

Министерство образования Кыргызской Республики
Кыргызский Национальный Технический Университет
им. И.Раззакова

Кафедра "*Техносферная безопасность*"

**ВЗРЫВНАЯ И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОЦЕССОВ И ПРЕДПРИЯТИЙ
МЕТОДИЧЕСКОЕ УКАЗАНИЕ**
по курсу "Безопасность жизнедеятельности"
для студентов всех форм обучения и всех
специальностей

БИШКЕК 2018

РАССМОТРЕНО
На заседании кафедры
«Техносферная безопасность»
Прот. №6 от 17.01.2018 г.

ОДОБРЕНО
Методическим советом
энергетического факультета
Прот. № от 2018 г.

Составитель: *Таштанбаева В.О.*

УДК 621.316.9:523.036.33

Взрывная и пожарная безопасность процессов и предприятий. Методическая разработка к практической работе по курсу "Безопасность жизнедеятельности" для студентов всех форм обучения и всех специальностей/ Кыргыз. Нац.Техн. Ун-т. Сост. Таштанбаева В. О., Бишкек, 2005. 19 с.

Рассмотрена общая методика анализа взрывной и пожарной безопасности технологических процессов, производственных участков и производственных помещений. Излагается метод оценки взрывной и пожарной опасности производств исходя из свойств и горючести веществ и материалов обращающихся в технологических процессах, приведены примеры решения задач и нормативная документация. Рекомендуются для проведения практических занятий и разработки дипломных проектов для всех специальностей.

Библиография: 11 названий.

Рецензент: Омуров Ж.М.

ЦЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Ознакомиться с показателями пожарной опасности (конкретного) вещества, смесей и технических продуктов, применяемых на производстве;
2. Для заданного индивидуального вещества или технического продукта выбрать необходимые данные для расчета показателей пожарной опасности из таблиц пожароопасных свойств веществ;
3. Оценить горючесть, воспламеняемость или взрывоопасность заданного вещества.
4. Оценить категорию помещения, участка производственной зоны по пожаро- и взрывоопасности.

Рекомендуемая сетка часов занятий для технических специальностей

Факультет	Лекции*	Практические занятия**	Дипломное проектирование***
Транспорт и машиностроение	4	4	2
Энергетический	6	6	4
Технологический	4	4	2
Информационных технологий	4	4	2
Отделение телекоммуникаций	4	4	2

* - Анализ взрыво- и пожаробезопасности производственной зоны (рабочих помещений).

** - Подборка задач производится по специальностям, веществам и материалам обрабатываемым в производственных зонах (рабочих местах).

*** - Разработка технических средств защиты и предупреждение взрывопожароопасных ситуаций (выполняется как раздел дипломного проектирования по безопасности жизнедеятельности).

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Пожар – состояние, (объекта) при котором в результате возникновения на объекте, территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, хозяйству и окружающей природной среде.

Под пожаром "обычно" понимают неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей. Любая форма пожара сводится к химической реакции между горючими веществами и кислородом воздуха (или другим видом окислительных компонентов), возникающей при наличии инициатора горения или в условиях самовоспламенения. Образование пламени связано с газообразным состоянием веществ, поэтому горение жидких и твердых веществ предполагает их переход в газообразную фазу. В случае горения жидкостей этот процесс сопровождается кипением с испарением у поверхности. При горении твердых материалов образование веществ, способных улетучиваться с поверхности материала, и попадание в область пламени происходит путем химического разложения (пиролиза).

При горении подразделяют два режима:

- кинетическое пламя – вещество образует однородную смесь с кислородом или воздухом до начала горения;
- диффузионное горение – горючее и окислитель первоначально разделены, а горение протекает в области их перемешивания.

Пожароопасность веществ характеризуется параметрами: температурами воспламенения, вспышки, самовозгорания; нижним (НКПВ) и верхним (ВКПВ) концентрационными пределами воспламенения; скоростью распространения пламени горения и выгорания вещества.

Нормы пожарной безопасности НПБ 105-95 разделяют промышленные объекты, в зависимости от технологического процесса, на пять категорий (табл. 1).

Пожароопасность производства определяется горючестью и количеством используемых в технологических процессах материалов и веществ, конструктивными особенностями и режимами работы оборудования, наличием возможных источников зажигания и условий распространения огня. Нормы НПБ 105-95 не распространяются на помещения и здания для производства и хранения взрывчатых веществ, средств инициирования взрывчатых веществ, здания и сооружения, проектируемые по специальным нормам и правилам.

Категории помещений и зданий по пожарной и взрывной опасности

Таблица I

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов задействованных в технологическом процессе
1	2
А-взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки $t_{всп} < 28^\circ\text{C}$. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом.
Б-взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки $t_{всп} > 28^\circ\text{C}$, горючие жидкости.
В1-В4-пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.
Г	Горючие вещества и материалы в горячем, раскаленном и расплавленном состоянии, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Огнестойкость – способность конструкции сопротивляться воздействию температуры в условиях пожара и выполнять эксплуатационные функции. Время (в часах) от начала воздействия пожара на конструкцию до момента, при котором конструкция теряет способность сохранять несущие или ограждающие функции, называется пределом огнестойкости. Степень огнестойкости здания определяется огнестойкостью его конструкций (СНиП 21-01-97).

