взрывов на объектах экономики

Наибольшим разрушениям от взрывов подвергаются здания и сооружения больших размеров с легкими несущими конструкциями, значительно возвышающиеся над поверхностью земли. Подземные и заглубленные в грунт сооружения с жесткими конструкциями обладают значительной сопротивляемостью разрушению.

Взрывы происходят:

а) при разрушении сосудов под высоким давлением находящихся в них веществ;

б) соприкосновение расплавленных металлов с водой;

в) дефлаграции и детонации газовоздушных смесей, образующихся при утечках горючих газов;
в) дефлаграции и детонации паровоздушных смесей, возникающих при испарении разлитых жидкостей;
г) дефлаграции пылевоздушных смесей;
д) химическом разложении промышленных взрывчатых веществ в случае нарушения правил их безопасного изготовления, хранения, транспортирования.

Причинами сильного разрушения при слабых взрывах могут быть:

- старение систем (снижение механической прочности);
- нарушение технологического режима;
- конструкторские ошибки;
- неисправности контрольно-измерительных приборов, регулирующих и предохранительных устройств;
- ошибки обслуживающего персонала и т. д.

Оценку **степени разрушений** элементов объекта, вызванных воздушной ударной волной, принято давать по следующей шкале:

- слабое (8– 10 к. Па) – объект не выходит из строя, необходим незначительный ремонт;
- среднее (10– 20 к. Па) – разрушены главным образом второстепенные элементы объекта, которые могут быть восстановлены путем проведения среднего и капитального ремонта;
- сильное (20– 40 к. Па) – разрушена большая часть несущих конструкций и стен; восстановление возможно, но нецелесообразно; • полное (40– 60 к. Па) – обрушение перекрытий и разрушение всех несущих конструкций; восстановление невозможно.

Выделяют три зоны действия взрыва (рис. 2.):

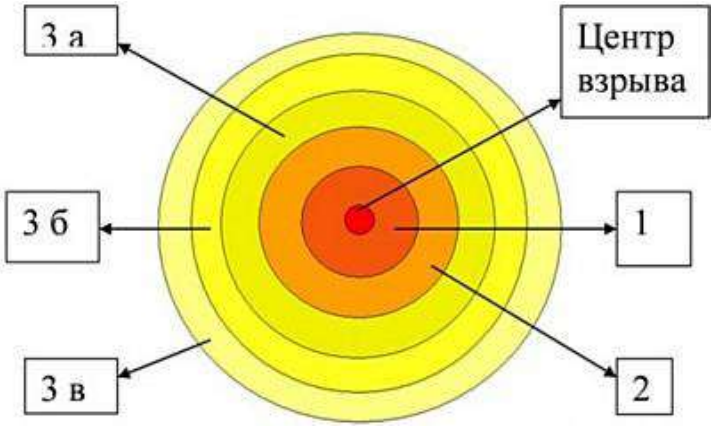


Рис. 2. Зоны действия взрыва: зона 1 – зона действия детонационной волны; зона 2 – зона действия продуктов взрыва; зона 3 (а, б, в) – зона действия воздушной ударной волны: 3а, 3б, 3в – соответственно зона сильных, средних и слабых разрушений

Виды взрывов на объектах экономики:

1. Взрывы конденсированных взрывчатых веществ, газо-, паро- и пылевоздушных смесей.
2. Взрывы сосудов, работающих под давлением.
3. Взрывы технологических систем со сжатыми негорючими газами.
4. Взрывы технологических систем с перегретыми жидкостями.

1. Взрывы конденсированных взрывчатых веществ, газо-, паро- и пылевоздушных смесей.

Под **конденсированными взрывчатыми веществами (КВВ)** понимаются химические соединения или смеси, находящиеся в твердом или жидком состоянии и под влиянием определенных внешних условий способные к быстрому самораспространяющемуся химическому превращению с образованием сильно нагретых и обладающих большим давлением газов, которые, расширяясь, производят механическую работу.

Горение КВВ — это процесс взрывчатого превращения, обусловленный передачей энергии от одного слоя взрывчатого вещества к другому путем теплопроводности и излучения тепла газообразными продуктами.

Взрывчатые характеристики КВВ зависят от их природы и состояния, а именно:

- чувствительность к внешним воздействиям;
- энергия (теплота);
- скорость детонации;
- бризантность (материалы, находящиеся вблизи взрывчатого вещества, при взрыве подвергаются дроблению и сильнейшей пластической деформации);
- фугасность (работоспособность).

КВВ принято делить на четыре группы:

- инициирующие — предназначенные для возбуждения взрывчатого превращения в КВВ других групп (гремучая ртуть, азид свинца, тетразен);
- бризантные — используемые в разрывных зарядах для боеприпасов, средств разрушения при добыче полезных ископаемых и др.; преимущественным видом их превращения является детонация; это однородные ВВ (тринитротолуол, нитроглицерин, пироксилин и др.) и неоднородные — механические смеси (аммониты, динамиты и др.);
- метательные — чаще всего это порох, использующийся в качестве метательного заряда для огнестрельного оружия; их взрывчатое превращение — дефлаграционное горение;
- пиротехнические составы.

Массу заряда и мощность взрыва ВВ или ядерного взрыва (ЯВ) принято оценивать тротиловым эквивалентом в килограммах, кг, или килотоннах, кт (1 кт = 1000 кг).

Некоторые промышленные производства сопровождаются образованием пылевоздушных смесей (ПЛВС).

Опыт ликвидации ЧС на взрыво- и пожароопасных производствах позволяет сделать вывод о вероятности взрывов ПЛВС в мукомольном производстве, на зерновых элеваторах (мучная пыль), при обращении с красителями, серой, сахаром и другими порошкообразными пищевыми продуктами, в производстве пластмасс, лекарственных препаратов, на установках дробления топлива (угольная пыль), в текстильном производстве.

Процесс окисления протекает на поверхности твердых частиц пыли. Интенсивность горения ПЛВС зависит от размера частиц и

содержания кислорода в системе. Мелкодисперсная пыль обладает большей активностью, более низкой температурой самовоспламенения и широким интервалом между нижним и верхним концентрационными пределами взрываемости. Если концентрация пыли в определенном объеме недостаточна (т. е. расстояние между отдельными частицами, находящимися во взвешенном состоянии, велико), то перенос пламени от частицы к частице невозможен, а значит, взрыв не произойдет. Чрезмерно большое количество пыли также препятствует взрыву, так как в этом случае слишком мало кислорода для ее сгорания.

Взрывоопасные ПЛВС могут возникать спонтанно, например при встряхивании осевшей пыли. В замкнутом объеме технологического аппарата начавшееся горение и распространение пламени в ПЛВС приводит к быстро нарастающему повышению давления, что может вызвать разрыв аппарата, а затем и взрыв в помещении.

Уровень опасности пыли характеризуется следующими основными показателями:

- концентрационными пределами воспламенения; объемной плотностью энерговыделения;
- максимальным давлением, возникающим при воспламенении;
- скоростью распространения пламени;
- временем нарастания давления при взрыве;
- максимально допустимым содержанием кислорода в смеси пыли с воздухом, при котором пыль не воспламеняется.

Пылевой взрыв — неконтролируемый процесс взрывного горения. Воспламенение, горение и взрыв ПЛВС представляют собой комплекс взаимосвязанных физико-химических процессов. Горение сопровождается выделением тепла, появлением пламени и образованием газообразных продуктов сгорания. Скорость распространение пламени не превышает скорость звука. Если при горении ПЛВС с дозвуковой скоростью распространения пламени образуются сжатые газы, способные совершать механическую работу, то такое горение называется взрывным.

Горение аэрозоля органической пыли, являющееся основой взрыва, происходит следующим образом. При воспламенении аэрозоля пылинки, находящиеся вблизи источника воспламенения, нагреваются до температуры распада, происходит их газификация. Образовавшиеся продукты газификации, нагреваясь до температуры воспламенения,

сгорают, тепло в результате излучения, теплопроводности и конвекции из зоны воспламенения передается прилегающим к ней не горящим частицам, которые, воспламеняясь, становятся источниками возгорания последующих слоев смеси. Так возникают условия для развития цепного, лавинообразного процесса горения ПЛВС.

Воспламенение и взрывное горение ПЛВС возможно только при определенной дисперсности пыли, в соответствующем диапазоне ее концентрации и при достаточной энергии источника зажигания. Если концентрация пыли ниже нижнего предела воспламенения, то даже при наличии источника воспламенения самораспространяющийся устойчивый процесс горения смеси не возникает. Пламя из зоны контакта с источником зажигания не может распространиться по всему ее объему из-за большого расстояния между частицами. При концентрации выше верхнего предела воспламенения ПЛВС не загорается: вследствие большого количества частиц не хватает кислорода, необходимого для поддержания и развития окислительных процессов.

Условия для взрыва ПЛВС возникают при концентрации пыли между нижним и верхним пределами воспламенения. Максимальное давление взрыва аэрозоля достигается при оптимальном соотношении горючей пыли и кислорода (окислителя), характерном для каждого вида пыли.

При горении аэрозоля в замкнутом объеме взрывное давление достигает максимального уровня. Если взрывное горение аэрозоля происходит в полузамкнутом объеме, то давление будет зависеть от величины вскрытых сечений, через которые происходит истечение газообразных продуктов взрыва. В обоих случаях давление взрыва может стать значительным и привести к разрушению аппарата или сооружения, в объеме которого произошел взрыв.

Влажность и зольность пыли, а также инертные добавки снижают ее взрывоопасность: повышается нижний предел воспламенения, уменьшается максимальное давление взрыва и скорость его нарастания. Снижение влажности увеличивает взрывоопасность пыли. Наиболее опасны пыли, влажность которых составляет менее 11 %. При влажности более 18 % трудно получить устойчивое горение ПЛВС. Снижение взрывоопасности мучной и зерновой пыли происходит при зольности продукта более 10 %. Наличие в пыли более 70 % инертных добавок делают аэрозоль практически невзрывоопасным.

На динамику возникновения и развития пылевого взрыва влияет источник воспламенения. Увеличение мощности и

температуры источника, площади его воспламеняющей поверхности вызывает воспламенение аэрозоля при более низком концентрационном пределе воспламенения, возрастает скорость распространения пламени в объеме смеси. Установлено, что сахарная пыль скорее взорвется от накаленного до температуры 1200 °С тела (концентрация 10,3 г/м3), чем от искры индукционной катушки напряжением 6,5 В и силой тока 3 А (концентрация 34,4 г/м3).

Пыль, содержащаяся в воздухе, оседает на стенах, полах, оборудовании и строительных конструкциях, образуя легко взвихриваемый **аэрогель.** Опасность его состоит в том, что от порыва ветра или сотрясения аэрогель поднимается в воздух, создавая в локальном объеме взрывоопасную ПЛВС. Россыпи пыли являются также источником образования взрывоопасной ПЛВС в помещении, особенно при локальных вспышках аэрогеля.

Факторами, способствующими развитию и распространению первоначального взрыва до серии взрывов ПЛВС, являются:

- повышенная запыленность помещений;
- наличие связи между отдельными технологическими аппаратами, помещениями и зданиями;
- присутствие мелкодисперсного продукта в магистралях.

ПЛВС взрывоопасной концентрации, образовавшаяся в силосе или бункере, приводит к взрыву в следующих случаях:

- обрушение свода, разгрузка и очистка силоса (бункера), наличие в нем источника воспламенения (очага самовозгорания, тлеющего продукта, искры и т. д.);
- воспламенение ПЛВС пламенем взрыва, произошедшего в оборудовании, соединенном с этим силосом;
- сдув пыли со стенок струей продуктов горения, воздушной волной от взрыва, происшедшего вне силоса, в нории, самотечной трубе, аспирационном трубопроводе, в соседнем бункере, и последующее воспламенение ПЛВС подошедшим фронтом пламени.

Взрыв в системе аспирации возможен в случае воспламенения отложений пыли в трубопроводах и циклонах при проведении сварочных работ на неостановленном или не очищенном от пыли оборудовании, трении лопаток вентилятора о корпус, попадании продуктов взрыва из аспирируемого оборудования.

Воспламенение ПЛВС возможно в дробилке, вальцовом станке при попадании в них металлического предмета, его заклинивании и искрообразовании; вальцовом станке при перекосе размольных вальцов; нориях и цепных конвейерах при трении буксующей ленты о барабан или цепи о корпус; дробилке при работе вхолостую, отсутствии продукта в наддробильном бункере и т. д.

В случае полной нагрузки в свободном объеме дробилки концентрация горючего выше верхнего концентрированного предела воспламенения. При взрыве в ней на холостом режиме продукты сгорания проходят по самотечным трубам, бункерам и др., вызывая повторные взрывы.

Взрыв в помещении происходит вследствие развития первичного взрыва внутри оборудования и наличия отложений пыли на нем и строительных конструкциях. Взрыв распространяется через монтажные проемы и междуэтажные перекрытия. Газовоздушная волна и пламя, попадая в смежные помещения, взвихривают отложения пыли с последующим ее воспламенением. Процесс может сопровождаться интенсивным выбросом пламени из здания.

При взрыве разрушаются строительные конструкции. Степень разрушения зависит от наличия легкосбрасываемых конструкций, их площади, приходящейся на единицу объема.

При отсутствии легкосбрасываемых конструкций возможно полное разрушение стен и перекрытий зданий.

Зарегистрированы случаи, когда воздушная волна, образовавшаяся при взрыве, повредила стекла в окнах зданий, расположенных в радиусе 200 м.

2. Взрывы сосудов, работающих под давлением.

Сосудами, работающими под давлением, называются герметически закрытые емкости, предназначенные для ведения химических и тепловых процессов, а также для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов и жидкостей под давлением.

Основная опасность при эксплуатации таких сосудов заключается в возможности их разрушения при внезапном адиабатическом расширении газов и паров (т. е. при физическом взрыве).

Причинами взрывов сосудов, работающих под давлением, могут быть:

- ошибки, допущенные при их проектировании и изготовлении,

- дефекты материалов,
- потеря прочности в результате местных перегревов, ударов,
- превышение рабочего давления в результате отсутствия или неисправности контрольно-измерительных приборов,
- отсутствие или неисправность предохранительных клапанов, мембран, запорной и отключающей арматуры.

Особенно опасны взрывы сосудов, содержащих горючую среду, так как осколки резервуаров даже большой массы (до нескольких тонн) разлетаются на расстояние до нескольких сот метров и при падении на здания, технологическое оборудование, емкости вызывают разрушения, новые очаги пожара, гибель людей.

При взрывах сосудов развиваются большие мощности, приводящие к значительным разрушениям. Так, мощность, выделяемая при взрыве сосуда емкостью 1 м3, содержащего воздух под давлением 1,2 МПа, при длительности взрыва в 0,1 с, составляет 28 МВт.

Деятельность нанимателей, связанная с проектированием, изготовлением, реконструкцией, наладкой, монтажом, ремонтом, техническим диагностированием и эксплуатацией сосудов, работающих под давлением, является лицензируемой, регламентируется соответствующими правилами, которые распространяются:

- на сосуды, работающие под давлением воды с температурой выше 115 °С или другой жидкости с температурой, превышающей температуру кипения при давлении 0,07 МПа (0,7 кгс/см^2), без учета гидростатического давления; сосуды, работающие под давлением пара или газа свыше 0,07 Мпа (0,7 кгс/см^2);
- баллоны, предназначенные для транспортирования и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов под давлением свыше 0,07 Мпа (0,7 кгс/см^2);
- цистерны и бочки для транспортирования и хранения сжатых и сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50 °С превышает давление 0,07 МПа (0,7 кгс/см^2);
- цистерны и сосуды для транспортирования или хранения сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в

которых давление выше 0,07 МПа (0,07 кгс/см^2) создается периодически для их опорожнения;

- барокамеры.

3. Взрывы технологических систем со сжатыми негорючими газами.

При взрыве под давлением сосудов, имеющих форму шаровых газгольдеров и баллонов, могут возникать сильные УВ. В результате образуется большое число осколков, что приводит к серьезным разрушениям и травмам.

4. Взрывы технологических систем с *перегретыми жидкостями.*

В различных отраслях промышленности приходится иметь дело с огромными массами как нейтральных, так и горючих перегретых жидкостей, к которым относятся сжиженные углеводородные газы — хлор, аммиак, фреоны и др. Жидкость, имеющая температуру кипения ниже температуры окружающей среды, является перегретой при высоких температурах и давлениях, превышающих атмосферные (например, вода в паровых котлах). Уровень перегрева жидкости обычно характеризуется разностью между температурой, при которой она находится в технологической системе, и температурой ее кипения при атмосферном давлении. Если сосуд (система) с перегретой жидкостью внезапно разрушается, жидкость быстро испаряется, при этом образуется пар и формируются УВ.

