

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ИНЖЕНЕРНАЯ
ЭКОЛОГИЯ»**

В.И. Растягаев

ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению практических работ**

для бакалавров

направления 280700 Техносферная безопасность

Брянская область
2015

УДК 614:355(07)
ББК 68.9:51.1(2)2
Р 24

В.И. Растягаев «Защита в чрезвычайных ситуациях. Методические указания для практических работ. / В.И. Растягаев. - Брянск.: Изд-во Брянского ГАУ, 2015. – 42 с.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями ФГОС ВПО, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14.12.2009 г. № 723.

Предназначено для студентов направления 280700 (20.03.01) Техносферная безопасность очной и заочной форм обучения, слушателей факультета повышения квалификации и специалистов в области защиты в чрезвычайных ситуациях.

Рекомендован к изданию методической комиссией инженерно-технологического факультета БГАУ, протокол № 4 от 11.11.2015 г.

Рецензент: к.т.н., доцент Широбокова О.Е.

© ФГОУ ВО «БГАУ», 2015.
© Растягаев В.И., 2015

Содержание

Введение.....	4
Тема 1. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасностей техногенного характера.....	5
1. Аварии с выбросом АХОВ.....	5
1.1 Определение размеров и площади зоны химического заражения.....	6
1.2 Определение времени подхода зараженного воздуха к определенному рубежу (объекту).....	8
1.3 Определение времени поражающего действия АХОВ.....	8
1.4 Определение границ возможных очагов химического поражения и возможных потерь людей в них.....	10
1.5 Задачи.....	12
Тема 2. Инженерная защита территорий при пожаре.....	16
2.1 Характеристика взрывопожароопасных объектов и веществ.....	16
2.2 Тушение пожаров.....	21
2.3 Задачи.....	26
Тема 3. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от природных опасностей.....	29
3.1 Безопасность гидротехнических сооружений.....	29
3.2 Молниезащита.....	32
3.3 Задачи.....	44
Список литературы.....	47
Приложения.....	48

Введение

В нашей стране сосредоточен огромный потенциал объектов экономики, производственная деятельность которых, при определенных условиях несёт в себе опасность возникновения производственных аварий, приносящих огромные потери и материальный ущерб. Научно-технический прогресс, наряду с издавна существующими природными опасностями, добавил человечеству угрозу техногенных катастроф, реализующихся особо активно в последние десятилетия. Производственная деятельность человека, связанная с порабощением факторов и явлений природной среды и нацеленная на повышение качества жизни, породила новые задачи снижения риска в искусственно созданных системах.

Данные о масштабе воздействия опасных и вредных факторов на население и биосферу в динамике говорят о неуклонном росте травматизма, количества аварий и катастроф, тяжести заболеваний и материального ущерба.

Всё вышесказанное предопределяет необходимость того, что современные инженеры и другие специалисты должны быть в достаточной мере подготовлены к соответствующей обстановке для успешного решения задач по обеспечению безопасности жизнедеятельности работающих и населения, профилактике техногенных катастроф и ликвидации их последствий, а также последствий стихийных бедствий.

В соответствии с Федеральным законом «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» специалист должен уметь: проводить контроль параметров, воздействующих на организм человека со стороны внешней среды, сопоставляя с нормативными требованиями; планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости производственных систем; осуществлять безопасную эксплуатацию объектов; планировать мероприятия по защите персонала и населения в чрезвычайных ситуациях, принимать участие в спасательных работах при ликвидации последствий чрезвычайных ситуациях.

Целью методических указаний является выработка у будущих специалистов навыков в определении параметров, характеризующих потенциальную опасность природных явлений и технических систем при анализе риска, а также развитие конструктивного мышления в выборе средств и методов для его снижения.

Тема 1. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасностей техногенного характера

1. Аварии с выбросом аварийных химически опасных веществ (АХОВ)

К химически опасным объектам (ХОО) относят предприятия химической, нефтеперерабатывающей и других отраслей промышленности, где обращаются опасные химические вещества (ХОВ).