Горение – химическая реакция, которая сопровождается выделением тепла и света: - горючие, трудногорючие, негорючие вещества.

Степень пожароопасности горючих веществ характеризуется:

- температурой вспышки;
- температурой воспламенения;
- температурой самовоспламенения.

Горючие газы и пыль имеют концентрационные пределы взрываемости.

Причины возникновения пожаров, зависящие от использования электрической энергии в помещениях:

- короткое замыкание: - ошибки схемы; старение изоляции; увлажнение изоляции; механические перегрузки;
- перегрузки: при 1,5 кратном превышении мощности резисторы нагреваются до 300 °С;
- повышение переходных сопротивлений в электрических контактах: возможно воспламенение изоляции и горючих материалов;
- перенапряжения: нагревание токоведущих частей за счет увеличения токов, проходящих через них, за счет увеличения перенапряжения между элементами электроустановок;
- возникновение токов утечки: нагрев изоляции между токоведущими элементами и заземленными конструкциями.

Пожароопасные зоны – пространства в помещении или вне его, в котором находятся горючие вещества как при нормальном течении технологического процесса, так и в результате его нарушения.

Зоны: П-I – помещения, в которых обращаются горючие вещества с температурой вспышки > 61 °С;

П-II- помещения в которых выделяются горючие пыли с нижним концентрационным пределом возгораемости > 65 г/м³;

П-Ia- помещения, в которых обращаются твердые горючие вещества;

П-III- пожароопасная зона вне помещения, в которой выделяются горючие вещества с температурой вспышки > 61 °С или пыли с нижним концентрационным пределом возгораемости > 65 г/м³.

Взрывоопасные зоны – помещения или часть его где образуются взрывоопасные смеси как при нормальном протекании технологического процесса, так и в аварийных ситуациях.

Для газов:

В-I – помещения, в которых образуются горючие газы или пары жидкостей, способные образовывать взрывоопасные смеси в нормальном режиме работы;

В-Ia – помещения, в которых образуются горючие газы или пары, способные образовывать взрывоопасные смеси в аварийном режиме работы;

В-Iб – зоны, аналогичные В-Ia, но процесс образования смесей и работа с ними осуществляется без открытого источника огня;

В-Iг – зоны вне помещения, в которых образуются горючие газы или пары способные образовывать взрывоопасные смеси в аварийном режиме работы.

Система оценки пожарной опасности веществ и материалов регламентирована ГОСТ 12.1.044-84 "Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения". При оценке пожарной опасности веществ различают:

газы – вещества, абсолютное давление паров которых при 50 °С равно или более 300 кПа или критическая температура которых менее 50 °С;

жидкости – вещества с температурой плавления (каплепадения) менее 50 °С;

твердые вещества и материалы с температурой плавления (каплепадения) более 50 °С;

пыли – диспергированные твердые вещества и материалы с частицами размером менее 850 мкм.

Показатели, характеризующие пожаро- и взрывоопасность веществ и материалов:

группа горючести – горючестью называется способность вещества или материала к распространению пламенного горения или тления;

температура вспышки – самая низкая температура горючего вещества, при которой над его поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать от источника зажигания;

температура воспламенения – наименьшая температура вещества, при которой после зажигания возникает устойчивое горение;

температура самовоспламенения – самая низкая температура вещества, при которой происходит увеличение экзотермических реакций, заканчивающихся пламенным горением;

температура самонагрева – самая низкая температура вещества, при которой происходит тление или пламенное горение;

температурные условия теплового самовозгорания – зависимость между температурой окружающей среды, массой вещества и времени до момента его самовозгорания;

кислородный индекс – минимальное содержание кислорода в кислородно-азотной смеси, при котором возможно свечеобразное горение материалов;

нормальная скорость горения (скорость распространения пламени) – скорость перемещения фронта пламени относительно несгоревшей смеси в направлении, перпендикулярном его поверхности;

скорость выгорания – количество горючего, сгорающего в единицу времени с единицы площади;

коэффициент дымообразования – величина, характеризующая оптическую плотность дыма, образующегося при сгорании вещества с заданной насыщенностью в объеме помещения;

минимальное взрывоопасное содержание кислорода – концентрация кислорода в горючей смеси, ниже которой воспламенение и горение смеси становится невозможным.

Пример: 1. Бумага, горючий и в разрыхленном виде легковоспламеняющийся материал, $t_{\text{воспл}} = 230 \text{ }^{\circ}\text{C}$; скорость выгорания $8 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ – в разрыхленном виде и $5,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ в виде книг на стеллажах. При хранении в кипах способна к тепловому самонагреванию $t_{\text{самн}} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Бумажная пыль пожароопасна, взрывоопасна.