В зависимости от давления и температуры вещество может находиться в различных агрегатных состояниях:

- категория I — вещества с критической температурой ниже температуры окружающей среды (криогенные вещества — сжиженный природный газ, азот, кислород);
- категория II — вещества с критической температурой выше и точкой кипения ниже, чем температура окружающей среды (сжиженный нефтяной газ, пропан, бутан в теплую погоду, аммиак, хлор); их особенностью является мгновенное испарение части жидкости при разгерметизации и охлаждение оставшейся доли до точки кипения при атмосферном давлении;
- категория III — жидкости, у которых критическое давление выше атмосферного и температура кипения выше температуры окружающей среды (вещества, находящиеся в

обычных условиях в жидком состоянии, например вода); также это некоторые вещества из предыдущей категории (например, бутан в холодную погоду);

- категория IV — вещества, содержащиеся при повышенных температурах (водяной пар в котлах, циклогексан и другие жидкости под давлением и температуре, превышающей их точку кипения при атмосферном давлении).

При взрыве сосуда с перегретой жидкостью 40 % энергии взрыва переходит в энергию осколков, а 60 % — в энергию УВ.

В случае перегретой горючей жидкости облако пара может воспламениться с образованием огненного шара.

При нарушении герметичности сосуда выше уровня жидкости (трещины, коррозия, механические повреждения и т. п.) даже в случае небольшого отверстия истечение пара будет продолжаться до тех пор, пока не испарится вся жидкость.

Разлетающиеся осколки оболочек взрывчатых веществ (устройств), сосудов со сжатыми и горючими газами наряду с образующейся УВ являются основными причинами возникновения вторичных эффектов взрыва.

ЛЕКЦИЯ 7. «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА АВАРИЙ И КАТАСТРОФ». (5 часов)

1. ***Цель и задачи расследования пожаров и взрывов.***
2. ***Знакомство с существующей химической технологией и данным конкретным производством.***
3. ***Осмотр места пожара и взрыва.***
4. ***Опрос свидетелей и знакомство с объяснительными записками.***
5. ***Проведение следственного эксперимента.***
6. ***Выдвижение и проработка версий, составление причин аварии.***

Начинать подготовку к проведению экспертизы надо с оценки уровня пожаровзрывоопасности рассматриваемого химико-технологического производства, при изучении которого обычно выделяют 3 основных (глобальных) направления:

- разработка технических мероприятий по предотвращению пожаров, взрывов и токсовыбросов,
- разработка организационных и технических мер по локализации происходящих аварий и минимизации их отрицательных последствий,
- расследование и техническая экспертиза происходящих аварий и катастроф.

Понятно, что лучше всего предупреждать не регламентные ситуации, но это удается далеко не всегда, т.е. не существует ни организационных, ни технических мероприятий, обеспечивающих абсолютную безопасность. На практике существуют такие понятия, как надежность данной технологии, вероятность реализации в системе не регламентной ситуации и связанный с этой вероятностью риск.

1. Цель и задачи расследования пожаров и взрывов

Как правило, цель реализации любой проблемы одна, а для ее выполнения необходимо решить целый комплекс задач. Однако при расследовании пожаров и взрывов необходимо одновременно выполнять две цели, которые при практической их реализации могут вступить в антагонистическое противоречие между собой.

Одной из целей расследования в рассматриваемом случае является выявление истинных технических (или криминальных) причин возникновения аварии и ее развития. Итогом выполнения этой цели должна явиться выдача рекомендаций по недопущению подобных аварий в будущем (или, как минимум, резкое уменьшение вероятности возникновения аварии по данной причине), т.е. должен работать тезис о том, что “нельзя дважды наступать на одни грабли”.

Второй не менее важной целью является наказание виновных (в случае их наличия).

Подытоживая вышесказанное, можно констатировать, что в данном случае цель расследования двойственна – это выяснение истинных причин аварии и наказание виновных. Именно в этом лежит внутреннее антагонистическое противоречие самой проблемы, когда в целом ряде практических случаев заинтересованные люди делают все, чтобы скрыть истинную причину аварии.

Такая двойственная структура проводимого расследования приводит к необходимости проведения работы в двух аспектах – процессуальном и научно-техническом. И при выполнении единой поставленной цели каждая группа специалистов решает свои (обычно взаимосвязанные) задачи. Одну работу выполняют следственные органы (дознаватели, следователи, прокуратура, а затем и суды), которые устанавливают наличие (или их отсутствие) преступной или преступно-халатной деятельности людей, которые и привели к данной аварии или способствовали увеличению ее масштаба (или не приняли мер по уменьшению размеров произошедшей аварии). В качестве таких людей, как правило, будут выступать сотрудники предприятия, где произошла авария, но могут быть и люди, участвовавшие в ее локализации и ликвидации ее последствий, а также разработчики и проектировщики данного технологического процесса, строители данного технического объекта и специалисты, участвовавшие в его пуске или реконструкции, а также изготовители оборудования, использованного на данном опасном производстве.

Как известно, **экспертиза** (от латинского “expertus” – опытный) – это исследование какого-либо вопроса, требующего специальных знаний, с представлением научно-обоснованного и юридически мотивированного заключения. Например, существует экспертиза проектов промышленных производств или экспертиза “Деклараций безопасности” этих опасных объектов. Однако в данной дисциплине понятие “экспертиза” имеет существенно отличающуюся прерогативу. По своей сути работа эксперта в рамках данной дисциплины будет ближе всего работе врача-паталогоанатома в медицине. В то же время

работа технического эксперта, являющегося специалистом в области пожаровзрывоопасности, должна быть направлена на выполнения первой цели, чтобы исключить подобные аварии в будущем.

Эту цель в первую очередь выполняют технические и экспертные комиссии, а также независимые технические эксперты. Выдаваемые ими экспертизы могут быть основными и дополнительными, они могут быть первичными и повторными, а по составу их составителей они подразделяются на единоличные, комиссионные и комплексные. Вся юридическая сторона вопроса по деятельности независимого эксперта, так и работы технических и экспертных комиссий регламентируется “Положением о порядке технического расследования причин аварий на опасных производственных объектах” (N 478 от 21 июня 2010г. (САЗ 10-25)), которое необходимо выполнять в рамках процессуально–уголовного кодекса. Вторая цель официально находится в компетенции юридических органов, т.е. органов прокуратуры (дознаватель, следователь) и суда. Конечно, все специалисты, работающие по данному делу, должны работать в тесном контакте.

Аварии могут возникать по разным причинам. Это могут быть и затонувшие суда, и авиационные катастрофы, и аварии на автомобильных и железных дорогах, и падение конструкций и разрушение строений под воздействием стихийных сил или других факторов, и мощные токсовыбросы, и радиация, и поражение электрическим током, и многое другое. Аварии могут быть в быту, на транспорте, при проведении общественных мероприятий (например, в театре или на стадионе), на производстве, причем последние аварии могут выходить за рамки этого производства и самого предприятия. В настоящей дисциплине будут рассматриваться только аварии на промышленных объектах.

Аварии на предприятиях химико-технологического профиля в основном могут проходить по следующим причинам:

- не изученность физико-химического процесса,
- ошибки при проектировании,
- ошибки при строительстве и пуске производства,
- недостаточный контроль за качеством исходного химического сырья,
- технические отказы оборудования и запорно-регулирующей арматуры,
- человеческий фактор (некомпетентность людей при возникновении не регламентной ситуации или просто халатность),

- террористическая деятельность.

В наиболее сложных случаях к решению проблемы подключается Управление судебных экспертиз, который подчиняется Министерству юстиции ПМР, имеющий в своем составе наиболее квалифицированных специалистов. В этом управлении рассматриваются юридические, технические, экономические, психологические и этические аспекты поставленной проблемы.

Следует отметить, что **задачи расследования пожаров и взрывов** содержат большие трудности и поэтому они являются одними из сложнейших среди инженерно-технических экспертиз, что подчеркивается во многих публикациях по рассматриваемой проблеме. Это обуславливается особенностями возникновения и развития несанкционированных процессов горения и взрыва, их зависимостью от многих физико-химических факторов, химической необратимостью процессов, их сугубой нелинейностью, термодинамической неравновесностью многих протекающих физико-химических процессов и, кроме того, способностью самоуничтожения следов их возникновения. Поэтому неслучайно, что по статистическим данным большинства развитых в промышленном отношении стран примерно 45 % таких аварий не имеет установленной технической причины, а среди стран третьего мира процент установления причины еще ниже. При этом анализ происходивших до настоящего времени всевозможных аварий показывает, что более 60 % из них сопровождается возгоранием и взрывом. **При этом основными поражающими факторами являются:**

- термическое действие,
- фугасное и бризантное действие,
- токсическое и вредное экологическое воздействие на окружающую среду (в первую очередь продукты неполного сгорания),
- осколочное действие (от осколков и разлетающихся фрагментов оборудования и т.п.).

Ускорение научно-технического прогресса, связанное с освоением новых процессов производства, увеличением его объемов и интенсификацией технологических режимов, вовлечение в сферу производства возрастающего количества горючих и взрывоопасных веществ и материалов, влияние негативных сторон человеческого фактора (недооценка вопросов пожаровзрывоопасности, административные правонарушения и преступления) способствуют росту пожаров и взрывов, что приводит к резкому увеличению человеческих жертв и приносит огромный материальный ущерб. По данным Всемирного центра пожарной статистики (WFSC) в странах

Западной Европы общие потери и затраты, связанные только с пожарами, составляют ~ 1 % от валового внутреннего продукта, при этом прямой ущерб от этих пожаров составляет 30 % от этой суммы. Мы здесь не коснулись террористических актов, доля которых все время возрастает практически во всем цивилизованном мире. Это приводит не только ко все возрастающему числу человеческих жертв и материальным потерям, но и – к отвлечению огромных людских и финансовых ресурсов (которые, однако, не приводят к их эффективному устранению) и росту нестабильности в обществе.

Все вышеперечисленное приводит к необходимости наличия высокой квалификации у следователя и технического эксперта (как независимого, так и работающего в составе технической или экспертной комиссии) для успешной работы в данной весьма специфичной области. Поэтому здесь часто не подходят специалисты, работающие в области расследования других видов аварий. При расследовании аварий, связанных с пожарами и взрывами, один **краткий перечень необходимых для анализа сведений включает в себя:**

- исходные данные по пожаро- и взрывоопасности горючих веществ и материалов, их склонности к взрывному (детонационному) превращению;
- гидродинамику разливов, распыление взрыво- и пожароопасных веществ с учетом возможного вскипания и вспенивания;
- уравнения состояния низкокипящих горючих и взрывоопасных жидкостей и их смесей, фазовые превращения при разгерметизации сосудов (“мгновенное” испарение и т.п.);
- механизмы образования и рассеивания пыле-, газо- и паровоздушных облаков;
- механизмы воспламенения, горения и перехода горения во взрыв топливно-воздушных смесей;
- фугасное действие волн давления, волн разрежения и волновых пакетов в открытом пространстве;
- эффекты от суперпозиции при наложении ударных волн; взрывные нагрузки на закрытые и полуограниченные промышленные объекты с учетом вторичных взрывных процессов и ускорения пламени в загроможденном пространстве;
- тепловое действие при взрыве облаков с избытком горючего, фугасно-термическое действие взрыва;
- опасные сочетания типа нагретый материал–охлаждающая жидкость как источник “физического взрыва”;

- развитие пожаров в природных условиях, на промышленных объектах и в бытовых условиях;

- методы расчета токсического поражения продуктами неполного горения и взрыва или при выбросе высокотоксичного вещества.

Во время своей работы техническая комиссия должна рассмотреть следующие вопросы:

- производит осмотр, фотографирование, а в необходимых случаях и видеосъемки, составляет схемы и эскизы места аварии и составляет протокол осмотра места аварии;

- взаимодействует со спасательными подразделениями;

- опрашивает очевидцев аварии, получает письменные объяснения от должностных лиц (независимо или совместно со следователем или дознавателем);

- выясняет обстоятельства, предшествовавшие аварии, устанавливает причины их возникновения;

- выясняет характер нарушения технологического процесса, условия эксплуатации оборудования;

- выявляет нарушения требований норм и правил промышленной безопасности;

- проверяет соответствие объекта и/или технологического процесса проектным решениям;

- проверяет качество принятых проектных решений;

- проверяет соответствие области применения поставленного оборудования;

- проверяет наличие и исправность средств защиты, их соответствие действующим нормам;

- проверяет квалификацию обслуживающего персонала и периодичность проверки их знаний;

- устанавливает причины аварии и сценарий ее развития на основе опроса очевидцев, рассмотрения технической документации, экспертного заключения (или нескольких заключений) и результатов осмотра места аварии и проведенной проверки;

- определяет допущенные нарушения технологического процесса и требований промышленной безопасности, а также лиц, допустивших эти нарушения;

- предлагает меры по устранению причин аварии и предупреждению подобных аварий в будущем;

- определяет размер причиненного вреда, включающего прямые потери, социально-экономические потери, потери из-за

неиспользованных возможностей, а также вред, причиненный окружающей природной среде.

Специалист, привлеченный в качестве независимого технического эксперта или включенный в техническую (экспертную) комиссию, должен как можно быстрее попасть на место аварии (на практике для профессионального исполнения своих обязанностей он должен прибыть на место аварии **не позднее чем через 3е суток**), чтобы осмотреть это место и документально зафиксировать все важные с его точки зрения факты до начала работы бригады по разбору места аварии и восстановлении производства (в случае необходимости). Письменное разрешение на начало работ этой бригады по ликвидации последствий и восстановления производства дает руководство предприятия по согласованию с председателем технической комиссии. До этого момента место аварии должно быть оцеплено сразу же после ухода команды спасателей, и допуск на это место возможен только по списку, утвержденному председателем экспертной комиссии. В противном случае на это место смогут попасть люди, заинтересованные в сокрытии истинной причины аварии, и они смогут подправить некоторые факты в свою пользу. Здесь также необходимо отметить, что поскольку установление причины пожара и взрыва имеет тем больше шансов на успех, чем раньше оно начинается, то необходимо знакомство хотя бы с основами экспертизы и руководителей аварийных бригад и команд по тушению пожаров.

Техническая (экспертная) комиссия должна выдать заключение с выводами об основной и сопутствующих причинах аварии и, ориентировочно, суммы прямого материального ущерба (косвенный и опосредованный материальные ущербы оцениваются дирекцией предприятия) **не позднее, чем через 10 дней** после окончания произошедшей аварии (в случае пожара предварительное заключение должно быть выдано в течение 3 суток), если только не было принято решение на соответствующем уровне о продлении срока ее деятельности. Это заключение должно быть передано в следственные органы. Независимый эксперт может давать заключение не только по основной причине аварии, но и по отдельным аспектам рассматриваемого явления.

Документы, которые должны быть включены в материалы расследования:

- приказ о назначении комиссии для расследования причин аварии;

- акт технического расследования аварии по соответствующей форме;

- протокол осмотра места аварии с необходимыми графическими, фото- и видеоматериалами;

- распоряжение Председателя технической комиссии о назначении Экспертной комиссии (если в этом есть необходимость) и другие распоряжения, издаваемые Технической комиссией по расследованию аварии;

- заключение Экспертной комиссии об обстоятельствах и технических причинах аварии с необходимыми расчетами, графическим материалом и т.п.;

- докладные записки военизированных горноспасательных частей (ВГСЧ), газоспасательных служб (ГСС), противопожарных военизированных частей (ППВЧ) и служб предприятия о ходе ликвидации аварии, если они принимали в ней участие;

- протоколы опроса и объяснения лиц, причастных к аварии, а также должностных лиц, ответственных за соблюдением требований промышленной безопасности;

- справки об обученности и проведении инструктажа по охране труда и технике безопасности и проверке знаний производственного персонала;

- справки о размере причиненного вреда;

- форму учета и анализа аварий по соответствующей форме;

- другие материалы, характеризующие аварию, в том числе о лицах, пострадавших от аварии.

В случае необходимости для уточнения истинной причины, приведшей к аварии, или выбору ее из нескольких предполагаемых версий проводится следственный эксперимент. Он может быть осуществлен и позднее 10 суток после аварии. К проведению следственного эксперимента могут быть привлечены дополнительно и другие специалисты, которые будут отвечать на конкретные частные вопросы.

Выявление причины аварии – это своего рода решение обратной задачи в теории горения и взрыва, это своего рода реализация “деревьев событий” по зафиксированным последствиям аварии. При этом иногда оказывается, что данное событие не было предусмотрено среди возможных реалий, что говорит о недобросовестности или отсутствии квалификации у авторов декларации безопасности данного промышленного производства и у работников, проводящих экспертизу этой декларации (в случае, если такая декларация имеется).