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) – это опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе которого может произойти заражение окружающей среды в поражающих живой организм концентрациях.

Влияние заражённого воздуха на здоровье персонала ХОО и населения оценивается количественной характеристикой поражающего действия АХОВ – **токсической дозой (токсодоза)**.

Токсодоза – это произведение концентрации АХОВ на время нахождения незащищённого человека в заражённом воздухе. Выражается в мг*мин/л. Если помимо ингаляционного имело место пищевое отравление или нанесение на кожу, то размерности соответственно – мг/кг, мг/см².

При аварийном выбросе химически опасное вещество поступает в атмосферу в виде газа, пара или аэрозоля, образуя в зависимости от физических свойств и агрегатного состояния ХОВ:

Первичное облако – формирующееся в результате мгновенного (1–3 мин) перехода ХОВ в атмосферу;

Вторичное облако зараженного воздуха – образующееся при испарении разлившегося ХОВ с подстилающей поверхности.

Масштабы заражения рассчитываются по первичному и вторичному облаку, например:

- для сжиженных газов – отдельно по первичному и вторичному облаку;
- для сжатых газов – только по первичному облаку;
- для ядовитых жидкостей, кипящих выше температуры окружающей среды – только по вторичному облаку.

На основании проведённых расчётов разрабатывают мероприятия по защите людей и окружающей среды от химического заражения.

При возникновении аварии формируется: зона химического загрязнения – территория на которую распространилось облако; зона химического поражения – территория, в пределах которой в результате воздействия ОХВ произошло массовое поражение людей.

Количественные характеристики выброса аварийно опасных химических веществ для расчета масштабов заражения определяются по их эквивалентным значениям.

Под эквивалентным количеством понимается такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии эквивалентен масштабу заражения при данной степени вертикальной устойчивости воздуха количеством данного вещества, перешедшим в первичное (вторичное) облако.

Эквивалентное количество вещества определяется с учётом условий хранения АХОВ, его физико-химических свойств, пороговой токсодозы, температуры и степени вертикальной устойчивости воздуха, скорости ветра. Обычно эквивалентное количество в 3–700 раз меньше реального количества вещества, содержащегося на объекте или поступившего в окружающую среду.

1.1 Определение размеров и площади зоны химического заражения

Степень вертикальной устойчивости атмосферы является одной из характеристик метеоусловий. Различают инверсию, изотермию и конвекцию.

Инверсия – нижние слои воздуха холоднее, чем верхние (все ядовитые вещества накапливаются у поверхности земли).

Конвекция – нижние слои воздуха нагреты сильнее верхних, происходит перемешивание его по вертикали (осуществляется естественная дегазация приземных слоёв воздуха).

Изотермия – температура воздуха в приземных слоях 20–30 м от земной поверхности почти одинакова (ядовитые вещества рассеиваются в горизонтальном направлении на большие площади).

Степень вертикальной устойчивости воздуха можно определить из табл. 1.1.

Таблица 1.1 Степень вертикальной устойчивости атмосферы

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	Облачность							
	ясно, переменная	сплошная						
< 2	ин	из	из, ин*	из	к, из*	из	ин	из
2-3,9	ин	из	из, ин*	из	из	из	из, ин*	из
> 4	из	из	из	из	из	из	из	из

Обозначения: ин – инверсия, из – изотермия, к – конвекция. * – при снежном покрове.

Расчет глубин зон заражения АХОВ при авариях на технологических емкостях, хранилищах и транспорте ведется в соответствии с Методикой прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях на химически опасных объектах и транспорте (РД 52.04.253–90).

В табл. П.1 приведены максимальные значения глубин зон заражения первичным Г1 или вторичным облаком АХОВ Г2, определяемые в зависимости от эквивалентного количества вещества и скорости ветра. Полная глубина зоны заражения Г, км, определяется:

$$Г = Г' + 0,5 Г'',$$

где Г' – наибольший, Г'' – наименьший из размеров Г1 и Г2.