2. Алюминий, Al, горючий металл $t_{\text{плавл}} = 660 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – стружка и пыль могут загораться от искры, пламени спички. При взаимодействии алюминиевого порошка, стружки, фольги с влагой образуется оксид алюминия и выделяется большое количество тепла, приводящее к их самовозгоранию, процессу способствует загрязненность маслами. Смешивание алюминиевого порошка со щелочным водным раствором может привести к взрыву. Осевающая пыль пожароопасна
 $t_{\text{своспл}} = 320 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Пожарная опасность духов

Таблица 2

Название духов	Температура, $^{\circ}\text{C}$	
	вспышки	воспламенения
Бахчисарайский фонтан	8	8
Белая акация	11	13
Белая сирень	8	8
Волшебница	11	12
Гаянэ	9	9
Золотой каскад	7	7
Нарцисс	8	8
Северное сияние	8	8
Ритм	11	11
Серебристый ландыш	7	7
Шипр	7	7

Пожарная опасность искусственных волокон:

Таблица 3

Волокно	Температура, °С	
	воспламенения	самовоспламенения
Акриловое	-	560
Анид	355	435
Ацетатное	320	445
Вискозное	235	460
Капрон	395	440
Лавсан	390	440
Нейлон	-	500
Нитрон	200	505
Терлон	385	495
Энант	415	435

Метиловый спирт, метанол, древесный спирт CH_4O , легковоспламеняющаяся жидкость

Таблица 4

Содержание метанола, % (масс.)	Температура, °С		
	вспышки	воспламен.	самовоспл.
85	11	23	510
70	18	-	525
55	23	29	545
40	30	38	565
25	46	51	580
10	59	-	610

В гальванических процессах применяются органические вещества в виде растворов аэрозолей и пыли, наличие источников электрического тока с возможностью короткого замыкания создает опасность возникновения пожаров и взрывов. Гальваническое производство относится к пожаро-взрывоопасным (категория А). Выполнение технологического регламента и обеспечение нормальной работы оборудования является залогом эффективной профилактики пожаров и взрывов на любом участке. Профилактика пожаров и взрывов достигается и обособленным размещением пожаро- и взрывоопасных участков и материалов, правильным хранением химических веществ, воспламеняющихся при совместном хранении, устройством отдельной вентиляции от шлифовальных и полировальных станков, устройством вентиляции от столов, на которых осуществляются операции пропитки органическими растворителями.

Для некоторых технологических процессов обработки древесины характерным является пожаро- и взрывоопасность. В соответствии с классификацией СнИП 11-90-81 большая часть процессов деревообработки

относится к категории В по пожаро- и взрывоопасности, участки шлифования – к категории Б.

Кузнечно-прессовые цехи по пожарной опасности относятся к категории Г и имеют II степень огнестойкости зданий. При проведении работ в кузнечно-прессовых цехах существует опасность возникновения пожаров из-за скопления масла в приемках под прессами. Температура самовоспламенения нефтяных масел 250-400 °С; мазута 380-420 °С. Пожары могут возникнуть в подвальных помещениях, на складах сгораемых материалов или материалов в сгораемой упаковке, стеллажных складах. Пожар может возникнуть при обработке легковоспламеняющихся металлов, например, поковок из магния (Mg) и его сплавов. Магниевая пыль, осевшая на металлоконструкциях, склонна к самовоспламенению. При пуске газовых нагревательных печей вследствие неправильного зажигания, при внезапной остановке дутья, просачивании газа в производственное помещение, а также при подсосе воздуха внутрь газовых устройств может произойти взрыв. Во избежание взрыва газопроводы изготавливают из цельнотянутых труб, соединяемых сваркой, при этом не используют резьбовые и фланцевые соединения.

Пожаро-взрывобезопасность в литейных цехах выполняется в соответствии ГОСТ 12.1.004-86 и СнИП 11-90-81.

Категории производств и помещений для магниевого литья:

Таблица 5

Операции помещения	Категория производства	Степень пожаро-взрывоопасности пр-ва	Степень огнестойкости	Класс зоны по ПУЭ
Нанесение лакокрасочных покрытий на изделия из магниевых сплавов	А	Пожаро-взрывоопасное	I и II	ВIа
Обработка отливок на шлифовальных, полировальных, наждачных и заточных станках	Б	>>	I и II	ВIIа
Плавка и заливка металла в формы; заварка	В	Пожароопасное	I и II	ПIIIа
Обрезка, обрубка, механическая обработка резанием; термообработка	В	>>	I и II	ПIIIа
Склады магния, его сплавов и изделий из магниевых сплавов	В	>>	I-III	ПIIIа
Приготовление	Д	>>	I-V	-

формовочных стержневых смесей изготовление форм стержней	и и и				
---	-------------	--	--	--	--

Параметры воспламеняемости некоторых пылей

Таблица 6

Пыль	Температура воспламенения, °С	Нижний концентрационный предел воспламенения, г/м ³
Алюминиевая	750	40
Магниева	490	10
Титановая	300	45
Каменноугольная	969	114
Канифольная	900	5
Сланцевая	830	58
Дифениловая	900	12,6
Торфяная	800	10,1

Пределы взрываемости смесей паров и газов с воздухом, образующихся в литейных цехах:

Таблица 7

	Предел взрываемости			
	нижний		верхний	
	об. %	г/м ³	об. %	г/м ³
Аммиак	15,5	112	27	189
Аналин	1,58	61	-	-
Ацетилен	1,53	16,5	82	885,6
Ацетон	1,6	38,6	13	314
Бензин	2,4	137	4,9	281
Бутан	1,55	37,4	8,5	204,8
Бензол	1,8	42	9,5	308
Водород	4	3,4	80	66,4
Керосин	1,1	-	7	-
Ксилол	1	44	7,6	334
Метан	2,5	16,66	15,4	102,6
Окись углерода	2,5	145	80	928
Сероводород	4,3	61	44,5	628
Сероуглерод	1	31,5	50	157
Пропан	2	36,6	9,5	173,8
Толуол	1	38,2	7	268
Этилен	2,75	35	35	406

ПОКАЗАТЕЛИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

Таблица 8

Наименование продукта	Химиче ская формула	Молярная масса. μ кг/кмоль	Константы уравнения Антуана			Интервал температур, °С		Класс	Темпер. вспышк и, °С	НКПВ ₂₅ %
			А	Б	С _А	От	До			
Бензин А-76	C ₆ H ₁₃	97,2	5,0702	682,876	22,066	-60	+85	ЛВЖ	-36	1,08
Бензин АИ-93	C ₇ H ₁₃	98,2	4,9983	664,976	221,695	-60	+95	ЛВЖ	-36	1,06
Бензин Б-70	C ₇ H ₁₄	102,2	8,4194	2629,65	384,195	-40	+110	ЛВЖ	-34	0,92
Диз.топл.(зима)	C ₁₂ H ₂₃	172,3	5,9534	1255,73	199,523	+40	+210	ЛВЖ	>35	0,61
Диз.топл. (лето)	C ₁₄ H ₂₉	203,6	5,8763	1314,04	192,473	+60	+240	ЛВЖ	>40	0,52
Керосин КО20	C ₁₃ H ₂₆	191,7	5,6970	1211,73	192,677	+40	+240	ЛВЖ	>40	0,55
Ксилол	C ₇ H ₉	106	7,0548	1478,16	220,535	0	+50	ЛВЖ	24	1,0
Уайтспирит	C ₁₀ H ₂₁	147,3	8,0113	2218,3	273,150	+20	+80	ЛВЖ	>30	0,7
Масло транс.	C ₂₁ H ₄₂	303,9	7,7593	2524,17	174,010	+164	+343	ГЖ	>150	0,29
Растворит.Р4	C ₅ H ₇ O	81,7	7,1719	1373,67	242,828	-15	+100	ЛВЖ	-9	1,6
Растворит.РМЛ	C ₂ H ₅ O	55,2	9,5716	2487,73	290,92	0	+50	ЛВЖ	10	2,85
Растворит.Р-4	C ₆ H ₇ O	86,3	7,1537	1415,2	244,75	-15	+100	ЛВЖ	-4	1,38

Пожарная техника для защиты объектов

(ГОСТ 12.4.009-83 "Основные виды, размещение и обслуживание")

Стандарт устанавливает виды пожарной техники, предназначенной для защиты от пожаров предприятий, (объектов) а также требования к ее размещению и обслуживанию.

Пожарная техника разделена по группам:

- пожарные машины;
- установки пожаротушения;
- установки пожарной сигнализации;
- огнетушители;
- пожарное оборудование;
- пожарный ручной инструмент;
- пожарный инвентарь;
- пожарные спасательные устройства.

Пожарная техника и схема размещения для каждого объекта устанавливаются с учетом обеспечения требуемого ГОСТ 12.1.004-76 уровня противопожарной защиты, а также в зависимости от:

- особенности развития возможного пожара на объекте;
- норм расхода на пожаротушение огнегасящих веществ;
- соответствия пожарной техники категории производств по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности;
- агрессивности окружающей среды.

Пожарная техника применяется только для предупреждения возгораний, взрывов и борьбы с пожаром. Использование пожарной техники для хозяйственных нужд или выполнения производственных задач запрещается.

На защищаемом объекте вывешиваются планы по ГОСТ 12.11.114-82 с указанием мест расположения пожарной техники. Подходы (подъезды) к месту размещения пожарной техники всегда остаются свободными.

Для определения местонахождения стационарно установленной пожарной техники применяют указательные знаки, располагая их на видном месте на высоте 2-2,5 м от пола как внутри, так и вне помещений. В необходимых случаях установить смысловой знак "Проход держать свободным".

У места расположения подземного пожарного гидранта установить указатель с использованием флуоресцентных или светоотражающих покрытий.

С целью быстрого нахождения пожарной техники, установленной внутри помещений сложной планировки или насыщенных оборудованием, следует на видных местах строительных конструкций над местами расположения пожарной техники нанести горизонтальную красную полосу шириной 200-400 мм.