Как правило, при расследовании аварий обнаруживается несколько нарушений технологического процесса. Класс следователя и эксперта проявляется не только в том, чтобы выявить эти нарушения, но и расположить их по степени значимости, выявить из них основную причину и сопутствующие факторы. Так утверждение технического эксперта о необходимости одновременной реализации нескольких причин, приведших к аварии (например, то, что только совокупность нескольких причин привела к аварии, а каждая из них по отдельности не могла привести к данной аварии), не выявив из них основную (главную) и не расположив сопутствующие причины по степени их значимости, говорит о его низкой квалификации. На практике расхождения между следователем (дознавателем) и технической (экспертной) комиссией чаще всего и бывают о степени значимости отдельных причин, инициировавших данную аварию. В последнем случае, как уже говорилось, вышестоящие органы или суд обязаны назначить нового следователя и новую техническую (экспертную) комиссию. Могут быть расхождения между различными экспертами, которые в этом случае пишут свое особое мнение. ***Люди, которые своей деятельностью стали основной причиной аварии, несут уголовную ответственность*** перед судом по данному делу, а те, кто стали ***источником сопутствующих причин, несут только административную*** (депремированы, получить выговор, временно или постоянно понижены в должности, уволены) и (или) ***финансовую*** (например, штраф, но в размере не более трех должностных окладов) ответственность. При подаче жалобы в вышестоящую инстанцию и ее принятия этой инстанцией, как правило, назначается новый следователь, который может назначить новую техническую (экспертную) комиссию, а может оставить и старых технических экспертов (он может заменить и только некоторых из них).

Основную причину аварии не надо путать с первопричиной ее возникновения, т.к. первопричина может быть причиной, например, только инцидента (производственной неполадки), а неправильные действия сотрудников предприятия и спасательных служб во время развития возникшего нерегламентного режима привели к резкому утяжелению последствий. Тогда основной причиной и будут эти неправильные действия, а первопричина будет сопутствующей или одной из сопутствующих причин. Здесь в настоящее время не разработаны общие закономерности, и каждый случай требует индивидуального подхода.

Исходя из рассмотренных трудностей экспертизы пожаров и взрывов и в целях их преодоления, во главу угла расследования

подобных происшествий необходимо положить модель, основанную на необходимости знания особенностей возникновения и развития пожаров и взрывов, зависящих не только от физико-химических свойств (в том числе и стандартных показателей пожаровзрывооопасности) веществ и материалов, но и от знаний в области физикохимии процессов горения и взрыва, процессов инициирования и распространения этих процессов, а также термомеханической устойчивости технологического оборудования. Непонимание параметров пожаровзрывооопасности веществ и материалов в реальных условиях эксплуатации и сведение их только к стандартным показателям пожаровзрывоопасности на практике часто приводит к неправильным выводам. Только использование указанного выше подхода дает основу для логических суждений и позволяет уделять более целенаправленное внимание исследованию антропогенные и техногенные следов происшествия (вещественные доказательства), выявлять и конкретизировать характерные признаки первичного места возникновения горения и взрыва, направленность и продолжительность этих процессов, существующие температурные условия.

При экспертизе очень велика роль аналогии. Ведь нахождение аналогов из практики имевших место пожаров и взрывов помогает в расследовании разбираемого конкретного случая, наводя путем сопоставления фактов на более правильный поиск причины происшествия, однако это не исключает всего разнообразия причин данного конкретного случая. Из-за многофакторности рассматриваемого процесса уже наработанные модели необходимо рассматривать только как первичные, ориентировочные. Как правило, хорошим экспертом является специалист, уже накопивший большой практический опыт при расследовании пожаров и взрывов. Молодым же специалистам необходимо это компенсировать из соответствующих книг и других технических материалов, а также накапливать опыт в процессе работы в технической (экспертной) комиссии под руководством более опытных товарищей.

Как правило, на первом этапе расследования возникает несколько версий – и ни одну из них априори отбрасывать нельзя, какой бы маловероятной она не казалась. И только после достаточно детальной проработки каждой из них возможное число приемлемых версий начинает сокращаться, пока не выявится из них одна (максимум две, но это уже недоработка следствия, в том числе и технической экспертизы) наиболее вероятная. На стадии проработки

версий очень помогает скрупулезное изучение места аварии и следственный эксперимент.

Здесь также необходимо подчеркнуть, что анализ аварий в других передовых в промышленном отношении странах нельзя переносить на нашу действительность без учета специфики нашего менталитета. Так у нас наблюдается больше нарушений технологического регламента, больше отклонений от рекомендаций разработчика (раньше это проходило через рационализаторские предложения), но одновременно у нас персонал ведет себя более осознано в так называемый “предаварийный период” и при развитии самой аварии, меньше теряется в экстремальных ситуациях. Наблюдаются некоторые отличия в менталитете и в различных регионах нашей страны. Последние факторы необходимо учитывать при расследовании отечественных аварий, их последующем изучении, анализе и обобщении.

Эксперты, расследующие пожары и взрывы, помимо глубоких знаний в области технической экспертизы должны дополнительно удовлетворять следующим требованиям:

- знать пожаро-взрывоопасные и взрывчатые характеристики веществ и материалов и уметь их интерпретировать применительно к рабочим смесям и материалам в условиях эксплуатации;
- знать условия возможного возникновения и параметры развития пожаров и взрывов;
- уметь работать с вещественными доказательствами после их обработки процессами горения и взрыва различной интенсивности и продолжительности;
- знать документальные особенности технической экспертизы пожаров и взрывов.

С другой стороны для профессионального выполнения работы эксперта по вопросам пожара и взрыва специалист должен не только обладать глубокими знаниями в рассматриваемой области, но и владеть методикой экспертного исследования. **Предмет технической экспертизы предопределяется вопросами, поставленными председателем технической комиссии, следователем или судом, которые в принципе можно свести к следующему:**

- Какова причина аварии?
- Условия ее возникновения и протекания; место и время, пути распространения огня, взрыва, продуктов горения; особенности, сказавшиеся на последствиях?

- Обладают ли вещества и материалы, использовавшиеся на пострадавшем объекте, пожаровзрывоопасными свойствами и каковы их параметры?

- Соответствуют ли использованные вещества и материалы (в том числе использованные для изготовления аппаратуры), изъятые с места аварии, требованиям действующей нормативно-технической документации?

- Соответствуют ли (в части, имеющей отношение к условиям возникновения и развития аварии, а также к их последствиям) проект строительства (монтажа) и эксплуатации объекта требованиям специальных (строительных, технологических, электротехнических и др.) нормативных документов; недостатки этих документов?

- Соответствовало ли противопожарное и противовзрывное состояние объекта действующим нормам и правилам?

- Какая причинная связь существует между допущенными нарушениями нормативных документов и возникновением, условиями протекания, локализацией и ликвидацией аварии, и ее последствиями?

- Имелись ли планы эвакуации людей из зоны аварии и соответствовали ли они действующим нормам и правилам? Если имели место нарушения, то какое влияние они оказывали на условия эвакуации? Правильно ли осуществлялась эвакуация людей из зоны аварии?

- Правильно ли были организованы и осуществлены мероприятия по локализации и ликвидации аварии? Если нет, то какое влияние это оказало на имевшие место последствия?

- Какие мероприятия, направленные на предотвращение (предупреждение) подобных происшествий, необходимо в будущем осуществить на данном и аналогичных объектах?

В зависимости от конкретных обстоятельств возникновения и развития аварии на разрешение перед технической комиссией могут быть поставлены и другие вопросы, требующие специальных знаний в области технических и других дисциплин.

Объектом экспертизы являются:

- материалы уголовного дела,
- вещественные доказательства,
- обстановка на месте аварии,
- показания свидетелей и другие относящиеся к происшествию данные.

Техническая экспертиза проводится с учетом ее предмета при помощи определенных приемов и с использованием разнообразных технических средств.

Техническая экспертиза пожара и взрыва, являясь основной в выявлении причины аварий данного типа, может включать в себя другие виды экспертиз, которые связаны с использованием различных отраслей знаний (электротехнической, строительной, медицинской, транспортной и др.), что также необходимо для правильного ответа на поставленные вопросы. При этом другие экспертизы носят ограниченный и вспомогательный характер, потребность в них определяется основной экспертизой – и их обычно называют дополнительными экспертными исследованиями.
Не вдаваясь подробно в юридические аспекты рассматриваемой проблемы, кратко остановимся на правах и обязанностях технического эксперта (как независимого, так и члена технической или экспертной комиссии).

Технический эксперт имеет право:

1. знакомиться с материалами дела в части, относящейся к предмету его экспертизы; последнее оправдывают тем, что ознакомление эксперта со всеми материалами дела способствует предвзятости в его суждениях, тенденции к решению вопроса не на основе изучаемых лично им фактов, а путем оценки уже имеющихся в деле доказательств (многие считают такое ограничение искусственным и ошибочным, т.к. научный анализ и оценка материальных следов, признаков и состояний возможны только при использовании всей совокупности собранной информации и именно технический эксперт имеет возможность оценить более правильно, в отличие от следователя, указанные показания);

2. ходатайствовать о предоставлении ему дополнительных материалов, необходимых для достоверного решения вопроса (в случае непредоставления этих материалов эксперт имеет право оставить экспертизу без исполнения); присутствовать с разрешения следователя (суда) при производстве следственных (судебных) действий, задавать допрашиваемым вопросы, просить о занесении в протокол существенных (с его точки зрения) для дачи заключения обстоятельств;

3. излагать на допросе свои показания собственноручно; обжаловать действия лица, ведущего дознание, следователя, прокурора, суда (жалоба подается надзорному прокурору непосредственно через лицо, на действия которого она подается);

4. эксперт в составе комиссии вправе составить свое собственное заключение, если оно не согласуется с мнением других членов этой комиссии;

5. в своем заключении эксперт вправе указать на установление им обстоятельств, имеющих значение для дела, но по поводу которых ему не были поставлены вопросы;

6. толковать содержание технических норм и правил, относящихся к области его специальных знаний, и руководствоваться ими в своей работе;

7. разрешать вопрос о применении того или иного положения технических норм и правил к данному конкретному случаю, разъяснять его смысл, соответствие действия определенного лица в данной обстановке техническим требованиям, изложенным в соответствующем акте (в тоже время вопрос о мотивах поведения лица в конкретной ситуации и оценка его поступков со стороны правовых норм не является компетенцией технического эксперта).

Технический эксперт обязан:

1. дать объективное заключение в письменном виде по соответствующей форме, за которое он лично несет уголовную ответственность (даже, если он его подписал только как член экспертной комиссии);

2. по поводу представленного заключения являться на допрос и в суд, где давать правдивые показания;

3. не разглашать материалы предварительного следствия и дознания;

4. заявить самоотвод только при наличии указанных в уголовно-процессуальном кодексе оснований (личная, прямая или косвенная заинтересованность в рассматриваемом деле, родственные отношения с его участниками, болезнь и некоторые другие причины); за необоснованный отказ дать заключение или за дачу заведомо ложного заключения технический эксперт несет уголовную ответственность; эксперт отказаться от дачи заключения только по вопросам, не входящим в его компетенцию из-за отсутствия у него надлежащих знаний.

Обычно технических экспертов в указанной области, как уже отмечалось, готовят специально. **Всю многогранную работу технического эксперта условно можно свести к 5 видам деятельности** (при этом надо, конечно понимать, что все эти виды деятельности идут не последовательно друг за другом, а тесно и взаимно связаны между собой, исключение составляет только первый вид деятельности, который в идеале должен быть закончен намного раньше остальных этапов экспертной работы):

- знакомство с существующей промышленной химической технологией и данным конкретным производством (в том числе и с документацией на предприятии);
- осмотр места аварии;
- опрос свидетелей и знакомство с письменными объяснениями должностных лиц;
- проведение следственного эксперимента;
- выдвижение и проработка различных версий с составлением причины аварии и выдачей рекомендаций по исключению подобных аварий в будущем.

2. Знакомство с существующей химической технологией и данным конкретным производством

Эта работа начинается техническим экспертом сразу же после сообщения ему о включении его в техническую (экспертную) комиссию или в качестве независимого эксперта. Ведь эксперт должен быть независимым, он не должен быть связан с данным конкретным предприятием, хотя последнее часто осуществить крайне трудно, а иногда вообще невозможно. Поэтому обычно он не работает в данной конкретной узкой технической области – и ему до выезда на место аварии приходится знакомиться (в основном, по литературным источникам) с химической технологией данного производства, ее особенностями, уделяя особое внимание вопросам токсо- и пожаровзрывоопасности, изучить официально зарегистрированные аварии на подобных производствах как в нашей стране, так и за рубежом. Поэтому технические эксперты, как правило, живут в крупных промышленных центрах, где существуют хорошие технические библиотеки и где можно быстро найти всю необходимую литературу.

По прибытии на место (для плодотворной работы последнее желательно осуществить как можно быстрее, но не позднее, чем в течение 3х дней) и знакомства с другими членами технической комиссии нужно достаточно детально рассмотреть всю нормативно-техническую документацию, существующую на данном предприятии, уделив самое пристальное внимание следующим материалам:

- технологические регламенты и/или пусковые записки по данному производству, изменениям в них и согласованием этих

изменений с разработчиком данного технологического производства и генпроектировщиком, соответствие представленных материалов существующим нормативным документам;

- технические журналы и тетради на рабочих местах;
- сохранившиеся диаграммы регистрирующих приборов системы контрольно-измерительных приборов и автоматики на момент аварии и ближайший предшествующий ей период;
- документация на проведение ремонтных работ;
- официальная документация на аварии и инциденты на данном химико-технологическом производстве и, вообще, на данном предприятии;
- карта аттестации рабочих мест по условиям труда и инструкции для каждого рабочего места на расследуемом производстве, а также карточки инструктажа для работников данного производства и другой административно-технической документацией (акты инспекций Госпожнадзора, акты по экологической обстановке и др.);
- погодным условиям на момент аварии и предшествовавший период.

3. Осмотр места пожара и взрыва

Главная цель осмотра – обнаружение и фиксация (юридическая) признаков и улик, позволяющих придти к выводу о месте возникновения процессов, приводящих к пожару и взрыву, т.е. о первопричине реализации возникшей ситуации, а также о развитии данной ситуации. Кроме того, необходимо изучить обстановку, предшествовавшую аварии.

На месте аварии необходимо искать антропогенные и техногенные следы. При этом первыми следами занимаются в первую очередь следственные органы (раздел по изучению таких следов в криминалистической науке называется трасологией, последнее название произошло от французского “la trace” – след и греческого “logos” – учение, т.е. трсология – это учение о следах), а вторыми – технические эксперты. Однако уже на этом этапе расследования работать им нужно в тесном контакте, помогать друг другу. Так технические эксперты могут подсказать, на каких объектах могут сохраниться после пожара антропогенные следы, а на каких нет; в то же время следователь (дознаватель) – указать наиболее вероятную

первопричину аварии (например, очаг пожара или эпицентр первого взрыва).

По характеру возможных следов на объектах в зоне аварии последние делятся на:

- следы рук (дактилоскопия),
- ног,
- других частей тела,
- следы орудий и инструментов,
- следы транспортных средств,
- животных и т.д.

В тоже время по характеру воздействия их как результат механического, химического и термического воздействия, а в зависимости от состояния. В котором находились относительно друг друга следообразующий и следовоспринимающий объекты, различают следы статические и динамические.

Так дактилоскопия может достаточно точно идентифицировать человека, который брал какой-либо предмет по так называемым папиллярным линиям и образованных ими узорам на кончиках пальцев, которые индивидуальны для каждого человека. Достаточно полную характеристику о человеке могут дать и следы крови. Следы от ног не так индивидуальны, но по ним можно сказать, принадлежат они мужчине или женщине (длина шага идущего мужчины среднего роста – 65 ÷ 90 см, а у женщин и стариков 50 ÷ 70 см, у бегущего человека эта длина не менее 100 см, угол шага у мужчин 18 ÷ 25 ^{o}, а у женщин – 12 ÷ 20 ^{o}), взрослому человеку или подростку, о росте человека (он примерно в 7 раз больше длины его стопы), о состоянии человека и о направлении его движения, о степени полноты человека и тяжести, которую он нес.

Часто существенную информацию могут дать и следы от транспортных средств. Здесь различают следующие следы:

- следы торможения;
- следы, указывающие направление движения;
- следы отображения;
- следы колеи;
- следы протектора (часто дают очень ценную информацию).