Полученное значение Г сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс Гп, определяемым по формуле:

$$Гп = N \cdot V,$$

где N – время от начала аварии, ч; V – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данных скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч (табл. 1.2).

За окончательную расчетную глубину зоны заражения принимается меньшее из двух сравниваемых между собой значений.

Таблица 1.2 Скорость переноса переднего фронта облака заражённого воздуха в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Скорость переноса, км/ч	Инверсия														
	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Изотермия														
	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88
Скорость переноса, км/ч	Конвекция														
	7	14	21	28											

Площадь зоны возможного заражения первичным (вторичным) облаком аварийно химически опасного вещества определяется по формуле, км²:

$$S_b = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot Г^2 \cdot \varphi,$$

где Г – глубина зоны заражения (табл. П.1), км; φ – угловые размеры зоны возможного заражения, град (табл. 1.3).

Площадь зоны фактического заражения S_{ϕ} , км², рассчитывается по формуле

$$S_{\phi} = K_{в} \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}$$

где $K_{в}$ – коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха, принимается равным: 0,081 – при инверсии; 0,133 – при изотермии; 0,235 – при конвекции; N – время, прошедшее после начала аварии, ч.

Таблица 1.3 Угловые размеры зоны возможного заражения

Скорость ветра U , м/с	< 0,5	0,6 - 1	1,1 - 2	> 2
ϕ , град	360	180	90	45

1.2 Определение времени подхода зараженного воздуха к определенному рубежу (объекту)

Время подхода облака зараженного воздуха к определенному рубежу (объекту) t рассчитывается делением расстояния R от место разлива АХОВ до данного рубежа (объекта), м, на среднюю скорость W переноса облака воздушным потоком, м/с. Средняя скорость переноса облака зараженного воздуха принимается по табл. 1.4. Облако зараженного воздуха поднимается на высоты, где скорость распространения будет больше, чем скорость ветра на высоте 1 м.

1.3 Определение времени поражающего действия АХОВ

В качестве мероприятий по профилактике аварий на химически опасных объектах используется обвалование хранилищ насыпями из грунтов или их заглубление в землю. Площадь разлива при обваловании хранилищ равна площади обвалованной территории. При отсутствии обвалования для приближенных расчетов можно принять, что разлившаяся жидкость покроеет поверхность слоем в 0,05 м. Обваловка удерживает жидкость от свободного растекания и толщина слоя в этом случае ориентировочно составит 0,85 м.

Таблица 1.4 Средняя скорость переноса облака, зараженного веществом, м/с

Скорость ветра V1, м/с	Инверсия		Изотермия		Конвекция	
	R<10 км	R>10 км	R<10 км	R>10 км	R<10 км	R>10 км
1	2	2,2	1,5	2	1,5	1,8
2	4	4,5	3	4	3	3,5
3	6	7	4,5	6	4,5	5
4	-	-	6	8	-	-
5	-	-	7,5	10	-	-
6	-	-	9	12	-	-

Примечание. Инверсия и конвекция при скорости ветра более 3 м/с наблюдаются в редких случаях.

Время поражающего действия АХОВ $t_{пор}$, ч, в очаге химического поражения определяется временем испарения АХОВ с поверхности его выброса (разлива). Время испарения с площади разлива (в часах) определяется по формуле:

$$t_{пор} = \frac{h \cdot d}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3},$$

где h – толщина слоя АХОВ, м; d – удельный вес АХОВ, т/м³ (табл. П.2); K_1 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (табл. П.2); K_2 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл. 1.5); K_3 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (для сжатых газов $K_3 = 1$) – табл. П.2.

При разрушении нескольких емкостей с различными ядовитыми жидкостями, если эти жидкости не вступают в реакцию между собой, а их поражающие концентрации примерно одинаковы, общее количество разлившихся жидкостей определяется суммированием.

К таким ядовитым веществам относятся: синильная кислота, хлор, фосген.