Участки поверхности, на которой просматриваются ручные огнетушители, пожарные извещатели, устройства ручного пуска установок пожаротушения и насосов, повышающих давление в сети пожарного водоснабжения, необходимо окрашивать в белый цвет с красной окантовкой шириной 20-50 мм.

Автоматические установки объемного пожаротушения, имеющие электрическую часть и предназначенные для защиты помещений с пребыванием в них людей, допускаются к применению при наличии в их составе:

- устройство для переключения с автоматического пуска на ручной, с выдачей сигнала в помещение дежурного персонала;
- звуковых и световых пожарных извещателей.

При срабатывании автоматических установок пожаротушения и установок пожарной сигнализации в помещениях, где произошел пожар, должны автоматически отключаться системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Устройства ручного пуска установок пожаротушения и ручные извещатели установок пожарной сигнализации обеспечиваются защитой от случайного приведения их в действие или механического повреждения.

Пожарный инвентарь размещать на видных местах, имеющих свободный доступ.

Установки пожаротушения подразделяются :

- по способу пуска (автоматические, ручные, дистанционные);
- по способу тушения (объемного пожаротушения; на площади, локального пожаротушения);
- по виду огнетушащего средства (вода, пена, порошок, газ).

Правила пожарной безопасности при эксплуатации электронагревательных приборов

В целях обеспечения пожарной безопасности запрещается:

1. Устанавливать приборы на сгораемой подставке.
2. Устраивать временные сети к нагревательным приборам.
3. Подключать несколько потребителей электроэнергии к одной штепсельной розетке.
4. Оставлять без присмотра включенные в электросеть приборы.
5. Устанавливать электронагревательные приборы на расстоянии от сгораемых предметов и конструкций здания не менее 0,5 м.
6. Пользоваться неисправными приборами, а также приборами открытого исполнения.
7. Сушить сгораемые предметы на приборах и под ними.
8. Подогревать легковоспламеняющиеся и горючие жидкости.
9. Допускать перегрузки электрических сетей.
10. Оставлять не обесточенную электропроводку и приборы по окончании рабочего дня.

Группы веществ и материалов, подлежащих отдельному хранению

Таблица 9

Группы	Вещества и материалы
I	Вещества, способные образовывать взрывчатые смеси; нитраты калия, натрия, бария, кальция, перхлорит калия, бертолетова соль и др.
II	

III	Сжатые и сжиженные газы: а) горючие и взрывоопасные газы: ацетилен, водород, метан, аммиак, сероводород, метилхлорид, этиленоксид, бутилен, бутан, пропан и др; б) инертные и негорючие газы: аргон, гелий, неон, азот, диоксид углерода, сернистый ангидрид и др.
IV	Самовозгорающиеся и самовоспламеняющиеся при соприкосновении с водой и воздухом вещества: а) калий, натрий, кальций, карбит кальция, фосфиты кальция и натрия, цинковая пыль, пероксид натрия, пероксид бария, алюминиевая пыль и пудра, фосфор.
V	Легковоспламеняющиеся и горючие вещества: а) жидкости – бензин, бензол, сероуглерод, ацетон, скипидар, толуол, ксилол, амилацетат, легкие сырые нефти, лигроин, керосин, спирты, диэтиловый эфир, масла органические; б) твердые вещества – целлулоид, фосфор красный, нафталин.
VI	Вещества, способные вызывать воспламенение: бром, азотная и серная кислоты, хромовый ангидрид, перманганат калия. Легкогорючие вещества: хлопок, сено, вата, джут пенька, сера, торф, древесный уголь, технический углерод растительный и животный.

Примеры решения задач

ЗАДАЧА 1. На производственном участке произошло разлитие бензина марки А-76. Определить время образования взрывоопасной концентрации паров бензина и воздуха.

- а) количество разлитого бензина: $M=2+A+0,5B$ (литров);
б) температура воздуха $t=(20+A)$ °С;
в) радиус лужи (пятна) $R=200+10A$ (см);
г) атмосферное давление в помещении $P=750$ мм.рт.ст. (0,1 Мпа);
д) объем помещения $V=20+10(A+B)$ (м³);
е) значения **А** и **Б** принимаются в пределах **0-9** из таблицы по последней цифре шифра.

Исходные данные	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
А	0	9	5	8	7	2	4	3	1	6
Б	1	4	0	2	3	8	6	5	7	9

РЕШЕНИЕ: Время испарения бензина определяется по формуле:

$$t_u = M \rho_b \cdot 10^3 / 3600 \cdot m \text{ (часах)},$$

здесь $\rho_b=0,73$ г/см³ – плотность бензина;

m – интенсивность испарения бензина (г/с)

$$m = \frac{4RD_t\mu P_{\text{нас}}}{V_t P_{\text{атм}}} \text{ (г/с);}$$

здесь R – см, радиус лужи;

D_t – см²/с – коэффициент диффузии паров бензина;

$P_{\text{нас}}=0,014$ МПа – давление насыщения паров бензина;

$\mu=96$ г/моль – молекулярная масса паров бензина.