Большую информацию может дать и характер разрушения стекол в наружных рамах технических строений. Они могут сказать, произошло ли их разрушения от пожара или взрыва, т.е. что было раньше, или их механически разбили изнутри или снаружи. Так от пожара внутри помещения

Задачи осмотра места пожара и взрыва:

- обнаружить и зафиксировать признаки очагов пожара и горения или эпицентров взрыва;

- обнаружить, изъять и обеспечить сохранность химических веществ, материалов и предметов, которые могут явиться вещественными доказательствами;

- собрать данные (вещественные доказательства), отражающие обстановку, предшествующую и сопутствующую пожару и взрыву, в которой проявилась первопричина аварии.

Обстановка на месте происшествия может существенно измениться из-за проведения работ по локализации аварии и ее ликвидации:

- спасение людей;

- вывод опасных веществ из аварийной зоны;

- укрепление строений и аппаратов, которые могут разрушиться в ближайшее время после окончания основного динамического процесса развития данной аварии.

Поэтому уже при проведении работ по локализации аварии и спасательных работ стараются все фиксировать с помощью кино, видео, фото или рисованием схем (последние нужно юридически оформить). Здесь большую помощь могут оказать журналисты. Если это невозможно, то, как минимум, нужна словесная фотография (запись на магнитофон). Поэтому среди пожарных и спасателей должны быть специально обученные этому люди (как правило, это руководители соответствующих команд или специально прикомандированные к таким командам люди). После проведения таких работ до приезда следователей и технических экспертов необходимо поставить оцепление или, хотя бы, осуществить ограждение этой зоны. Это нужно делать не только во время проведения спасательных работ, но и до окончания осмотра места аварии специалистами. Оцепление снимается только по указанию следователя или председателя технической комиссии после окончания следственных работ на месте аварии.

При осмотре места аварии следователем и техническими экспертами не бывает мелочей. **Такой осмотр состоит из двух этапов:** статического и динамического. Первым по времени проводится *статический осмотр*, во время которого сначала пытаются составить общий план места аварии, не заходя на ее территорию, – это обычно делают с соседних высоких зданий, возвышенностей вокруг рабочей площадки, с вертолета и т.д. На втором этапе статического осмотра осторожно заходят на его территорию, визуально осматривая отдельные участки, узлы, детали.

При этом ничего не трогают, но можно фотографировать, делать кино- и видеосъемку. Председатель комиссии может дать не менее чем двум экспертам (вместе) более детально визуально рассмотреть какой-либо участок и дать отдельное заключение. Если кто-либо (в том числе и не член экспертной комиссии) настаивает об обязательной фиксации кого-то имеющего место факта, это делается в обязательном порядке. На данной стадии проведения экспертизы особые мнения не пишутся. Все документально фиксируется, т.е. составляется предварительный протокол осмотра, в котором не дается никаких оценок и умозаключений. Например, нельзя писать “кольцо из золота” или “спираль электронагревателя”, а надо писать соответственно “кольцо из металла желтого цвета” и “кусок металлического провода в виде спирали”. На этом этапе определяют границу зоны аварии, в которую должны входить и зона задымления при пожаре, и помещения с разбитыми стеклами при взрыве. В дальнейшем уменьшить зону аварии нельзя, ее можно только расширить в случае обнаружении новых не обнаруженных ранее фактов, но последнее говорит о плохой работе следователя и технической комиссии на стадии статического осмотра.

Переход к динамическому этапу осмотра возможен только после письменного разрешения председателя технической комиссии или следователя. Этот этап наиболее тщательно проводят в предполагаемом эпицентре аварии (особенно, если не хватает технических экспертов, а зона аварии достаточно велика). В какой-то степени это похоже на работу археолога. Желательно динамический осмотр проводить на всей зоне аварии, выделенной на основании статического осмотра. Однако при недостаточном количестве привлеченных к работе технических экспертов он иногда проводится только в зоне предполагаемого места, где была инициирована авария и где авария привела к наиболее существенным отрицательным последствиям. Конечно, по требованию любого члена технической комиссии она должна быть проведена и в районе, который, по его мнению, может дать ценную информацию по параметрам инициирования и/или развития аварии (к сожалению, последнее не относится к подобным предложениям независимых экспертов). Динамический осмотр проводится в присутствии не менее 2^x человек, причем хотя бы один из них должен быть членом технической или экспертной комиссии. Все факты такого осмотра должны быть официально зарегистрированы непосредственно после их обнаружения. Результаты динамического осмотра, проведенного одними независимыми экспертами (если даже их допустили на место

аварии), не имеют юридической силы и, следовательно, не являются вещественными доказательствами.

На стадии динамического осмотра зону аварии желательно разбивать на маленькие участки (не более 1 м х 1 м). Объекты, найденные на этой стадии и представляющие возможный потенциальный интерес для расследования, изымаются, тщательно обследуются и в дальнейшем могут быть приобщены к делу в качестве вещественных доказательств. Важны точная фиксация положения каждой отобранной вещи или материала, их взаимное расположение, положение каждого тумблера на приборном щите или вентиля на технологической магистрали.

Как правило, с места аварии изымаются:

- все найденные в очаговой зоне электрические предметы и их останки;
- разрушенные фрагменты технологического оборудования (желательно – и соседние непострадавшие участки этого оборудования);
- устройства, которые могут быть источником инициирования пожара или взрыва;
- обнаруженные отложившиеся пробы химических веществ на различных рабочих конструкциях и окружающих предметах;
- все непонятные вещества, материалы и предметы.

Конечно, при изъятии вещественных доказательств должны быть разумные ограничения. Из множества вышеперечисленных предметов в первую очередь нужно изымать те, которые находятся в возможной очаговой зоне. В отборе вещественных доказательств и проявляется профессионализм технического эксперта. В протоколе осмотра места аварии должен быть представлен масштабный план местности, который лучше сделать развернутым с более крупным масштабом в области предполагаемого эпицентра (места, где, наиболее вероятно, и была инициирована авария и где имели место наиболее тяжелые негативные последствия). Вещественные доказательства являются одной из основ разработки непосредственно улик, которые, как известно из юриспруденции, бывают прямыми и косвенными.

По результатам осмотра составляется протокол, в котором должны быть обязательно отражены масштабный план места аварии, фото-, кино- и/или видеосъемка наиболее “интересных” мест (при их отсутствии – эскизные схемы), т.е. вообще констатация документально зафиксированных фактов без каких-либо умозаключений. В этот документ по требованию любого члена технической или экспертной комиссии должен быть включен любой факт после его

документированной проверки. Как уже отмечалось, желательно на время проведения осмотра места аварии установить охрану до официального окончания осмотра, чтобы в эту зону не могли попасть посторонние люди. После окончания осмотра места аварии (а его надо провести в самые сжатые сроки, как правило, существенно меньшие 10ти дней) и преступлению к ликвидации ее последствий выдвигать какой-либо новый фактический материал практически нереально.

При проведении рассматриваемого этапа расследования остановимся более детально на авариях химико-технологических производств, связанных (или вызванных) пожарами или взрывами, которые, как правило, являются инициаторами аварий с наиболее тяжелыми последствиями. Напомним, что в реальных условиях пожары, взрывы и токсовыбросы часто взаимосвязаны (последнее наиболее характерно в случае проявления принципа “домино”).

Напомним, что пожар является одним из видов горения (наряду с энергетическим горением и технологическим горением). Если для энергетического горения, когда пытаются оптимизировать выделение тепловой (например, в котлах) или механической (например, в реактивном двигателе) энергии, наиболее выгодно реализовать технологический процесс вблизи стехиометрического соотношения горючего и окислителя, а при технологическом горении, когда надо в таком высокотемпературном процессе получить заданное (часто неравновесное) химическое соединение, обычно “замораживают” промежуточные продукты химического взаимодействия, то при пожаре основной особенностью является то, что несанкционированный химический процесс протекает вдали от стехиометрического соотношения – и здесь на первый план выходят вопросы воспламенения и потухания такой смеси. Напомним, что в большинстве случаев концентрационные пределы горения при потухании существенно шире, чем при воспламенении.

Прежде, чем перейти к рассмотрению особенностей расследования при пожаре, кратко остановимся на таких понятиях как очаг пожара и очаг горения. **Очаг пожара** – это место, где начался первый процесс несанкционированного горения на данном объекте, а **очаг горения** – это новое место, где возникло горение, вызванное уже существующим пожаром на данном объекте. Установление очага пожара – первый, основной и важнейший этап на пути установления причины пожара– это своего рода первопричина данной аварии. Не установив очаг пожара, заниматься выяснением причины этого пожара – неблагодарное занятие, по эффективности близкое к гаданию на кофейной гуще.

Основное внимание при осмотре места пожара надо обратить на:

- фиксацию состояния конструкций, предметов, материалов, машин, механизмом и других объектов в зоне пожара;
- выявление зоны очага по видимым очаговым признакам и признакам направленности распространения горения (визуально или с привлечением при необходимости инструментальных исследований);
- обнаружение и изъятие вещественных доказательств.

Уже на стадии статического осмотра нужно попытаться отделить зону горения от зоны задымления, где конструкции закопчены, но собственно горения не было. В зоне горения нужно выделить зону или зоны наиболее существенных разрушений конструкций.

4. Опрос свидетелей и знакомство с объяснительными записками

Опросом свидетелей обычно руководит следователь (дознаватель), который лучше владеет юридическими вопросами и психологическими приемами. Тем не менее, желательно, чтобы технический эксперт также лично присутствовал при проведении такого типа дознания (а не только знакомился с задокументированными материалами дела) и задавал свои вопросы. Здесь очень важно грамотно провести перекрестный допрос и находить противоречия как в показаниях одного свидетеля, так и в показаниях разных очевидцев. Наиболее правдивые показания чаще всего бывают в первые 3 дня, когда свидетель еще эмоционально переживает случившееся. Также за это время свидетели еще не успевают сговориться между собой, чтобы придумать “удобную” для себя или руководства версию случившегося. Это же относится и к объяснительным запискам руководящего состава предприятия, на котором произошла авария.

Свидетелями являются не только непосредственные сотрудники цеха, находившиеся на рабочих местах в момент возникновения и развития аварии, но и работники предыдущей смены, и другие люди, случайно оказавшиеся на данном производстве на момент аварии (прикомандированные, стажеры, работники других цехов или вообще случайные прохожие), и люди, участвовавшие в локализации и ликвидации аварии. Перед следственными органами свидетелями становятся и сами технические эксперты.

Результатом рассмотренных этапов работы должно стать выявление обстановки на предприятии, предшествовавшей и сопутствующей пожару и взрыву:

1. Состояние объекта до происшествия:

- проектная документация на объект и изменения, внесенные в ходе строительства;
- документы при принятии объекта в эксплуатацию и после капитального ремонта;
- отраслевые нормативные документы;
- технологический регламент;
- документы об отклонении ведения технологического процесса от регламентных условий (если имеются);
- документы на проведение ремонтных работ;
- документы периодических проверок правильности эксплуатации объекта, зафиксированных аварий, инцидентов, отклонений от регламентных условий и нарушений;
- акты инспекций Госпожнадзора о соблюдении правил пожарной безопасности;
- акты инспекций технадзора о состоянии оборудования, работающего под давлением;
- акты технических комиссий по проверке пожаровзрывобезопасного состояния объекта;
- данные о случаях пожаров и взрывов на пострадавшем и однотипных объектах;

2. Состояние объекта в момент возникновения и развития пожара и взрыва:

- документы, вещественные доказательства, показания свидетелей, отражающие во времени характер производившихся на объекте работ, движения и действий людей;
- факторы технологического процесса, характеризующие особенности функционирования оборудования, режима его работы;
- показание регистрирующих приборов и характер разрушения показывающих;
- положение устройств, свидетельствующих о характере работы оборудования;
- данные по фактическому состоянию электросети;
- наличие в оборудовании и рабочем помещении перерабатываемых веществ и материалов, способных к возгоранию, самовозгоранию и/или взрыву;
- данные о метеорологических условиях;
- данные по условиям обнаружения пожара и взрыва;

- характеристики и проявления пожара и взрыва.

Необходимо отметить, что для достаточно полного ответа (особенно по второму разделу) потребуется привлечения результатов обследования отобранных вещественных доказательств в ходе проведения следственного эксперимента.

5. Проведение следственного эксперимента

Следственный эксперимент проводится как непосредственно (подручными средствами) на самом предприятии, где имела место авария, так и в специализированных организациях и лабораториях и даже других (обычно иногородних) независимых институтах. В первом случае можно получить хотя бы предварительные результаты непосредственно на месте аварии, что сможет помочь провести более эффективно (в первую очередь – по срокам) последующие этапы расследования. Это позволяет обычно существенно сузить зону предполагаемой первопричины аварии и конкретизировать пути ее дальнейшего развития. В последнем случае такие экспертизы, как правило, выходят за рамки 10ти дней и, тем более, за рамки 3 дней в случае пожара, но полученные в этом случае результаты обладают существенно большей степенью надежности.

Следственный эксперимент бывает двух видов:

- работа с собранными вещественными доказательствами,
- проработка возможности и вероятности выдвинутых версий.

Первый вид следственного эксперимента может быть как прямой, так и косвенной уликой, а второй – только косвенной, когда по результатам анализа следственного эксперимента может быть показана несостоятельность или принципиальная возможность (и уровень ее вероятности) данной рассматриваемой версии. Как правило, таким способом удается отвести подавляющее большинство из выдвигаемых версий.

Проведение следственного эксперимента первого вида проводится с практически неограниченным количеством веществ и материалов. Это и биологические останки, и остатки химических веществ и материалов, и элементы конструкций из металла и неорганических строительных материалов, и элементы электрооборудования и электропроводки, и элементы (фрагменты) химико-технологических аппаратов и систем коммуникаций, и системы КИПиА, и многое другое. Проведение всей совокупности следственных экспериментов с вышеперечисленными вещественными

доказательствами трудно провести в течение 10ти дней. Остановимся более детально на некоторых из перечисленных химических веществ и материалах (здесь мы ничего не будем говорить о воздействии температуры и ударной волны на биологическую массу, т.к. это далеко выходит за рамки настоящего курса).

Сбор остатков химических веществ в зоне аварии может очень много дать о ее природе. Так наличие в продуктах смыва с конструкций из зоны взрыва остатков взрывчатых веществ (ВВ) (взрывчатые вещества никогда не реагируют на 100 %) может сказать о типе этого ВВ, а иногда (при наличии несколько большего количества этого вещества) – и о заводе изготовителе. В тоже время обнаружение в очаге пожара следов ЛВЖ или ГЖ, которые не должны были там находиться, может привести к выводу о первопричине данного пожара (версии поджога, диверсии).

Каменные искусственные неорганические строительные материалы с точки зрения использования их в качестве вещественных доказательств при экспертизе пожаров и взрывов условно можно разделить на две группы:

- материалы, полученные обжиговым методом;
- материалы, полученные без обжиговым методом.

К первой группе материалов можно отнести красный кирпич, керамическую плитку и с некоторой долей условности – стеклоблоки, а ко второй группе материалов – различные виды цемента, извести и гипса. Материалы первой группы могут дать некоторую информацию по параметрам ударной (детонационной) волны при взрыве, но практически ничего о температурных характеристиках в зоне пожара. В то же время материалы второй группы в силу их большей пластичности во многих случаях ничего не скажут о параметрах взрыва. Эти материалы могут гораздо больше сказать о времени воздействия и интенсивности пожара, т.к. они будут претерпевать значительные изменения в высокотемпературной области – и измененные значения их параметров могут стать объектом визуального и, особенно, инструментального исследования после их нахождения в зоне пожара.

Характер разрушения металла в зоне взрыва часто помогает ответить на вопрос о наличии или об отсутствии бризантного воздействия на него, а по величине растяжения в зоне разрушения аппарата под давлением можно сказать о величине давления в этом аппарате на момент его разрушения, а во многих случаях – и о темпе нарастания этого давления. **Последствия теплового воздействия на**

металлоконструкции при пожаре можно разделить на 6 основных типов:

- по параметрам деформации;
- по типу и количеству оксидов на поверхности металла;
- по структурным изменениям в металле, которые сопровождаются изменением физико-химических и механических свойств;
- по величине растворения одного металла в другом;
- по расплавлению и проплавлению металла,
- по параметрам горения металла или сплава.

Визуальный осмотр и инструментальный анализ таких воздействий могут много сказать о параметрах пожара и, в первую очередь, о температуре и продолжительности горения, о направлении распространения пожара и о месте очага пожара. Особенно много информации можно получить в случае окрашивания этих металлов (более детально о последнем будет сказано чуть позже).