Вещества одинакового характера, но резко отличающиеся по степени токсичности, приводят к эквивалентной токсичности.

Таблица 1.5 Значение коэффициента K_2 в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
K_2	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,68

Для определенных условий можно рассчитать ориентировочное время испарения некоторых АХОВ (табл. 1.6). Время испарения используется для

определения ориентировочного времени поражающего действия АХОВ в очаге химического поражения.

Таблица 1.6 Время испарения некоторых АХОВ, ч (скорость ветра $V_1=1$ м/с)

Сильнодействующие ядовитые вещества	Вид хранилища	
	необвалованное	обвалованное
Хлор	1,3	22
Фосген	1,4	23
Аммиак	1,2	20
Сернистый ангидрид	1,3	20
Сероводород	1	19

Для скоростей ветра больших, чем указанные в табл. 1.6, вводят поправочный коэффициент, имеющий следующие значения:

скорость ветра, м/с: 1 2 3 4 5 6
 поправочный коэффициент: 1 0,7 0,55 0,43 0,37 0,32

1.4 Определение границ возможных очагов химического поражения и возможных потерь людей в них

Для определения границ вторичных очагов химического поражения по прогнозу необходимо нанести на карту (план) зону возможного химического заражения и выделить объекты, населенные пункты или части их, которые попадают в прогнозируемую зону химического заражения. Расчетными границами вторичных очагов химического поражения будут границы этих объектов, населенных пунктов или районов. Границы фактических очагов химического поражения определяются разведкой и наносятся на карту (план).

Зона возможного заражения облаком АХОВ на схемах ограничена окружностью, полуокружностью или сектором, имеющим угловые размеры φ и радиус, равный глубине заражения Γ . Угловые размеры в зависимости от скорости ветра по прогнозу приведены в табл. 1.3. Центр окружности, полуокружности или сектора совпадает с источником заражения.

Зона фактического заражения, имеющая форму эллипса, включается в зону возможного заражения. На топографических картах и схемах зона возможного заражения имеет вид:

- а) при скорости ветра по прогнозу $< 0,5$ м/с – окружности: $\varphi = 360$ град.;
- б) при скорости ветра по прогнозу от 0,6 до 1 м/с зона заражения имеет вид полуокружности: $\varphi = 180$ град.;

биссектриса полуокружности совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра;

в) при скорости ветра по прогнозу > 1 м/с зона заражения имеет вид сектора:

$\varphi = 90$ град. при скорости ветра по прогнозу от 1,1 до 2 м/с;

$\varphi = 45$ град. при скорости ветра по прогнозу > 2 м/с;

биссектриса сектора совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра.

Потери рабочих, служащих и проживающего вблизи от объектов населения, а также личного состава формирований ГО будут зависеть от численности людей, оказавшихся на площади очага, степени защищенности их и своевременного использования средств индивидуальной защиты (противогазов).

Количество рабочих и служащих, оказавшихся в очаге поражения, подсчитывается по их наличию на территории объекта по зданиям, цехам, площадкам; количество населения – по жилым кварталам в городе (населенном пункте). Возможные потери людей в очаге поражения определяются по табл. 1.7.

На основании анализа результатов оценки химической обстановки определяются возможные последствия в очаге поражения исходя из обеспеченности производственного персонала и населения средствами защиты. Анализируются условия работы предприятия относительно влияния ядовитых веществ на производство, материалы и сырье. Устанавливается возможность герметизации зданий цехов и других помещений, где работают люди, а также возможность работы в средствах индивидуальной защиты. Определяются пути обеззараживания территории объекта, зданий и сооружений и способы проведения санитарной обработки людей в случае необходимости.

Выводы служат исходными данными для разработки предложений по повышению устойчивости объекта в возможном вторичном очаге химического поражения.