$$V_t = \frac{22,4 \cdot 10^3 (273 + t)}{273} \text{ (см}^3\text{/моль).}$$

Коэффициент диффузии паров бензина при температуре атмосферного воздуха t определяется по формуле:

$$D_t = \left(\frac{0,8}{\sqrt{\mu}} \right) \cdot \left(\frac{273 + t}{273} \right) \text{ (см}^2\text{/с).}$$

Время образования взрывоопасной смеси бензина с воздухом определяется по формуле:

$$t_B = \frac{60 \cdot V}{V_{\text{вз}}} \text{ (мин),}$$

где $V_{\text{вз}}$ – м³, объем воздуха, в котором образуется взрывоопасная концентрация,

$$V_{\text{вз}} = \frac{M_p \cdot 10^3}{C_{\text{вз}}},$$

где $C_{\text{вз}}$ – мг/л, - взрывоопасная концентрация паров бензина в воздухе,

$$C_{\text{вз}} = \frac{r_{\text{вз}} \cdot \mu \cdot 10^4}{V_t},$$

где $r_{\text{вз}} = 0,7$ %, нижний концентрационный предел взрываемости паров бензина.

Полученный резерв времени до образования концентрационного предела взрываемости бензина используется для ликвидации пятна разлива жидкости и восстановления регламента технологического процесса на аварийном производственном участке.

ЗАДАЧА 2. Определить количество летучих растворителей, выделяющихся при окраске изделий аэролаком: а) кистью; б) методом распыления.

Исходные данные. При окраске кистью расход аэролака $A=200$ г/м² при содержании летучих растворителей $m=92$ %, при окраске распылением соответственно $A_1=180$ г/м² и $m_1=75$ %. Окраска производится непрерывно;

работу выполняют пять рабочих ($n=5$). Производительность одного рабочего при окраске кистью $a=12 \text{ м}^2/\text{ч}$, а при окраске распылением $a=50 \text{ м}^2/\text{ч}$.

РЕШЕНИЕ: Количество выделяющихся летучих растворителей определяется по формулам: при окраске кистью

$$q = \frac{a \cdot A \cdot m \cdot n}{100} = \frac{12 \cdot 200 \cdot 92 \cdot 5}{100} = 11040 \text{ г / ч};$$

при окраске распылением

$$q_1 = \frac{a \cdot A_1 \cdot m_1 \cdot n}{100} = \frac{50 \cdot 180 \cdot 75 \cdot 5}{100} = 33800 \text{ г / ч}.$$

Фактическая концентрация паров летучего растворителя в воздухе при различных способах окраски определится по ограниченному объему производственного участка $V \text{ м}^3$ из таблицы по последней цифре шифра.

Исходные данные	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$V, \text{ м}^3$	15	20	30	25	12	10	35	32	18	22

ЗАДАЧА 3. Определить нижний предел взрываемости паро-воздушной смеси, состоящей из паров нескольких горючих жидкостей: бензола, ацетона и бензина.

Содержание в смеси бензина $P_1=20 \%$, бензола $P_2=10 \%$, ацетона $P_3=5 \%$, нижний предел взрываемости составных частей смеси: бензина $N_1=1,6 \%$, бензола $N_2=1,8 \%$, ацетона $N_3=1,3 \%$.

РЕШЕНИЕ: Нижний предел взрываемости паро-воздушной смеси, состоящей из паров нескольких горючих жидкостей, определяется по следующей приближенной формуле:

$$E = \frac{100}{\frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \frac{P_3}{N_3}},$$

где P_1, P_2, P_3 – относительные количества каждого компонента в процентах к общему количеству; N_1, N_2, N_3 – нижние пределы взрываемости каждого компонента в воздухе в %.

$$E = \frac{100}{\frac{20}{1,6} + \frac{10}{1,8} + \frac{5}{1,3}} = 4,57\%.$$

Пределы взрываемости и состав горючих веществ принимаются из таблицы 7.

ЗАДАЧА 4. Склад для хранения тканей размещен в одноэтажном неотапливаемом здании; площадь его $36 \times 12 \text{ м}^2$.

Определить число и расположение спринклерных головок, которые предполагается установить на складе для автоматического тушения пожаров.

РЕШЕНИЕ: Каждая спринклерная головка обслуживает 9 м² площади помещения, следовательно, число головок в помещении будет равно

$$N = \frac{S}{F} = \frac{36 \cdot 12}{9} = 48 \text{ шт.}$$

где S - площадь помещения, м²;

F - площадь обслуживаемая одной спринклерной головкой, м².

Исходные данные	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
А х Б, м ³	15 х 15	20 х 10	30 х 12	25 х 15	24 х 12	40 х 20	35 х 24	32 х 18	36 х 18	22 х 11

Ввиду того, что помещение не отапливается, наиболее целесообразной является комбинированная спринклерная система, сухотрубная зимой и наполненная водой летом. Представить схему размещения спринклерных головок.

ЗАДАЧА 5. В качестве растворителя в цехе применяется амилацетат (грушевая эссенция – С₆Н₁₄О₂). Молекулярный вес этого растворителя 130 г/моль. Упругость паров при температуре в цехе 20 °С составляет 6 мм.рт.ст. Газовая постоянная 0,08 атм.л/ °С моль.