Древесные и древесно-композиционные материалы дают не очень много информации по параметрам взрыва, но они могут дать поистине бесценную информации в случае их попадания в зону пожара – они могут ответить на все вопросы, поставленные перед металлоконструкциями, но с гораздо большей степенью надежности. Это же относится и поведению полимерных материалов и лакокрасочных покрытий в зоне аварии. Здесь только следует особо подчеркнуть на существенную разницу в поведении термопластичных и термореактивных полимеров в зоне пожара. Также следует отметить, что металлоконструкции, покрытые лакокрасочными материалами (масляной и нитрокраской), могут дать более полную картину о поле температур в зоне пожара и его продолжительности на различных участках: пиролиз краски дает эпюру температур в относительно низкотемпературной области (до 450 ÷ 600 ºС в зависимости от типа краски), а металлы – в более высокотемпературной области (так для многих сталей этот диапазон составит по наличию и параметрам цветов побежалости 700 ÷ 900 ºС).

Много информации по параметрам пожара и взрыва можно получить, анализируя поведение силовых подводящих электросетей и находящихся в зоне аварии электроприборов (или их останков). Она помогает разрабатывать так называемые “электротехнические” версии возникновения и развития аварии. Во-первых, при разработке электротехнической версии необходимо проверить на соответствие с требованиями ПУЭ установленных в данной конкретной пожаровзрывоопасной зоне электросиловых установок,

электрического освещения и другого электрооборудования, а также электропроводки и коммуникационных устройств (выключатели, переключатели, электророзетки, штепсельные соединения, клеммные колодки, патроны различного назначения и т.д.). Эту же версию необходимо тщательно проанализировать и в случае аварии на транспорте.

Так в случае использования электропроводки в металлических оболочках необходимо документально зафиксировать наличие и характер прожога в этих трубах, где прожог носит локальный характер, а где он вытянут вдоль трубы. ***На основании визуального осмотра и/или анализа металлографических и рентгеноструктурных данных практически всегда удается однозначно ответить на вопрос о причине такого нарушения электропроводки, которые в общем случае можно свести к трем вариантам:***

- стальная оболочка могла про плавиться электродугой, возникшей между жилой электрического провода и заземленной оболочкой, что могло возникнуть непосредственно до аварии или в ходе ее развития;
- прожог явился следствием электрогазосварочных работ до аварии;
- расплавление трубы произошло в результате попадания на нее другого расплавленного металла в ходе развития самой аварии.

Существенную информацию может дать и характер оплавления проводов, особенно при поиске очага пожара или первичного взрыва. **Оплавление может быть следствием:**

- нагрева в процессе развития аварии определенного участка провода до температуры плавления меди (алюминия) и выше,
- действия электрической дуги при коротком замыкании,
- попадании более легкоплавкого металла.

Дуговые оплавления от внешне тепловых оплавлений легко отличить по внешним признакам: в первом случае зона оплавления имеет место на гораздо более узком участке. Прорабатывая электротехническую версию, при поиске места инициирования аварии очень важно найти самое первое по времени дуговое оплавление (как правило, первое короткое замыкание). Так в случае нескольких коротких замыканий на одной последовательной электролинии самым первым будет наиболее удаленное от точки подачи электрического тока в систему. В случае же обнаружения коротких замыканий на нескольких параллельных линиях необходимо все участки с обнаруженными неисправностями отправить на лабораторные

исследования, как вещественные доказательства. Если это участки с медными проводами, то необходимо исследовать состав оксидной пленки на проплавленных (разорванных) участках. Чем больше оксида меди (по сравнению с диоксидом меди в месте короткого замыкания), тем было больше кислорода в воздухе на момент возникновения короткого замыкания, т.е. дуговой разряд имел место на более ранней стадии развития аварии. Если это участки с алюминиевыми проводами, то надо исследовать наличие в зоне проплава карбида алюминия. Последнее будет указывать на наличие задымленности в помещении или, по крайней мере, вблизи зоны данного короткого замыкания, что практически будет означать, что нестандартная ситуация имела место, например, уже в ходе развития исследуемого пожара.

Возможность инициирования аварийного процесса в пожаровзрывоопасной технологии может быть связана с накоплением статического электрического заряда, причем параметры такого накопления определяются не только диэлектрическими свойствами соприкасающихся (трущихся) поверхностей и их состоянием, но и давлением и температурой прижатия материалов друг к другу, влажности и температуры окружающей среды и целым рядом других факторов. Здесь необходимо тщательно проверять качество и надежность заземления не только всей системы аппаратов и системы коммуникаций, но каждого отдельного аппарата, каждого отдельного узла. При обследовании места аварии необходимо проверять, пользовались ли при проектировании и эксплуатации данного производства такие широко известные приемы как принудительное увлажнение рабочей зоны (является повышение влажности в ней выше 85 %) или принудительная ионизация рабочего объема (параметры по степени ионизации для каждого конкретного случая приводятся в специальной литературе).

Аварии по данной причине чаще всего возникают в следующих технологических системах при работе с взрывоопасными средами:

- пневмотранспорт материалов с высоким электрическим сопротивлением;
- работа с тканями, искусственной кожей, замшей;
- движение транспортных лент и ременных передач;
- течение жидкостей (в том числе топливозаправка).

Техническому же эксперту при осмотре места аварии необходимо уделить самое пристальное внимание поиску очага пожара и первичного взрыва, а также отбору вещественных

доказательств, в том числе электроприборам и электропроводке. В случае экспертизы химико-технологических производств дополнительно собирать остатки химических веществ и попытаться оценить характер и параметры взрыва. Общие указания по сбору вещественных доказательств приведены на таблице 12.

Таблица 12.

Методология сбора вещественных доказательств.

Тип вещественного доказательства	Требуемое количество	Вид упаковки	Специальные требования
Документы	все	Надежная упаковка без складок в водонепроницаемую, прочную ткань	Не трогать голыми руками
Характерные осколки и обломки	все	Руководствоваться специальными указаниями	
Фрагменты из стекла	по возможности больше образцов	Ящики, бумажные или целлофановые мешки; обвязка их должна исключать движение в упаковке	
Характерные образцы одних и тех же веществ и материалов, подвергшихся и не подвергшихся воздействию пожара и взрыва	до 1 кг (каждый образец)	Ящики, бумажные или полиэтиленовые мешки	Каждый образец завертывается в отдельный мешочек
Подозреваемый инструмент	весь	Завернуть каждый инструмент отдельно с защитой от перемещения	При завертывании исключить возможность потери приставания следов крови и других веществ на поверхности инструмента
Сухие кровавые пятна на предметах	по возможности больше	Бумажный мешок или ящик, завернутый и	Не употреблять мешки из пластика; исключить трение и

	образцов	обвязанный	встряхивание; хранить в сухом и, по возможности, охлажденном состоянии
Подозреваемые инициаторы и ускорители горения	до 1 л или 1 кг (каждый образец)	Чистая стеклянная банка с герметичной крышкой	Если отмечаются обнаруженные особенности, например наличие запаха, то потребность в химическом анализе
Горючие жидкости	до 1 л (каждый образец)	Стеклянная бутылка с герметичной бакелитовой или металлической пробкой	Нельзя применять резиновые пробки и бутылки из пластика
Обугленные или обгоревшие бумаги или картон	все характерные образцы	Упаковка в хлопок, исключающая повреждение материала при доставке в лабораторию	Исключить контакт с лаками и другими покрытиями
Ткани	все характерные образцы	Упаковка каждого отдельного образца в бумагу с указанием типа материала	Если ткань смочена кровью, она должна быть просушена до упаковки для исключения разложения и гниения; во избежание влияния отдельных участков ткани друг на друга между ними прокладывают (также между складками ткани) бумагу, и хранят, по возможности, в охлажденном состоянии

6. Выдвижение и проработка версий, составление причин аварии

При работе технических и экспертных комиссий выдвигать и анализировать версии начинают с самого начала и на всем пути проведения расследования (после появления первых улик или даже вещественных доказательств). Это же для себя делает и каждый технический эксперт. При отработке этих версий очень помогает следственный эксперимент, который, как правило, проводится в модельных условиях (о последнем будет сказано чуть позднее). Как уже отмечалось, это одна из двух его задач. Такой грамотно поставленный эксперимент может опровергнуть данную версию, а может указать на возможность ее реализации. Но во втором случае это будет только косвенная улика. Такой эксперимент будет анализировать предлагаемую модель, а на сколько полно она учла все особенности данного производства, это зависит от квалификации ее разработчиков. Ведь мы же не можем построить такое же производство, а затем подорвать его (хотя бы по чисто экономическим причинам). Подобное делалось и до сих пор делается только в ракетно-космической технике, когда при отработке ракетного двигателя в стендовых условиях последний доводят до разрушения, заставляя его работать в “запредельных” условиях (в первую очередь по температуре, давлению, расходу горючего и окислителя, времени регламентного функционирования), определяя устойчивую область его работы. На проведение таких испытаний, как правило, безвозвратно уходит 6 полномасштабных двигателей (это делается уже после проведения всего цикла испытаний по отработке отдельных узлов двигателя и проверки работы на более мелких макетах) – и только 7ой двигатель идет в “лет”. Однако даже в этом случае очень трудно имитировать глубокий (космический) вакуум и условия невесомости, также как и трудно имитировать параметры старения в этих условиях. Последнее очень важно знать при работе в “дальнем” космосе.

Однако такой подход, как уже говорилось, невозможен в подавляющем большинстве отраслей промышленности. Поэтому для определения области устойчивой работы приходится применять метод моделирования с использованием коэффициентов безопасности, что, конечно же, уменьшает рабочую область и часто не позволяет выбрать наиболее оптимальные режимы проведения технологического процесса.

Моделирование бывает двух видов:

- проводят физико-химический эксперимент на модели (здесь всегда существует опасность неточного учета различных факторов и в первую очередь масштабного при переходе от малогабаритного макета к реальной установке);

- проводят так называемый численный (математический) эксперимент, когда разрабатывается математическая модель, учитывающая все влияющие (с точки зрения технического эксперта) факторы; насколько полно такой эксперимент учитывает различные факторы, настолько адекватно такой эксперимент отображает реальную действительность.

Второй вид моделирования, как правило, дешевле – и с развитием ЭВМ он все ближе подходит к отображению реальной действительности. Поэтому в настоящее время ему уделяется все большее внимание. Происходящие аварии и инциденты есть своего рода реперные точки на экстраполяционной кривой от макетных условий к реалиям промышленного производства. Точно определить все технологические параметры этой точки – основная цель технического эксперта.

Однако выполнению поставленной цели мешают два фактора:

- никто аварию специально не готовил и поэтому часто нигде не зафиксированы технологические параметры перед и на момент аварии;

- поиск виновных в возникновении данной аварии приводит к тому, что часть свидетелей делает все, чтобы скрыть истинные причины аварии, а иногда даже создает ложные причины.

Неверное значение всей совокупности параметров в данной реперной точке только усугубляет ситуацию и провоцирует возникновение в будущем таких же или даже более крупных аварий по непознанной причине, т.е. придется “дважды наступать на одни и те же грабли”. В связи с этим большое значение необходимо придавать грамотному и доскональному расследованию инцидентов, когда юридические аспекты не так актуально, т.к. это позволит в будущем избежать существенно более крупных аварий.

При проработке различных версий, при оценке степени достоверности каждой из них большую помощь может оказать теория автоматического регулирования. Ведь для того, чтобы определить причину пожара или взрыва, надо понять природу физических и химических процессов, возникающих в разбираемой ситуации, и использовать логические построения, позволяющие проследить путь развития происшествия от конечной стадии к месту его возникновения. Этому должны способствовать полученные в ходе

расследования данные (вещественные доказательства и улики). Это решение задачи с обратным ходом времени, в результате решения которой выявляется исходная ситуация, при которой создавшиеся конкретные условия способствовали появлению и развитию негативного эффекта, приведшего к данному происшествию. Более подробно подобные решения рассмотрены в книге Глазунова В.Н. “Поиск принципов действия технических систем”. – М., 1990. **При решении подобных вариационных задач необходимо пользоваться следующими понятиями:**

- P – параметр (взрывчатые и/или пожаровзрывоопасные свойства вещества или рабочей смеси, температура, давление, сила, скорость и т.д.);

- J – источник загорания и взрыва;

- O – система (масса вещества в твердом, жидком и газообразном состоянии, аппарат, технологический узел. конструктивный элемент, электропровод и т.д.);

- *a* и *b* – пределы в системе, благоприятствующие проявлению негативного эффекта;

- dP/dτ – возрастающая скорость изменения параметра в системе, благоприятствующая проявлению негативного эффекта.

Как известно, условия, благоприятствующие проявлению негативного эффекта, могут создаваться в пожаровзрывоопасных узлах (местах) системы, где присутствуют вещества и материалы, склонные к горению и взрыву, и возможно появление источника-инициатора этих процессов. В соответствии с этим правилом **общая форма описания негативного эффекта может быть представлена в следующем виде.**

$$a \leq J\cdot(dP/d\tau)\cdot O \leq b$$

Исходя из последнего выражения и схемы по установлению причины пожара и взрыва, для выдвижения версий о причине пожара и взрыва необходимо:

1. Знание принципа действия любой рассматриваемой конкретной системы, приводящей к негативному эффекту благодаря согласованной совокупности физических, химических и других свойств, изменяющихся во времени в определенных пределах и направлениях.

2. Проведение анализа обстановки на объекте в районе предполагаемого (установленного) очага пожара или эпицентра взрыва, предшествовавшей и сопутствующей этим процессам, с поиском всех возможных условий возникновения и реализации негативного эффекта.

3. Принятие во внимание всех факторов, способствующих или обеспечивающих возникновение сочетания $J\cdot(dP/d\tau)\cdot O$ в негативных пределах; к таким факторам относятся:

- существующие на объекте конструктивные, монтажные и технологические недостатки;

- наличие нарушений нормального режима работы в результате недоучета влияния эксплуатационных факторов, халатности обслуживающего персонала или намеренных действий.

4. Использование данных о происшествиях на других аналогичных объектах или эксперимента, проводившегося в близких условиях.

5. Обоснование каждой из выдвинутых версий (эвристическое рассмотрение работы каждого конкретного узла или места системы, где возможно во времени или в пространстве сосредоточение условий для возникновения негативного эффекта).

6. Руководствование правилом о фиксации всех выдвинутых идей (версий), способствующих объяснению причины возникшего события (независимо от степени их обоснованности или возможность использования которых в момент их появления не вполне очевидна).

Весь опыт проведения технических экспертиз показывает, решающее значение для выявления причины пожара и взрыва играет установление и анализ обстоятельств, предшествовавших и сопутствующих произошедшему событию. И здесь сначала необходимо установить место первичного очага горения (очага пожара) или эпицентра взрыва и источник, способствовавший возникновению процесса, приведшего к аварии. Соответствующая работа должна проводится путем анализа всего полученного при расследовании фактического материала и известных на сегодняшний день физико-химических представлений. Анализ и сопоставление различных выдвигаемых версий является одной из основных и наиболее трудной в работе технического эксперта. Доводы для исключения или подтверждения версий зависят от характера и особенностей предполагаемых причин пожара и взрыва, обстоятельств дела и конкретных условий.

Во многих случаях предположения об их причине могут быть отвергнуты или признаны действительными на основании сопоставления следующих основных фактов:

- по положению установленного очага пожара и эпицентра взрыва и особенностей их развития (например, версия отпадает, если она требует определенного, конкретного места для возникновения

соответствующих процессов, в то время как установленными фактами очаг пожара и/или эпицентра взрыва обнаружены в другом месте).

- по особенностям обстановки, предшествовавшей и сложившейся на момент возникновения аварии.

- по времени возникновения пожара и взрыва.

- по особенностям возможного источника загорания и импульса взрыва.

В ходе проработки версий о причинах пожара и взрыва часто возникает необходимость в углубленном исследовании с целью выявления недостающих научно-технических данных, трудно обнаруживаемых доказательств, получения более полноценной количественной и качественной характеристик комплекса идентификационных признаков, требующихся для вывода о тождестве исследуемых объектов и др. В этом случае, помимо дополнительных экспертных исследований с привлечением специалистов в конкретных физико-химических областях, при оценке значимости отдельных признаков могут использоваться вероятностно-статистические методы и алгебра логики (булевая алгебра). Такой подход позволяет совместно выражать в терминах логических формул имеющиеся суждения (высказывания) о произошедшем событии с привлечением таких операторов, как “И”, “ИЛИ”, “НЕ”. Достаточно полно поставленные вопросы рассмотрены в книге Брауна Д.Б. “Анализ и разработка систем обеспечения техники безопасности”. – М.: Машиностроение, 1979.

При выявлении причины пожара и взрыва необходимо очень большое внимание уделять химико-технологическим аспектам. Это представляет очень большой (если не основной) раздел технической экспертизы, особенно при расследовании аварий на химических и нефтехимических производствах.