Таблица 1.7 Возможные потери людей от АХОВ в очаге поражения, %

Условия нахождения людей	Без противогазов, %	В противогазах, %								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
На открытой местности	90–100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
В простейших укрытиях, зданиях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

Примечание. Ориентировочная структура потерь людей в очаге поражения составит, %: легкой степени – 25, средней и тяжелой степени (с выходом из строя не менее чем на 2-3 недели и нуждающихся в госпитализации) – 40, со смертельным исходом – 35.

1.5 Задачи

Задача 1. Определить размеры зоны химического заражения через час после разрушения емкости, содержащей эквивалентное количество жидкого аммиака – 1 т, хранящегося в изотермическом состоянии. Облако АХОВ движется в сторону цеха, расположенном на расстоянии 1,3 км от ёмкости, где работает 450 чел с 30 %-ной обеспеченностью противогазами. Метеоусловия – ясная ночь, скорость северного ветра 3 м/с, температура воздуха –3 °С. Изобразить зону возможного заражения облаком АХОВ рассчитать время поражающего действия.

Задача 2. В результате аварии на объекте, расположенном на расстоянии 9 км от населенного пункта, разрушены коммуникации со сжиженным сероводородом эквивалентным 5 т. Метеоусловия: изотермия, скорость восточного ветра 1,5 м/с, температура воздуха –7 °С. Определить время подхода облака зараженного воздуха к населенному пункту, и время поражающего действия АХОВ. В населенном пункте проживает 735 чел, их которых 30 % находятся дома. Оценить масштабы заражения через 1,6 ч после аварии, количество пострадавших.

Задача 3. Облачным утром в результате взрыва авиабомбы разрушена обвалованная емкость с фтористым водородом. Скорость юго-западного ветра 2 м/с, температура воздуха 11 °С. Определить размеры и площади зоны химического заражения через 0,5 ч, если в атмосферу поступило 3 эквивалентных т фтористого водорода. Оценить число жертв на расстоянии 0,9 км, при условии, что в зону попало 200 чел, из которых 75 % в противогазах. Рассчитать время подхода облака к данному рубежу и время поражающего действия

Задача 4. На химическом заводе с численностью персонала, работающего в данную смену – 300 чел., в результате аварии разрушена необвалованная емкость, содержащая 20 т эквивалентного количества цианистого водорода. Рабочие и служащие завода обеспечены противогазами на 85 %. Определить возможные потери служащих на заводе и их структуру. Рассчитать также время подхода облака зараженного воздуха к населенному пункту, и время поражающего действия АХОВ, если село расположено на расстоянии 12 км по ветру от завода. Оценить масштабы заражения при западном ветре – 4 м/с, ясным вечером при температуре воздуха 20 °С.

Задача 5. В результате аварии на объекте разрушилась обвалованная ёмкость, содержащая 10 т эквивалентного количества нитрила акриловой кислоты. Цех расположен в 380 м от места аварии. Численность рабочих и служащих в цехе 124 чел., противогазами обеспечены на 50 %. Метеоусловия: ясный день, скорость ветра 3 м/с, температура воздуха 0 °С. Оценить время подхода облака

зараженного воздуха к населенному пункту, время поражающего действия АХОВ и потери персонала. Изобразить зоны заражения с указанием размеров через 20 минут.

Задача 6. Определить размеры зоны химического заражения через 1,5 часа после разрушения емкости, содержащей эквивалентное количество сжиженного сернистого ангидрида – 30 т. Ёмкость необвалованная. Рассчитать число пострадавших, если на объекте находится 830 чел, обеспеченность противогазами – 60 %. Метеоусловия: температура окружающей среды –12 °С, пасмурный день, ветер южный 6 м/с. Изобразить зону возможного заражения облаком АХОВ. Вычислить временные параметры на расстоянии 1340 м от ёмкости.

Задача 7. В 5-ти км от населенного пункта произошла авария грузового поезда, в результате чего разрушились две цистерны, содержащие 100 т сероуглерода (эквивалентное количество). Метеоусловия: вечер; ясно; северо-восточный ветер 3,5 м/с; температура воздуха 10 °С. Определить время подхода облака зараженного воздуха к населенному пункту, время поражающего действия АХОВ и число жертв, если 120 чел в этот момент находились на улице, 204 – дома. Изобразить зону заражения через 4 ч после аварии.