Определить, не попадет ли фактическая концентрация амилацетата в пределы взрываемости, которая для паров этой жидкости равна 119-541 г/м³. Насколько вероятна опасность взрыва при установившихся условиях.

РЕШЕНИЕ: Определим концентрацию паров амилацетата в воздухе цеха по следующей формуле:

$$C = \frac{M \cdot P \cdot 10^3}{R \cdot T \cdot 760} \text{ г/м}^3,$$

где M – г/моль, молекулярный вес амилацетата;

P – давление насыщенного пара при температуре;

R – газовая постоянная;

T – абсолютная температура.

Подставляя в формулу соответствующие цифровые значения, получим

$$C = \frac{130 \cdot 6 \cdot 1000}{0,08(273 + 20) \cdot 760} = 43,7 \text{ г/м}^3.$$

Отсюда следует, что концентрация паров амилацетата при заданной температуре и давлении в 3 раза меньше, чем нижний предел взрываемости 119 г/м³. При такой концентрации опасности взрыва паров нет.

Марка растворителя выбирается из таблицы по последней цифре шифра. Необходимые данные для расчета указаны в табл.8.

1, 5	2, 6	3, 7	4, 8	9, 0
Уайтспирит	Растворит.Р4	Растворит.РМЛ	Растворит.Р-4	Керосин КО20

ЗАДАЧА 6. При пожаре в складском помещении хранения баллонов со сжатым воздухом температура воздуха повысилась с 15 до 500 °С. Начальное давление в баллоне $P_1=50$ атм.

Определить, взорвется ли баллон, если известно, что при температуре 500 °С он может выдержать давление не более 150 атм? Увеличение объема баллона при нагревании не учитывать.

РЕШЕНИЕ: Составим два характеристических уравнения состояния сжатого воздуха при температуре 15 и 500 °С для изохорического процесса.

$$P_1V=GRT_1 \quad \text{и} \quad P_2V=GRT_2.$$

Объем V_1 вес G сжатого воздуха, а также газовая постоянная R остаются без изменений. Разделив почленно одно уравнение на другое, получим

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2},$$

отсюда, давление при температуре 500 °С равно

$$P_2 = P_1 \frac{T_2}{T_1} = 50 \frac{500 + 273}{15 + 273} = 134,2 \text{ атм.}$$

Из расчета видно, что при пожаре баллоны выдержат повышенное давление и не взорвутся.

ЗАДАЧА 7. Определение категории производственного помещения по взрывопожарной и пожарной опасности. По величине свободного объема взрывоопасной смеси устанавливается процент заполнения свободного объема помещения. Если расчетный объем газовой смеси больше 5% свободного объема помещения, то производство относится к категории взрывоопасных или пожароопасных; если расчетный объем газовой смеси равен или меньше 5 % свободного объема помещения, то производство не считается взрывоопасным и категория его определяется в зависимости от свойств обращающихся в производстве веществ.

Объем взрывоопасной паровоздушной смеси составляет более 5 % объема помещения, необходимо определить время испарения $T_{и}$ (час) в количестве, достаточном для образования взрывоопасной смеси в 5 % объема помещения по формуле:

$$T_{и} = \frac{0,18 \cdot \Pi \cdot C}{\Pi \cdot P \sqrt{M \cdot \Phi}},$$

где **0,18** – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения паров вещества в помещении; Π – свободный объем помещения, м³; C – нижний концентрационный предел воспламенения вещества, г/м³; Π – коэффициент, учитывающий влияние скорости и температуры воздушного потока над

поверхностью испарения, принимается $\Pi = 1 \div 10$, Φ – площадь разлития или поверхность испарения, м^2 .

При отсутствии аварийной и других видов вентиляционных систем $\Pi = 1$.
При учете влияния условий воздухообмена $V = 0 \dots 1$ м/с и $t_{\text{воз}} = 10 \div 35$ °C коэффициент $n = 1 \div 10$.

Если время образования взрывоопасной смеси в 5% объема помещения $T < 1$ часа, то рассматриваемое помещение (производство) относится к категории взрывопожароопасных **А** и **Б**, причем категория **А** назначается в том случае, если при сгорании пролитого на 10 м^2 горючего вещества выделяется $Q \geq 10 \cdot 10^4$ ккал.

Если в производстве выделяется пыль, нижний концентрационный предел воспламенения которой составляет 65 мг/м^3 и менее, и эта пыль может образовать пылевоздушную смесь в объеме, превышающем 5 % объема помещения, то производство следует отнести к взрывопожароопасным – категории **Б**.

ЗАДАЧА 8. Рассчитать количество огнегасящих веществ для тушения пожара в производственном помещении.

Расчет огнегасящего вещества производится по формуле:

$$Q_{\text{тр}} = \frac{V_n \cdot Q_k \cdot \gamma \cdot \alpha}{100 \cdot \tau_n},$$

где $Q_{\text{тр}}$ – количество огнегасящего вещества, кг;

V_n – объем помещения, м^3 ;

Q_k – концентрация огнегасительного вещества, %;

γ – плотность огнегасительного вещества, кг/м^3 ;

α – коэффициент утечки, зависящий от типа проемов помещения, для закрытых $\alpha = 1,5 \div 2$; для открытых $\alpha = 4 \div 5$.