Основной частью заключения являются выводы с указанием причины аварии (часто с кратким анализом проработанных версий) ***и предлагаемые рекомендации***, чтобы исключить их в будущем. В своем заключении технический эксперт не может остановиться на одной версии аварии, он должен дать краткую характеристику и других версий с указанием причин, по которым с его точки зрения они маловероятны или вообще невозможны.

В официально представляемом документе необходимо указывать первопричину аварии, которая далеко не всегда является основной причиной аварии (быть, например, одной из сопутствующих причин аварии).

Первопричина – это первая причина, которая привела к начальному отклонению технологического процесса от регламентного режима.

Основная причина – это наиболее весомая причина, которая привела к данной аварии, ее масштабам и последствиям.

Сопутствующая причина – это причина, которая способствовала реализации и/или развитию данной аварии.

Основную причину аварии не надо путать с первопричиной, т.к. последняя может быть причиной, например, только производственной неполадки, а неправильные действия персонала во время развития нерегламентного режима привели к резкому утяжелению последствий. Тогда основной причиной и будут эти неправильные действия, а первопричина будет сопутствующей или одной из сопутствующих причин. Здесь в настоящее время еще не отработаны общие юридические закономерности, и, как следствие, каждый конкретный случай требует индивидуального подхода.

Если основная причина произошла вследствие реализации человеческого фактора, то виновные несут юридическую (уголовную) ответственность, а за возникновение сопутствующих причин – административную, финансовую и др. виды ответственности.

Выдвигаемые причины необходимо связывать с:

- созданием условий для возникновения аварии,
- созданием условий для развития аварии, изменением ее масштаба,
- тяжестью последствий аварии (гибель, травматизм людей и/или материальные потери).

Иногда в качестве основной причины выдвигается совокупность нескольких причин, т.е. декларируется, что без одновременного и независимого возникновения такой совокупности причин рассматриваемая авария не могла бы произойти (не разделяя эти причины на главную и сопутствующие). ***Такой подход – грубая ошибка*** (особенно этим грешат начинающие эксперты) – она может привести к юридическим ошибкам, когда основным виновным окажется человек, совершивший первую из указанных ошибок, хотя в заключении технического эксперта причины были изложены просто во временной последовательности без их разделения на первопричину, основную причину и сопутствующие причины.

По форме выводы технического эксперта о причине аварии могут быть:

- категоричными,
- вероятностными,

- условными,
- отрицательными.

Категоричные выводы делаются в том случае, когда данных, имеющихся в распоряжении технического эксперта, достаточно, чтобы отвести все прочие версии и оставить одну, когда имеются прямые доказательства (улики) о причастности того или иного процесса или устройства к возникновению аварии. Формулируется такой вывод, как следует из его названия, в категорической форме: “Причиной аварии явилось¼”.

Вероятностные выводы делаются, когда таких данных недостаточно, и после проведения анализа остается 2 ÷ 3 версии (не более) – равновероятные или одна вероятнее, а другие – менее вероятны, но возможны (исключить их, исходя из имеющихся данных, не удается). Обычно такой вывод формулируется следующим образом: “Наиболее вероятной причиной аварии является ¼”. “Не исключено также ¼”.

Условные выводы формируются обычно при недостатке данных по аварии, если какая-то причина представляется техническому эксперту наиболее вероятной или даже единственно возможной, но она могла бы иметь место только при каком-либо принципиально важном условии, доказать которое следственными мерами не представляется возможным.

Отрицательные выводы формулируются техническим экспертом в случае, если имеющиеся в его распоряжении данные по аварии явно недостаточны для решения вопроса о ее причине даже в вероятностной форме. В этом случае вывод формулируется следующим образом: “Установить причину аварии не представляется возможным”. При этом в выводе можно указать, какие причины необходимо исключить при проработке версий данной аварии.

В своей формулировке технический эксперт должен указывать непосредственную (техническую) причину аварии, не давая никаких правовых оценок, и, тем более, не давать оценку, кто конкретно нарушил те или иные правила. ***Последние выводы*** – дело следствия. Последние положения можно проиллюстрировать, например, на следующем конкретном примере (загорания кипы макулатуры), представленном на таблице 13.

Таблица 13.

Технический эксперт	**Следователь (дознаватель)**
Непосредственная техническая причина аварии	Правовая причина аварии

Загорание кип макулатуры от тлеющего табачного изделия	Неосторожное обращение с огнем при курении
Загорание кип макулатуры в результате попадания раскаленных частиц металла, образовавшихся при электросварке	Нарушение правил пожарной безопасности при производстве сварочных работ
Загорание кип макулатуры от постороннего источника открытого огня или искусственно инициированное загорание кип макулатуры	Детская шалость с огнем или поджег (в зависимости от возраста лица и обстоятельств произошедшего)

Аварии и инциденты могут быть на различных стадиях разработки и эксплуатации данного химико-технологического производства. Ошибки и упущения могут быть:

а) при проектировании:

- недостаточная изученность технологического процесса и принятие проектных решений без достаточного научного обоснования;
- разработка проекта с отступлением от утвержденных исходных данных без согласования с соответствующей ведущей научно-исследовательской организацией;
- несоответствие проектных решений действующим нормативным документам;
- неполное и нечеткое изложение необходимых данных о техническом процессе в технологическом регламенте;

б) при строительстве, проведении пуско-наладочных работ и приеме объекта в эксплуатацию:

- ведение строительства с отступлением от проекта и требований нормативных документов;
- нарушения в организации контроля качества поступающего на монтажную площадку оборудования, а также подготовки трубопроводов и монтажных заготовок под сборку;
- ведение пуско-наладочных работ с отступлением от технологического регламента и требований нормативных документов;
- недостаточный авторский надзор в ходе строительства и проведения пусконаладочных работ на объекте;
- упущения и ошибки при приеме в эксплуатацию построенных, реконструированных и расширенных предприятий (объектов) работников государственных приемочных комиссий;

в) при эксплуатации и ремонте:

- эксплуатация и ремонт с нарушениями технологического регламента, правил безопасной работы и других нормативных документов;

- эксплуатация и ремонт на основе требований нормативных документов, при составлении которых использованы ошибочные данные о технологическом процессе и пожаровзрывоопасных свойствах обращаемых веществ и материалов, не учтена возможность возникновения аварийных ситуаций во время ремонтно-профилактических и очистных работ;

- работа с неисправными или просроченными приборами системы контрольно-измерительных приборов и автоматики;

- плохой входной контроль поступающего исходного сырья;

г) при проведении спасательных работ (если неправильные действия привели к существенному усугублению последствий аварии);

д) при консервировании и/или ликвидации производства;

е) при разработке нормативных документов.

После указания в Заключении на причины, приведшие к данной аварии, технический эксперт должен дать рекомендации по профилактическим мероприятиям, которые исключили бы аварии по данным причинам в будущем на данном и аналогичных производствах. Необходимо, чтобы указанные причины и профилактические мероприятия были технически связаны между собой. В случае, если между этими двумя разделами Заключения имеются противоречия, то последнее говорит или том, что технический эксперт не до конца разобрался в физико-химических нюансах рассматриваемого технологического процесса, или что по каким-причинам хотят скрыть истинную причину данной аварии. Поэтому при знакомстве (или ревизии) с материалами любого Дела по расследовании аварии необходимо самое пристальное внимание уделять не только разделу о причине данной аварии, но и рекомендациях, которые необходимо реализовать, чтобы исключить (или, по крайней мере, уменьшить вероятность их возникновения) подобные инциденты в будущем.

Техническое заключение по экспертизе аварии передается не только следственным органам, но и соответствующим службам, которые их анализируют и систематизируют, чтобы полученный такой дорогой ценой опыт помог избежать негативных последствий в будущем. Полученный материал помогает совершенствовать нормативно-техническую документацию.

Подытоживая работу технического эксперта (как независимого, так и в составе технической или экспертной комиссий), следует отметить, что вся его деятельность основывается как на глубоком понимании физико-химического механизма рассматриваемых технологических процессов, так и существующий на настоящий момент материально-технической отечественной и международной базы и действующей нормативно-технической документации. И если первое практически не меняется со временем, то второе подвергается постоянным изменениям – и специалисты-эксперты это необходимо непрерывно отслеживать в своей работе.

ЛЕКЦИЯ 8. «РАССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН АВАРИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ». (2 часа)

1. Основные принципы технического расследования причин аварий на опасных производственных объектах (ОПО).
2. Состав комиссии по техническому расследованию причин аварии на ОПО.
3. Действия, которые должны быть приняты в организации по результатам расследования аварии на ОПО и порядок расследования, анализа и учета инцидентов.

1. Основные принципы технического расследования причин аварий на ОПО

Оперативное сообщение передается по факсу, электронной почтой или иным способом, обеспечивающим своевременное информирование о происшедшем.

Организация (ее руководитель или лицо, его замещающее), эксплуатирующая объект, на котором произошла авария (инцидент) проводит следующие мероприятия:

1) **передает оперативное сообщение об аварии, инциденте**, оформленное по рекомендуемому образцу, в:

- территориальный орган осуществляющий надзор за объектом, либо в территориальный орган, на территории деятельности которого произошла авария, инцидент (при временной регистрации передвижных технических устройств (кранов, подъемников (вышек), передвижных котельных, цистернах, вагонов, локомотивов, автомобилей и т.п.);
- вышестоящий орган или организацию (при наличии таковых);
- орган местного самоуправления;
- государственную инспекцию труда;
- профсоюзную организацию;
- страховую компанию, с которой заключен договор обязательного страхования гражданской ответственности в соответствии с законодательством ПМР об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии, инцидента на опасном объекте;
- соответствующий орган прокуратуры;

2) **при несчастном случае (тяжелом, групповом, а также со смертельным исходом), происшедшем в результате аварии (инцидента)** на поднадзорном объекте, сообщение включает в себя оперативное сообщение (информацию) об аварии (инциденте), оформленное по рекомендуемому образцу, а также оперативное сообщение (информацию) о несчастном случае (тяжелом, групповом, со смертельным исходом), происшедшем в результате аварии(инцидента) оформленное по рекомендуемому образцу.

Техническое расследование причин аварии, связанной с передвижными техническими устройствами (кранами, подъемниками (вышками), передвижными котельными, цистернами, вагонами, локомотивами, автомобилями и т.п.), проводится территориальным органом, на территории деятельности которого произошла авария, а их учет производится территориальным органом, в котором эти устройства зарегистрированы.

Техническое расследование причин аварии, происшедшей при эксплуатации котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды, а также подъемных сооружений, подлежащих регистрации (учету) в соответствующих территориальных органах, но не зарегистрированных (неучтенных) в них, проводится, а также учитывается территориальным органом, на территории деятельности которого произошла авария.

Таблица 14.

Техническое расследование аварий и инцидентов.

Событие	**Авария**	**Инцидент**
Расследование	Техническое расследование в соответствии с нормативно-правовыми актами (НПА)	Расследование в порядке, утвержденном эксплуатирующей организацией и согласованным гос. инспекцией надзора в области пром. безопасности ОПО
Комиссия	Возглавляется службой гос. надзора, включаются: • органы исполнительной власти • организации, эксплуатирующей ОПО	Представители эксплуатирующей организации. Участие других сторон не регламентировано

	• страховых компаний • профсоюзных организаций; • других организаций	
	В состав комиссии по техническому расследованию должно входить нечетное число членов.	
Результат	Акт технического расследования причин аварии	Акт по форме, установленной эксплуатирующей организации
	Акт технического расследования подписывается всеми членами комиссии по техническому расследованию. При отказе члена комиссии от подписания акта расследования к указанному документу прилагается его особое мнение с аргументированным обоснованием отказа.	
Направление результатов	Эксплуатирующая организация не позднее 3 рабочих дней после окончания расследования рассылает по 1 экз. в инспекцию надзора в области пром. безопасности ОПО, соответствующие органы (организации), представители которых принимали участие в работе комиссии, и в другие органы, определенные председателем комиссии	Не регламентировано

При наличии несчастного случая (тяжелого, группового, со смертельным исходом), происшедшего в результате аварии установление причин несчастного случая (тяжелого, группового, со смертельным исходом) осуществляется в соответствии с Трудовым кодексом ПМР и Положением об расследовании несчастных случаев

на производстве, утвержденным Постановлением Министерства труда и социального защиты ПМР от 26 декабря 2006 г. N 358.

Техническое расследование причин аварии, несчастного случая, происшедшего в результате аварии, инцидента, случая утраты взрывчатых материалов промышленного назначения – это установление и документальное фиксирование обстоятельств и причин:

1. аварии, несчастного случая, происшедшего в результате аварии или инцидента,
2. утраты взрывчатых материалов промышленного назначения на поднадзорном объекте,
3. определение лиц, ответственных за указанные происшествие, разработка мероприятий по предупреждению аналогичных происшествий

Порядок расследования причин аварий на ОПО.

1. Расследование причин каждого возникновения аварии на ОПО.
2. Проведение расследования причин аварий специальной комиссией.
3. Проведение дополнительных исследований и независимых экспертиз (при необходимости).
4. Сохранение по возможности обстановки на месте аварии при обеспечении приоритета жизни и здоровья людей.
5. Взаимодействие с другими органами исполнительной власти при авариях, сопровождающихся выбросами, разливами опасных веществ, взрывами, пожарами.
6. Финансирование расходов на проведение расследования аварии осуществляется организацией, эксплуатирующей ОПО.

Таблица 15.

Временные интервалы при техническом расследовании аварий и инцидентов.

Исходное событие	Авария	Инцидент
Оперативное сообщение	24 часа	24 часа
Создание комиссии	24 часа	*Согласно Положения о порядке проведения технического расследования и учета инцидентов, происшедших на*
Расследование аварии	+15 рабочих дней	
Продление расследования (при необходимости)	+ 15 календарных дней	
Направление пакета	+ 3 дня	

документов членам комиссии		*опасных производственных объектах*
Рассмотрение результатов расследования аварии	+ 27 дней (30 дней после окончания расследования)	
Дополнительное расследование	Не регламентировано	

По результатам технического расследования причин аварии **в течение 3 рабочих дней руководитель организации издает приказ**, определяющий меры по устранению причин и последствий аварии, по обеспечению безаварийной и стабильной работы опасного производственного объекта, а также по привлечению к дисциплинарной ответственности лиц, допустивших нарушения требований законодательства ПМР в области промышленной безопасности.

2. Состав и порядок работы комиссии по техническому расследованию причин аварии на ОПО

В состав комиссии по техническому расследованию включаются представители:

- органа исполнительной власти ПМР и (или) органа местного самоуправления;
- организации, эксплуатирующей опасный производственный объект (но не более 50% членов комиссии);
- вышестоящего органа или организации (при наличии таковых);
- страховых компаний, с которыми организация, эксплуатирующая ОПО, заключила договор обязательного страхования гражданской ответственности;
- других организаций в соответствии с законодательством ПМР.

Порядок работы комиссии.

Комиссия по техническому расследованию незамедлительно с даты подписания приказа приступает к работе и в течение 15 рабочих дней составляет **акт технического расследования причин аварии** и готовит другие необходимые материалы технического расследования.

В зависимости от характера аварии и необходимости проведения дополнительных исследований и экспертиз срок технического расследования причин аварии может быть увеличен приказом Государственной инспекцией (управлением) надзора в сфере промышленной безопасности опасных производственных объектов ПМР или приказом Службы гос. надзора МЮ ПМР, назначившими данное расследование, на основании служебной записки председателя комиссии по техническому расследованию, но не более чем на 15 рабочих дней.

Заверенная копия приказа о продлении срока технического расследования причин аварии и обоснование причин такого продления прилагаются к акту технического расследования.

Расследование несчастного случая, происшедшего во время аварии, в результате которого один или несколько пострадавших получили легкие повреждения здоровья, проводится комиссией в течение трех дней.

Расследование группового, тяжелого либо несчастного случая со смертельным исходом проводится комиссией в течение 15 дней.

При необходимости проведения дополнительной проверки обстоятельств несчастного случая, получения соответствующих медицинских и иных заключений сроки могут быть продлены но не более чем на 15 дней.

Состав материала при техническом расследовании аварии.

Материалы расследования должны включать:

1. приказ о назначении комиссии для расследования причин аварии;

2. акт технического расследования аварии со следующими приложениями:

- протокол осмотра места аварии,
- заключение экспертной комиссии об обстоятельствах и причинах аварии,
- протоколы опроса и объяснения лиц, причастных к аварии, а также должностных лиц, ответственных за соблюдение требований промышленной безопасности,
- справки об обученности и проведении инструктажа по безопасности труда и проверке знаний производственного персонала,
- справки о размере причиненного вреда, форма учета и анализа аварий.