Задача 8. В результате аварии на объекте разрушилась обвалованная ёмкость, содержащая 70 т эквивалентного количества формальдегида. Производственный цех расположен в 230 м от места аварии. Численность рабочих и служащих в цехе 130 чел., противогазами обеспечены на 70 %.

Определить возможные потери служащих на заводе и их структуру. Рассчитать также все возможные параметры, если авария произошла пасмурным зимним днём с температурой воздуха –13 °С, ветер 4 м/с в сторону цеха. Время, прошедшее после аварии, – 1,4 ч.

Задача 9. В результате аварии на объекте разрушилась необвалованная технологическая ёмкость, содержащая эквивалентное количество фтора – 300 т. Цех расположен в 200 м от места аварии. Численность рабочих и служащих в цехе 249 чел., противогазами обеспечены на 40 %. Метеоусловия: ясное утро, скорость южного ветра 3 м/с, температура воздуха –10 °С. Оценить потери персонала, время поражающего действия АХОВ. Рассчитать, через какое время облако распространится на расстояние 1 км.

Задача 10. Определить размеры и площади зоны химического заражения через 2,5 часа после разрушения необвалованной емкости, содержащей эквивалентное количество хлора – 500 т. Метеоусловия: пасмурная ночь, температура воздуха +7 °С, ветер 6 м/с в сторону цеха, западный. Рассчитать через какое время облако АХОВ распространится на 600 м от места аварии, и каково будет число жертв, если общее число людей – 408 чел, 80 % которых обеспечены противогазами.

Задача 11. На расстоянии 1,4 км от села произошла авария грузового поезда, в результате чего разрушились две цистерны, содержащие 10 т аммиака под давлением (эквивалентное количество). В момент подхода облака заражённого воздуха (рассчитать время) 40 % людей из 320 находились на улице, остальные в домах. ПротивогАЗами не обеспечены. Определить время поражающего воздействия и число пострадавших. Метеоусловия: вечер, переменная облачность, ветер юго-восточный 1 м/с, температура окружающей среды +15 °С. Изобразить зону возможного заражения облаком АХОВ.

Задача 12. В результате аварии на объекте разрушилась обвалованная ёмкость, содержащая 15 т эквивалентного количества фтористого водорода. Производственный цех расположен в 115 м от места аварии. Численность рабочих и служащих в цехе 230 чел., противогАЗами обеспечены на 25 %.

Определить возможные потери служащих на заводе и их структуру. Рассчитать также время подхода облака заражённого воздуха к производственному цеху и время поражающего действия АХОВ, если авария произошла пасмурной ночью, ветер юго-восточный 3 м/с в сторону цеха, температура окружающей среды +6 °С. Изобразить зоны заражения через 1,8 ч после аварии.

Задача 13. Разрушилась обвалованная технологическая ёмкость, содержащая эквивалентное количество цианистого водорода – 0,5 т. Цех расположен в 30 м от места аварии. Численность рабочих и служащих в цехе 60 чел., противогАЗами обеспечены на 70 %. Метеоусловия: ясное утро, скорость юго-восточного ветра 2,5 м/с, температура воздуха +20 °С. Оценить время подхода облака заражённого воздуха к населенному пункту, время поражающего действия АХОВ, масштабы заражения через 0,6 ч и потери персонала.

Задача 14. В результате аварии грузового поезда на железнодорожной станции разрушились три цистерны, содержащие 5 т нитрил акриловой кислоты (эквивалентное количество). Местность открытая. Село с населением 1200 чел. расположено в 0,8 км от места аварии. В момент подхода облака заражённого воздуха 70 % людей находились на улице и 30 % в домах. ПротивогАЗами не обеспечены. Метеоусловия: ясный день, ветер 4 м/с северного направления, температура воздуха +5 °С. Определить время подхода облака заражённого воздуха к населенному пункту, и время поражающего действия АХОВ. Рассчитать количество пострадавших и масштабы заражения через 45 минут после ЧС.