τ_n – нормативное время прекращения горения, мин.

Расчет количества пены производится по формуле:

$$Q_{\text{тр2}} = \frac{V_n \cdot H_3}{\tau_n},$$

где k_3 – коэффициент запаса, определяющий разрушения и потерю пены, $k = 1,5 \div 3,0$.

На основании расчетов выбирается тип огнегасительных средств и место их стационарного размещения в производственном помещении.

Характеристика огнегасительного вещества	Плотность кг/м^3	Огнегасительная концентрация, % объем
Водяной пар ($t = 100$ °C)	1,013	35
Углекислый газ	1,977	15÷30

Галлоидированные углеводороды состава:		
- "БМ" (70 % бромэтила, 30 % бромистого метилена)	$2,5 \cdot 10^3$	4,6
	$2,4 \cdot 10^3$	5,7
- "4НД" (97 % бромэтила, 3-5 % двуокиси углерода)	$2,96 \cdot 10^3$	1,9
	$1,46 \cdot 10^3$	6,7
- "ТФ" (100 % дибромтетрафторэтана)		
- "3,5" (70 % бромэтила, 30 % двуокиси углерода)		

Химическая пена содержит 80 % углекислого газа, 19,7 % воды, 0,3 % пенообразующего вещества.

Помещения, оборудование, трубопровод, жгуты обеспечиваются сигнальными обозначениями и знаками безопасности: - ГОСТ 12.4.026-83 (ССБТ) "Цвета сигнальные и знаки безопасности"; - ГОСТ 12.4.040-83* "Символы органов управления производственным оборудованием".

Для ориентировки в вопросах взрывной безопасности приводим ряд требований.

1. Не проводить сварочных работ в бункерах и емкостях без заполнения емкостей азотом при давлении $P \geq 1_{ат.}$

2. На транспортных трубопроводах, и оборудовании отводить статические заряды.

3. Обеспечить надежное улавливание масляных паров из воздуха, подаваемого компрессорами.

4. Оборудование необходимо заземлить с присоединением и общей системе заземления предприятий.

5. Защита от опасных проявлений статического электричества признается удовлетворительной, если энергия искровых разрядов статического электричества меньше минимальной воспламеняющей.

6. Необходимо заземление всех токопроводящих частей систем оборудования обеспечивающего перемещения, хранение, отпуск и прием мелкодисперсных и (или) сухих диэлектрических материалов (трубопроводы, циклоны, транспортеры, фильтры и т.п.).

7. При применении диэлектрического оборудования в заземленной аппаратуре защита от искровых разрядов с его внешних поверхностей выполняется путем нанесения сплошного либо не сплошного проводящего заземленного покрытия, если удельное сопротивление диэлектрического материала превышает величину 10^4 ом.

Все оборудования и трубопроводы, входящие в состав технологического процесса и расположенные в цехах или снаружи зданий соединяются в единую неразрывную на всем протяжении электрическую цепь, присоединяемую не реже чем через 100 м к надежному стационарному заземляющему устройству. Для защиты людей от накапливания на их одежде статического электричества не допускается на взрывоопасных участках рекомендуется устройство

электропроводящих полов или заземленных зон, поручней и не допускается одежда из синтетических материалов – нейлона, перлона и шелка, вызывающих интенсивное накопление электрических зарядов.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные причины пожаров и взрывов на производстве.
2. Приведите характеристику горючих веществ.
3. Какова классификация производств и зон по пожаро и взрывоопасности?
4. Как характеризуются строительные конструкции по пожарной опасности, а здания и сооружения по огнестойкости?
5. Что понимается под пожаром и пожарной безопасностью?
6. Какие факторы необходимы для возникновения горения?
7. Что понимается под вспышкой, воспламенением, самовоспламенением, самовозгоранием и взрывом?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы.
2. СНиП 2.04.09-84. Пожарная автоматика зданий и сооружений.
3. Бесчастнов М.В. Взрывобезопасность и противоаварийная защита химико-технологических процессов. М.: Химия, 1983. 472 с.
4. Водяник В.И. Взрывозащита технологического оборудования. Киев: Техника, 1979. 190 с.
5. Иванов Е.Н. Пожарная защита открытых технологических установок. М.: Химия, 1986. 240 с.
6. Корольченко А.Я. Пожаровзрывобезопасность промышленной пыли. М.: Химия, 1986. 216 с.
7. Баратов А.Н., Иванов Е.Н. Пожаротушение на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности. М.: Химия, 1979. 368 с.
8. Сучков В.П. Пожарная безопасность при хранении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на промышленных предприятиях. М.: Стройиздат, 1985.
9. ГОСТ 12.4.009-83 (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.
10. СНИП 11-90-81. Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования.

11. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ., изд.: в 2 кн. / А.Н.Баратов и др. - М.: Химия, 1990. 496 с.