3. Действия, которые должны быть приняты в организации по результатам расследования аварии на ОПО и порядок расследования, анализа и учета инцидентов

Организация не позднее трех дней после окончания расследования рассылает материалы расследования аварии в Государственную инспекцию (управление) надзора в сфере промышленной безопасности опасных производственных объектов ПМР и его территориальному органу, производившему расследование, соответствующим органам (организациям), представители которых принимали участие в расследовании причин аварии, территориальному объединению профсоюзов, органам прокуратуры по месту нахождения организации.

Руководитель организации издает приказ о выполнении мероприятий, предложенных комиссией. По результатам их выполнения готовит письменную информацию организациям, представители которых участвовали в расследовании. Информация представляется в течение десяти дней по окончании сроков выполнения мероприятий

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект:

- ведет учет аварий;
- анализирует причины их возникновения;
- один раз в полугодие представляет в Государственную инспекцию (управление) надзора в сфере промышленной безопасности опасных производственных объектов ПМР информацию о количестве аварий, причинах их возникновения и принятых мерах.

Порядок расследования, анализа и учета инцидентов.

Установление причин, анализ и учет инцидентов осуществляется организацией, эксплуатирующей опасный производственный объект.

Перечень инцидентов, подлежащих расследованию и учету, определяет технический руководитель организации в соответствии с Методическими рекомендациями органов государственного надзора.

Для установления причин инцидентов создается комиссия. Состав комиссии назначается приказом руководителя организации (установление причин инцидентов в химическом, нефтехимическом и

нефтеперерабатывающем производстве производится с обязательным участием территориальных органов государственного надзора.

Результаты работы по установлению причин инцидента оформляются актом по форме, установленной предприятием. Акты расследования должны содержать информацию о дате и месте инцидента, его причинах и обстоятельствах, принятых мерах по ликвидации инцидента, продолжительности простоя и материальном ущербе, в том числе вреде, нанесенном окружающей природной среде, а также меры по устранению причин инцидента.

Учет инцидентов на опасном производственном объекте ведется в специальном журнале, где регистрируется дата и место инцидента, его характеристика и причины, продолжительность простоя, экономический ущерб (в том числе вред, нанесенный окружающей природной среде), меры по устранению причин инцидента и отметка об их выполнении.

Организация ведет анализ причин инцидентов и ежеквартально сообщает в территориальный орган государственного надзора информацию о количестве инцидентов, причинах их возникновения и принятых мерах.

ЛЕКЦИЯ 9. «ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ». (2 часа)

1. Экспертиза документации, связанной с эксплуатацией опасного производственного объекта.
2. Экспертиза промышленной безопасности проектной документации.
3. Экспертиза промышленной безопасности технических устройств.
4. Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений.
5. Экспертиза промышленной безопасности обоснования безопасности.

Экспертиза промышленной безопасности - оценка соответствия объекта экспертизы предъявляемым к нему требованиям промышленной безопасности. Результатом этой оценки является заключение экспертизы промышленной безопасности. Объектами экспертизы считаются технические устройства, используемые на опасных производственных объектах, проектная документация, декларация промышленной безопасности, а также иные документы, связанные с эксплуатацией опасных производственных объектов.

1. Экспертиза документации, связанной с эксплуатацией опасного производственного объекта

Экспертиза промышленной безопасности документов, связанных с эксплуатацией опасного производственного объекта проводится с целью независимой оценки соблюдения организациями требований законодательства в области промышленной безопасности при эксплуатации опасного производственного объекта и выполнения лицензионных требований и условий, установленных соответствующими положениями о лицензировании.

Положительное заключение промышленной безопасности документов, связанных с эксплуатацией опасных производственных объектов необходимо при получении лицензии на эксплуатацию взрывоопасных, химически опасных производственных объектов. Экспертизе промышленной безопасности подлежат также Планы локализации и ликвидации аварийных ситуаций на опасных

производственных объектах (ПЛАС) и Планы по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов (ПЛАРН).

Оценка достаточности, качества разработки и соответствия документации, относящейся к эксплуатации опасного производственного объекта, осуществляется по существующим документам, предоставляемым заявителем по конкретным производствам, цехам или рабочим местам.

При экспертизе промышленной безопасности документации, связанной с эксплуатацией опасного производственного объекта, рассматриваются и оцениваются документы, подтверждающие соблюдение организацией, эксплуатирующей опасные производственные объекты, законодательства в области промышленной безопасности, а именно:

- соответствие штатного расписания установленным требованиям по укомплектованию рабочих мест необходимым персоналом на опасном производственном объекте;
- установление в организациях порядка допуска к работе на опасном производственном объекте лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний, а также контроля за соблюдением этого порядка, в том числе при проведении подготовки и аттестации работников в области промышленной безопасности;
- наличие на опасном производственном объекте нормативно-правовых актов и нормативно-технических документов, устанавливающих правила безопасного ведения отдельных видов работ, технологических процессов на соответствующих рабочих местах;
- порядок осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности;
- организация необходимых мер, направленных на предотвращение проникновения на опасный производственный объект посторонних лиц и порядок контроля их выполнения;
- организация мер и наличие средств и порядка по ликвидации и локализации последствий аварий на опасном производственном объекте;
- наличие договоров страхования риска ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта;
- порядок учета и анализа причин возникновения инцидентов на опасном производственном объекте, принятие мер по устранению

указанных причин и профилактике инцидентов и контроль за их исполнением.

Данная процедура нужна для того, чтобы оценить то, как выполняются предприятием, имеющим в своем составе ОПО, требования в сфере промбезопасности. А еще, чтобы определить, соблюдаются ли прописанные в положениях о лицензировании условия.

2. Экспертиза промышленной безопасности проектной документации

Экспертиза промышленной безопасности проектной документации в обязательном порядке проводится при принятии решения о начале строительства, расширения, реконструкции, технического перевооружения, консервации и ликвидации опасного производственного объекта.

Заключение экспертизы промышленной безопасности также необходимо при внесении изменений и/или дополнений в проектную документацию.

Экспертиза промышленной безопасности проектной документации подтверждает соответствие характеристик устройства, сооружения и т.д. нормам и правилам промышленной безопасности, а также оценивает соответствие объекта экспертизы предъявляемым требованиям промышленной безопасности.

Объектами экспертизы промышленной безопасности проектной документации могут быть следующие документы:

- технико-экономическое обоснование;
- исходные данные для проектирования;
- рабочий проект;
- рабочая документация по разделам проекта.

Результатом работы является Заключение экспертизы промышленной безопасности проектной документации, утвержденное в органах государственного надзора.

3. Экспертиза промышленной безопасности технических устройств

В настоящее время оборудование многих промышленных предприятий уже отработало свой ресурс. Эксплуатация такого оборудования, а также ввод нового возможны только с разрешения Государственной инспекции (управления) надзора в сфере промышленной безопасности опасных производственных объектов ПМР. Основанием для такого разрешения является положительное заключение экспертизы промышленной безопасности.

Экспертиза промышленной безопасности технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, проводится в соответствии с требованиями нормативных документов при выработке расчетного срока эксплуатации, при отсутствии в технической документации данных о сроке службы технического устройства, если фактический срок службы превышает 20 лет.

Экспертиза промышленной безопасности технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, производится в следующих случаях:

- отсутствие паспорта на техническое устройство;
- выработка установленного проектом расчетного срока эксплуатации или количества циклов нагружения;
- отсутствие в технической документации данных о сроке службы технического устройства, если фактический срок его службы превышает 20 лет;
- воздействие на техническое устройство в процессе эксплуатации факторов, превышающих расчетные параметры (температура, давление, внешние силовые нагрузки и др.) в результате нарушения регламентированного режима работы;
- проведение ремонтно-сварочных работ, связанных с изменением конструкции, заменой материала несущих элементов технического устройства;
- требование органов государственного надзора.

Экспертиза промышленной безопасности технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, включает в себя:

- изучение и анализ технической документации и условий эксплуатации технического устройства;
- визуальный и измерительный контроль;
- неразрушающий контроль технических устройств;
- ультразвуковую толщинометрию основных элементов;

- контроль сварных соединений (радиографический, ультразвуковой) и основного металла;
- измерение твердости металла основных элементов;
- проведение акустико-эмиссионного контроля;
- исследование металла с целью оценки изменения его физико-механических свойств под влиянием условий эксплуатации;
- расчеты на прочность;
- проверку условий прочности основных элементов технических устройств по требованиям действующей в настоящее время нормативной документации.
- расчеты на статическую и циклическую прочность трубопроводных систем с учетом реальной геометрии и условий нагружения;
- анализ влияния дефектов на безопасность эксплуатации;
- испытания на прочность и плотность.

Перечень документации, используемой при экспертизе промышленной безопасности технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте:

- паспорт технического устройства;
- акт приемки технического устройства в эксплуатацию;
- акты испытаний, проводимых в процессе эксплуатации технического устройства;
- сертификаты соответствия (при наличии);
- акты, отчеты о выполненных работах при проведении капитальных ремонтов и реконструкции технического устройства;
- технические условия на изготовление;
- комплект чертежей с указанием основных технических решений и всех изменений, внесенных при производстве работ, и отметок о согласовании этих изменений с проектной организацией, разработавшей проект технического устройства;
- проектные данные, устанавливающие технологические параметры эксплуатации технического устройства, оснащения его средствами контроля и безопасности, автоматического регулирования технологических параметров;
- акты расследования аварий и инцидентов, связанных с эксплуатацией технического устройства;
- документы, отражающие фактические технологические параметры работы оборудования;

- заключения ранее проводимых экспертиз промышленной безопасности данного технического устройства и сведения о выполнении рекомендаций, направленных на обеспечение его безопасной эксплуатации;
- документы, подтверждающие сроки эксплуатации технического устройства, периодичность проведения экспертизы промышленной безопасности и методики оценки его технического состояния.

Данный список может быть скорректирован, исходя из анализа специфики конкретного технического устройства.

Заключение экспертизы промышленной безопасности технического устройства необходимо для получения Разрешения на применение на опасных производственных объектах.

4. Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений

Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений на опасных производственных объектах проводится в следующих случаях:

- при обнаружении дефектов и повреждений при периодических и внеочередных осмотрах;
- после пожаров и стихийных бедствий;
- после аварии в цехе или в цехах аналогичных производств;
- по предписанию органов Госнадзора;
- при изменении технологии производства или его консервации;
- необходимости наличия заключения о состоянии промышленных зданий и сооружений для получения организацией лицензии на эксплуатацию производств и объектов;
- истечение сроков обследования или нормативных сроков эксплуатации;
- при изменении владельца;
- при страховании организации;
- для определения экономической целесообразности ремонта или реконструкции;
- при увеличении нормируемых природно-климатических воздействий (сейсмические, снеговые, ветровые воздействия).

Проводится также экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений на опасных производственных объектах предприятий металлургической, коксохимической, химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, нефтяной и газовой промышленности, предприятий газоснабжения и газопотребления, зданий котельных, магистральных трубопроводов, а также сооружений, на которых используются подъемные механизмы.

Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений включает в себя:

- определение фактических размеров сечений конструкций и соединений, их пространственное положение;
- проверку соответствия конструкций проектной документации, фактической геометрической неизменяемости, выявление отклонений, дефектов и повреждений элементов и узлов конструкций с составлением ведомостей дефектов и повреждений;
- уточнение фактических и прогнозируемых нагрузок и воздействий, согласование их с Заказчиком;
- установление фактических физико-механических свойств материалов конструкций;
- проверку фундаментов при выполнении деформаций каркаса здания и несущей способности грунта при выявлении осадок фундаментов.

Результатом проведения экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений является Заключение о техническом состоянии строительных конструкций, а также рекомендации по устранению выявленных в ходе обследования дефектов и повреждений и обеспечению безопасной эксплуатации объектов.

5. *Экспертиза промышленной безопасности обоснования безопасности*

В обосновании безопасности опасного производственного объекта содержится информация о том, какова вероятность того, что на объекте возникнет какая-либо опасная ситуация, насколько она может быть вредна для персонала организации, для состояния экологии, для жителей местности, где расположена организация. Создание такой документации - обязанность любой организации,

включающей в себя ОПО (опасные производственные объекты). Важно отметить - обоснование безопасности мало чего стоит само по себе, нужна еще экспертиза промышленной безопасности обоснования безопасности.

В обосновании безопасности возникает потребность:

- если во время капремонта, ликвидации, консервации или даже просто обычного функционирования предприятия наблюдались некие отступления от норм промбезопасности;
- если технологии, используемые на предприятии передовые, и законодательство нашего государства не успевает за ними. Т.е. если существующих норм недостаточно или их вообще нет.

Обоснование безопасности содержит:

- сведения о результатах оценки риска аварии на опасном производственном объекте и связанной с ней угрозы;
- условия безопасной эксплуатации опасного производственного объекта;
- требования к эксплуатации, капитальному ремонту, консервации и ликвидации опасного производственного объекта.

Изменения в обоснование безопасности вносятся в случае:

а) реконструкции, технического перевооружения опасного производственного объекта, для которого ранее было утверждено положительное заключение экспертизы промышленной безопасности обоснования его безопасности;

б) изменения условий безопасной эксплуатации опасного производственного объекта, влекущих отступления от требований обоснования его безопасности.

Заключение экспертизы промышленной безопасности содержит один из следующих выводов:

- обоснование безопасности опасного производственного объекта соответствует требованиям промышленной безопасности;
- обоснование безопасности опасного производственного объекта не соответствует требованиям промышленной безопасности.

При проведении экспертизы обоснования учитываются следующие результаты:

- оценка полноты и достоверности информации, представленной в обосновании безопасности;
- оценка полноты и достаточности мероприятий, компенсирующих отступления от норм и правил в области промышленной безопасности;

- оценка обоснованности результатов оценки риска аварий, в том числе адекватности применяемых физико-математических моделей и использованных методов расчетов по оценке риска, правильности и достоверности этих расчетов, а также полноты учета всех факторов, влияющих на конечные результаты;
- оценка учета современного опыта эксплуатации, капитального ремонта, консервации и ликвидации опасных производственных объектов в обосновании безопасности;
- оценка полноты требований к эксплуатации, капитальному ремонту, консервации или ликвидации опасного производственного объекта, установленных в обосновании безопасности.

Экспертиза этого документа нужна в обязательном порядке. Если экспертиза не производится, документ не имеет силы.

Такая экспертиза оценивает, насколько полно в обосновании безопасности ОПО отражена информация об объекте, о том, насколько велик риск возникновения аварий, о мерах, которые должны предприниматься, чтобы этого избежать.

ЛЕКЦИЯ 10. «ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ОПАСНОГО ОБЪЕКТА». (2 часа)

1. ***Декларирование промышленной безопасности.***
2. ***Паспорт безопасности опасного объекта.***
3. ***План локализации ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС).***

1. Декларирование промышленной безопасности

Декларация промышленной безопасности опасного производственного объекта – документ, в котором представлены результаты всесторонней оценки риска аварии, анализа достаточности принятых мер по предупреждению аварий и по обеспечению готовности организации к эксплуатации опасного производственного объекта в соответствии с требованиями норм и правил промышленной безопасности, а также к локализации последствий аварий на опасном производственном объекте.

Промышленный объект подлежит обязательному декларированию безопасности в случаях:

- если он включен в список объектов, деятельность которых связана с повышенной опасностью;

- если на нем обращаются опасные вещества в количестве, равном или превышающем определенное пороговое значение.

Декларация безопасности подлежит обновлению не реже одного раза в год, а также в случаях:

- изменения сведений, входящих в не и влияющих на обеспечение промышленной безопасности, предупреждение чрезвычайных ситуаций и защиты населения от чрезвычайных ситуаций;

- изменения действующих требований (правил и норм) в области промышленной безопасности и предупреждения чрезвычайных ситуаций и защиты населения от чрезвычайных ситуаций;

- совместного решения органов Управление по Чрезвычайным Ситуациям МВД ПМР, Государственной инспекцией (управлением) надзора в сфере промышленной безопасности опасных производственных объектов ПМР.

Декларация должна включать следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- данные об организации – разработчике декларации;
- оглавление;
- раздел 1 «Общие сведения»;
- раздел 2 «Результаты анализа безопасности»;
- раздел 3 «Обеспечение требований промышленной безопасности»;
- раздел 4 «Выводы»;
- раздел 5 «Ситуационные планы»;
- обязательные приложения к декларации;
- приложение №1 «Расчетно-пояснительная записка»;
- приложение №2 «Информационный лист».

Приложение №1 «Расчетно-пояснительная записка» имеет следующую структуру:

- титульный лист;
- оглавление;
- раздел 1 «Сведения о технологии»;
- раздел 2 «Анализ риска»;
- раздел 3 «Выводы и предложения»;
- список использованных источников.