Задача 15. Оценить химическую обстановку (все возможные параметры) через 3 ч при разрушении на объекте ёмкости, содержащей 50 т эквивалентного количества сернистого ангидрида. Цех расположен в 300 м от места аварии на закрытой местности. Численность рабочих и служащих в цехе 120 чел., противогАЗами обеспечены на 60 %. Метеоусловия: пасмурный вечер, ветер 2 м/с во-

сточный, 17 °С – температура воздуха. Изобразить зону возможного заражения облаком АХОВ.

Задача 16. Определить размеры и площади зоны химического заражения через 1,5 часа после разрушения необвалованной емкости, содержащей эквивалентное количество сероводорода – 60 т. Метеоусловия: пасмурный день, температура воздуха –10 °С, ветер северо-восточный 4,5 м/с. Изобразить зону возможного заражения облаком АХОВ. Рассчитать потери населения на расстоянии 0,8 км, если из 500 чел на открытой местности 10 % имеют противогазы.

Задача 17. Разрушилась технологическая ёмкость, содержащая эквивалентное количество сероводорода – 100 т. Цех расположен в 250 м от места аварии. Численность рабочих и служащих в цехе 114 чел., противогазами не обеспечены. Метеоусловия: день, ясно, ветер 3 м/с (северо-восточный), температура воздуха 0 °С. Оценить время подхода облака зараженного воздуха к населенному пункту, время поражающего действия, масштабы заражения АХОВ через 2 ч и потери персонала.

Задача 18. Пасмурным утром в результате аварии на технологической ёмкости в атмосферу поступило эквивалентное количество сероуглерода 50 т. Скорость западного ветра 2 м/с, температура воздуха –5 °С. Определить размеры и площади зоны химического заражения спустя 1 ч после аварии. Рассчитать через какое время облако АХОВ распространится на 8 км от места аварии, и каково будет число жертв, если общее число людей – 960 чел, противогазами не обеспечены.

Задача 19. Оценить химическую обстановку через 3,5 часа после разрушения обвалованной емкости, содержащей эквивалентное количество сжиженного фосгена, равное 60 т в селе, расположенном на расстоянии 2,3 км от места аварии. Метеоусловия: ночь, пасмурно, ветер со скоростью 4 м/с северо-восточный, температура воздуха +13 °С. Количество жителей села – 1500 чел, из которых 50 % находятся дома, остальные обеспечены противогазами на 20 %.

Задача 20. В результате аварии на объекте разрушилась необвалованная технологическая ёмкость, содержащая 80 т эквивалентного количества жидкого хлора. Производственный цех расположен в 700 м от места аварии. Численность рабочих и служащих в цехе 176 чел., противогазами обеспечены на 60 %. Метеоусловия: температура окружающей среды +1 °С, пасмурный вечер, скорость ветра 6 м/с южного направления. Определить время подхода облака зараженного воздуха к цеху и время поражающего действия АХОВ. Рассчитать количество пострадавших и масштабы заражения через 2 ч 15 минут после ЧС.

Тема 2. Инженерная защита территорий при пожаре

2.1 Характеристика взрывопожароопасных объектов и веществ

Пожары и взрывы на предприятиях представляют большую опасность для работающих и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопрос обеспечения взрывопожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеет государственный характер.

По ГОСТ Р 22.0.005–94 **пожарная безопасность** – состояние защищенности населения, объектов народного хозяйства и иного назначения, а также окружающей природной среды от опасных факторов и воздействий пожара.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Понятие пожарной профилактики включает в себя комплекс мероприятий, необходимых для предупреждения возникновения пожара или уменьшения его последствий. Под активной пожарной защитой понимаются меры, обеспечивающие успешную борьбу с возникающими пожарами или взрывоопасной ситуацией.