Приложение №2 «Информационный лист» служит для предоставления гражданам (по их обращению), имеет титульный лист и включает следующие структурные элементы:

- наименование организации, эксплуатирующей декларируемый ОПО или являющейся заказчиком проектной документации;
- сведения о лице, ответственном за информирование и взаимодействие с общественностью (должность, фамилия и инициалы, телефон);
- краткое описание характеристик опасных веществ, обращаемых на декларируемом объекте;
- перечень и основные характеристики опасных веществ, обращаемых на декларируемом объекте;
- краткие сведения о масштабах и последствиях возможных аварий и мерах безопасности;
- сведения о способах оповещения и необходимых действиях населения при возникновении аварий.

Декларация промышленной безопасности разрабатывается в составе проектной документации на строительство, расширение, реконструкцию, капитальный ремонт, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта;

утверждается руководителем организации, эксплуатирующей опасный производственный объект.

Руководитель организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, несет ответственность за полноту и достоверность сведений, содержащихся в декларации промышленной безопасности, в соответствии с законодательством ПМР.

Декларацию промышленной безопасности представляют органам государственной власти, органам местного самоуправления, общественным объединениям и гражданам в порядке, который установлен Правительством ПМР.

2. Паспорт безопасности опасного объекта

Паспорт безопасности опасного объекта разрабатывается для решения следующих задач:

- определения показателей степени риска чрезвычайной ситуации для персонала опасного объекта и проживающего вблизи населения;
- определения возможности возникновения чрезвычайных ситуаций на опасном объекте;
- оценки возможных последствий чрезвычайных ситуаций на опасном объекте;
- оценки возможного воздействия чрезвычайных ситуаций, возникших на соседних опасных объектах;
- оценки состояния работ по предупреждению чрезвычайных ситуаций и готовности к ликвидации чрезвычайных ситуаций на опасном объекте;
- разработки мероприятий по снижению риска и смягчению последствий чрезвычайных ситуаций на опасном объекте.

Паспорт безопасности опасного объекта разрабатывается в двух экземплярах. Первый экземпляр паспорта безопасности опасного объекта остается на объекте. Второй экземпляр направляется в Управление по Чрезвычайным Ситуациям МВД ПМР (по месту расположения объекта).

Паспорт безопасности опасного объекта включает в себя:

- титульный лист;
- «Общая характеристика опасного объекта»;
- «Показатель степени риска чрезвычайных ситуаций»;
- «Характеристика аварийности и травматизма»;

- «Характеристика организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность объекта и готовность к ликвидации чрезвычайных ситуаций»;
- последний лист, содержащий подписи разработчиков.

К паспорту безопасности опасного объекта прилагается ситуационный план с нанесенными на него зонами последствий от возможных чрезвычайных ситуаций на объекте, диаграммы социального риска (F/N – диаграмма и F/G – диаграмма), расчетно-пояснительная записка.

В паспорте безопасности опасного объекта показатели степени риска приводятся только для наиболее опасного и наиболее вероятного сценария развития чрезвычайных ситуаций.

На ситуационный план объекта с прилегающей территорией наносятся зоны действия поражающих факторов возможных чрезвычайных ситуаций и индивидуального (потенциального) риска. Построение изолиний риска осуществляется от максимально возможных значений до $10 \cdot 10^7$ год[1].

Расчетно-пояснительная записка является приложением к паспорту безопасности опасного объекта. В ней указываются расчеты по показателям степени риска объекта.

Разработка расчетно-пояснительной записки не требуется, если на объекте разработана декларация промышленной безопасности.

В расчетно-пояснительной записке приводятся расчеты по всем возможным сценариям развития чрезвычайных ситуаций.

При определении показателей риска учитывается возможность возникновения чрезвычайных ситуаций, если источником являются аварии или чрезвычайные ситуации на рядом расположенных объектах или транспортных коммуникациях, а также опасные природные явления.

Расчетно-пояснительная записка должна иметь следующую структуру:

- титульный лист;
- список исполнителей с указанием должностей, научных званий, названием организации;
- аннотация;
- содержание (оглавление);
- задачи и цели оценки риска;
- описание опасного объекта и краткая характеристика его деятельности;
- методология оценки риска, исходные данные и ограничения для определения показателей степени риска чрезвычайных ситуаций;

- описание применяемых методов оценки риска и обоснование их применения;

- результаты оценки риска чрезвычайных ситуаций, включая чрезвычайные ситуации, источниками которых могут явиться аварии или чрезвычайные ситуации на рядом расположенных объектах, транспортных коммуникациях, опасные природные явления;

- анализ результатов оценки риска;

- выводы с показателями степени риска для наиболее опасного и наиболее опасного и наиболее вероятного сценария развития чрезвычайных ситуаций;

- рекомендации для разработки мероприятий по снижению риска на опасном объект.

3. План локализации ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС)

План локализации ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) разрабатывается с целью:

- определения возможных сценариев возникновения аварийной ситуации и е развития;

- определения готовности организации к локализации и ликвидации аварийных ситуаций на опасном производственном объекте;

- планирования действий производственного персонала и аварийно-спасательных служб (формирований) по локализации и ликвидации аварийных ситуаций на соответствующих стадиях их развитии;

- разработки мероприятий, направленных на повышение противоаварийной защиты и снижения масштабов последствий аварий;

- выявление достаточности принятых мер по предупреждению аварийных ситуаций на объекте.

Ответственность за своевременное и правильное составление ПЛАС и соответствие требованиям указанного документа возлагается на технического руководителя предприятия.

ПЛАС должен содержать:

- титульный лист;

- оперативную часть, в которой дается краткая характеристика опасности объекта (технологического блока, установки и т.д.),

мероприятия по защите персонала и действиям по локализации и ликвидации аварийных ситуаций;

- расчетно-пояснительную записку, в которой содержится подробный анализ опасности возможных аварийных ситуаций на объекте.

- ПЛАС и расчетно-пояснительная записка должны быть оформлены в виде отдельных переплетных книг и утверждены в виде отдельных переплетенных книг и утверждены техническим руководителем организации;

- ПЛАС не реже чем один раз в 5 лет пересматривается и уточняется в случаях изменений в технологии, аппаратурном оформлении, метрологическом обеспечении технологических процессов, а также после аварии.

Содержание оперативной части ПЛАС определяется масштабом аварийных ситуаций и могут быть трех уровней: «А», «Б», и «В»:

- на уровне «А» аварийная ситуация характеризуется развитием в пределах одного блока объекта (цеха, установки, производственного участка), являющегося структурным подразделением организации;

- на уровне «Б» аварийная ситуация характеризуется переходом за пределы одного блока объекта и развитием ее в пределах организации;

- на уровне «В» аварийная ситуация характеризуется развитием и выходом за пределы территории организации, возможностью воздействия поражающих факторов на население близлежащих населенных пунктов и другие организации (объекты), а также окружающую среду.

ПЛАС на уровне «А» разрабатывается для руководства действиями:

- производственного персонала технологического блока;

- членов нештатных аварийно-спасательных формирований (НАСФ);

- привлекаемых, в случае необходимости, профессиональных аварийно-спасательных формирований по локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПАСФ), предупреждению их распространения на другие блоки объекта.

ПЛАС на уровне «А» должен включать:

1. Краткую характеристику блоков.

2. Принципиальную технологическую схему блоков.

3. План расположения основного технологического оборудования блоков, входящих в состав объекта.

4. Оперативную часть плана по локализации и ликвидации аварийных ситуаций уровня «А».

ПЛАС уровня «Б» разрабатывается для руководства действиями:

- производственного персонала цеха;

- членов аварийно-спасательных формирований, пожарных и медицинских подразделений, а также персонала смежных или технологических связанных цехов по локализации и ликвидации аварийных ситуаций, а также спасению и выводу людей из зоны поражения, так и потенциально опасных зонах.

ПЛАС на уровне «Б» должен включать:

1. Блок-схему технологического объекта.

2. Оперативную часть плана по локализации и ликвидации аварийных ситуаций уровня «Б».

Также ПЛАС должен содержать:

- Приложение 1. Список и схема оповещения должностных лиц, аварийно-спасательных формирований, организаций и служб, ответственных за выполнение мероприятий по локализации и ликвидации аварийных ситуаций, с указанием адресов и телефонов.
- Приложение 2. Список инструмента, материалов, приспособлений и средств индивидуальной защиты.
- Приложение 3. Табель технического оснащения нештатного аварийно-спасательного формирования (НАСФ), создаваемого из числа производственного персонала.
- Приложение 4. Состав сил и средств, применяемых для локализации и ликвидации аварийных ситуаций НАСФ, ПАСФ (договора, аттестация АСФ).
- Приложение 5. Обязанности ответственного руководителя работ, исполнителей и других должностных лиц организации по локализации и ликвидации аварийных ситуаций.
- Приложение 6. Инструкцию по безопасности остановке технологического процесса.

Расчетно-пояснительная записка к ПЛАСУ должна содержать:

- Исходные данные.
- Краткую характеристику объекта.
- Блок-схему производства.
- Раздел 1. «Технология и аппаратурное оформление блока».
- Раздел 2. «Анализ опасности технологического блока».
- Раздел 3. «Выводы и предложения».

- Раздел 4. «Список использованных методических материалов и справочной литературы».

ПЛАС подлежит экспертизе в соответствии с «Положением о порядке технического расследования причин аварий на опасных производственных объектах ПМР» от 21 июня 2010 года № 478.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Андреев К. К., Беляев А. Ф. Теория взрывчатых веществ. — М., 1960.
2. Андреев К. К. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ. — 2-е изд. — М., 1966.
3. Беляев А. Ф. Горение, детонация и работа взрыва конденсированных систем. — М.: Наука, 1968.
4. Взрывчатые вещества // Краткая химическая энциклопедия. — Москва: Советская энциклопедия, 1961. — Т. 1. — Стб. 559-564
5. Взрывчатые вещества // Энергетические конденсированные системы. Краткий энциклопедический словарь / Под ред. Б. П. Жукова. — 2-е изд., испр.. — Москва: Янус-К, 2000. — С. 80. — 596 с.
6. Власов Д.В. Взрыв и его последствия, Изд-во СПбГТИ(ТУ), СПб, 2001, 152 с.
7. Водяник В.И. Горение и взрыв газов//Безопасность труда в промышленности N 1, 2005
8. Гельфанд Б.Е., Сильников М.В. Фугасные эффекты взрывов, ООО “Изд-во “Полигон”, СПб, 2002, 272 с.
9. Гельфанд Б.Е., Сильников М.В. Химические и физические взрывы, ООО “Изд-во “Полигон”, СПб, 2003, 416 с.
10. Гарькин И.Н. Анализ причин обрушений промышленных зданий // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. СанктПетербург, март 2011 г.) / под общ. ред. Г. Д. Ахметовой. СПб.: Реноме, 2011. С. 27–29.
11. Закон ПМР «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» САЗ (08.05.2006) № 06-19.
12. Зокоев В.А., Федотов Ю.В., Шепелюк С.И., Кондрашин А.В. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций: учебное пособие. - СПб.: СПб университет ГПС МЧС России, 2012
13. Иофьев Б.И. Аварии и вокруг них.-М.: Изд-во Эдитус, 2013, 274 с.
14. Исаков В.А. Безопасность производственной деятельности: учеб. пособие для спец. 330500 (горная промышленность). Екатеринбург, 2000. 149 с.
15. Катастрофы и человек / под ред. В.А. Воробьева, 2006. 326 с.
16. Конык, О. А. Аварии и аварийные ситуации на промышленных предприятиях: учебное пособие: самост. учеб. электрон. изд. / О. А. Конык; Сыкт. лесн. ин-т. – Электрон. дан. – Сыктывкар: СЛИ, 2013.

17. Концепция развития горения и взрыва, как области научно-технического прогресса, под ред. А.Г.Мержанова (Принята Общим собранием Научного совета РАН по горению и взрыву 22.05.01 г.), Изд-во “Территория”, Черноголовка, 2001, 176 с.
18. Котляревский В.А., Кочетков К.Е. и др. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий.1995, 320 с.
19. Лушпей В.П., Пискунов Ю.Г., Гнитецкая Н.Н. Опасные техногенные процессы: учеб. пособие / под ред. В.П. Лушпея; Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа. – Владивосток: Издательский дом Дальневост. федерал. ун-та, 2013. – 133 с.
20. Масаев В.Н. Ведение аварийно спасательных работ на химически опасных объектах. 2017г.
21. Мхитарян В. С. и др. Прогнозирование запаса средств для ликвидации последствий техногенных аварий" 2010г.
22. Орлова Е. Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ. — 3-е изд. — Л., 1981.
23. Пожарная и аварийно-спасательная техника: учебник / под общ. ред. М.Д. Безбородько. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2013
24. Поздняков З. Г., Росси Б. Д. Справочник по промышленным взрывчатым веществам и средствам взрывания. — М.: «Недра», 1977. — 253 с.
25. Покровский Г.И. Взрыв и его действие — М., 1954.
26. Положением о порядке технического расследования причин аварий на опасных производственных объектах ПМР» от 21 июня 2010 года № 478.
27. Пучков В.А., Латышев О.М., Зокоев В.А. и др. Защита в чрезвычайных ситуациях: учебник / под общ. ред. В.А. Пучкова. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2014. - 380 с.
28. Пучков В.А., Дагиров Ш.Ш., Агафонов А.В. и др. Пожарная безопасность: учебник / под общ. ред. В.А. Пучкова. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. - 877 с.
29. Таубкин С.И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы, Изд-во ВНИИПО, М., 1998, 600 с.
30. У.Бейкер, П.Кокс, П.Уэстайн, Дж.Кулеш, Р.Стрелоу. Взрывные явления. Оценка и последствия, в 2х кн., Изд-во “Мир”, М., 1986, кн. 1 – 319 с., кн. 2 – 384 с.
31. Улыбин В.Б., Мазур А.С., Украинцева Т.В. Техническая экспертиза аварий и катастроф химико-технологических производств. (Методическое пособие) Часть I. 2012 г.

32. Устойчивость работы промышленных объектов при чрезвычайных ситуациях: Метод. указ. /сост. В.И. Осипов, С.В. Пестряков, Ф.Ф. Кадыров, Е.М. Ганцева. – Уфа: УГАТУ, 2005. – 53 с.
33. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров: Методическое пособие. - М: ВНИИПО, 2002. - 330 с.
34. Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования), Изд-во СПбИПБ МВД России, СПб, 1997, 580 с.
35. Чешко И.Д. Физико-химические основы установления очага пожара при экспертном исследовании чрезвычайных ситуаций, диссертация в форме научного доклада на соискание ученой степени доктора технических наук, Изд-во СПбГТИ(ТУ), СПб, 1998, 50 с.
36. Шадский И.П. Чрезвычайные ситуации в промышленности: учеб. пособие. 3-е изд. М.: Институт риска и безопасности, 2004. С. 114–141.
37. Шлендер П.Э. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие. - М.: ВЗФЭИ.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.

АС — атомная станция.
АХОВ — аварийно химически опасное вещество.
АЭС — атомная электростанция.
ВВ — взрывчатое вещество.
ВМ — взрывчатые материалы.
ВОО — взрывоопасный объект.
ГГ — горючие газы.
ГЖ — горючие жидкости.
ГО — гражданская оборона.
ДТП — дорожно-транспортное происшествие.
ИИ — ионизирующее излучение.
КВВ — конденсированные взрывчатые вещества.
КИПиА — контрольно-измерительные приборы и автоматика.
ЛВЖ — легковоспламеняющиеся жидкости.
ЛС — личный состав.
НКПРП — нижний концентрационный предел распространения пламени.
ОВ — опасные вещества.
ОПО — опасный производственный объект.
ОПО — обобщенный показатель опасности.
ООН — организация объединенных наций.
ПВОО — пожаро-взрывоопасный объект.
ПИО — потенциальный индекс опасности.
ПЛАС — план локализации и ликвидации аварийных ситуаций.
ПЛВС — пылевоздушные смеси.
ПО — показатель опасности.
ПОО — потенциально опасный объект.
РВ — радиоактивное вещество.
РОО — радиационно-опасный объект.
СЗЗ — санитарно-защитная зона.
УВ — ударная волна.
ХОО — химически опасный объект.
ЧС — чрезвычайная ситуация.

Учебное издание

Экспертиза аварий и катастроф

Составители:
Капитанчук Дарья Михайловна
Огнева Татьяна Васильевна

Издается в авторской редакции
Компьютерная верстка Д.М. Капитанчук

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 12,12. Электронное издание
Опубликовано на портале moodle.spsu.ru