Оценка пожарной опасности объектов основывается на данных о пожароопасных свойствах обращающихся на этих объектах веществ и материалов. Пожарная опасность веществ и материалов определяется комплексом показателей, характеризующих критические условия возникновения и развития процессов горения.

Основными показателями пожарной опасности, определяющими критические условия возникновения и развития процесса горения, являются температура самовоспламенения и концентрационный предел воспламенения (или предел распространения пламени).

Температура самовоспламенения характеризует минимальную температуру вещества и материала, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения. Минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя, называется нижним концентрационным пределом воспламенения; максимальная концентрация горючих газов и паров, при которой еще возможно распространение пламени, называется верхним концентрационным пределом воспламенения. Область состава смесей горючих газов и паров с воздухом, лежащих между нижним и верхним предела воспламенения, называется областью воспламенения.

Различают нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР) – наименьшую концентрацию горючего в смеси с окислителем в процентах по объему, которая уже способна воспламеняться от внешнего

источника зажигания и распространять пламя на весь объем. Смесь с НКПР называют бедной горючей смесью. При меньшей концентрации горючего смесь не воспламеняется. Верхний концентрационный предел распространения пламени (ВКПР) – наибольшая концентрация горючего смеси с окислителем, которая еще способна воспламеняться. Это богатая горючая смесь. При большей концентрации горючего в смеси уже не достаточно окислителя для процесса химического превращения вещества. Самыми опасными являются средние концентрации между нижним и верхним пределами распространения пламени. Чем шире диапазон, тем опаснее вещество. С повышением температуры смеси концентрационные пределы расширяются. Уменьшение давления ниже атмосферного сужает область воспламенения. Концентрационные пределы распространения пламени и температуры вспышки для индивидуальных веществ определяют экспериментально.

Оценка взрывопожароопасности технологических процессов, блоков, помещений, зданий необходима для определения возможных разрушительных воздействий пожаров и взрывов на перечисленные объекты, а также поражающих факторов пожаров и взрывов на людей. В зависимости от категории взрыва пожароопасностей предусматривают объемно-планировочные решения и профилактические мероприятия.

Способностью образовывать с воздухом воспламеняющиеся с большой скоростью (взрывоопасные) смеси обладают также взвешенные в воздухе пыли многих твердых горючих веществ. Та 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 пылям не применяются.

Помимо перечисленных параметров для оценки пожарной опасности необходимо знать степень горючести веществ. В зависимости от этой характеристики вещества и материалы делятся на горючие, трудногорючие и негорючие.

К горючим относятся такие вещества и материалы, которые при воспламенении посторонним источником продолжают гореть после его удаления. К трудногорючим относятся такие вещества, которые не способны распространять пламя и горят лишь в месте воздействия импульса; негорючими являются вещества и материалы, не воспламеняющиеся даже при воздействии достаточно мощных импульсов.

Для оценки пожарной опасности того или иного технологического процесса необходимо знать, какие опасные вещества или смеси используются или получаются, или могут оказаться вне их. Более высокую пожарную опасность имеют предприятия с наличием огнеопасных жидкостей, горючих газов и пы-

леводных твердых материалов, например в нефте- и газоперерабатывающей отрасли, на автозаправочных станциях, где обращаются продукты перегонки нефти, в частности бензин. Он относится к ЛВЖ, НКПРП=0,76–1,3 %. Меньшую опасность представляют предприятия, на которых перерабатывают твердые и горючие материалы, например в угледобывающей отрасли, производстве строительных материалов.

Для определения взрывоопасной концентрации бензина, способной привести к пожару, используют нижеприведенную методику:

1. Определение интенсивности испарения бензина по формуле, г/с:

$$m = 4 \cdot r \cdot D_t \frac{M \cdot P_{\text{НАС}}}{V_t \cdot P_{\text{АТМ}}},$$

где D_t – коэффициент диффузии паров бензина, см²/с; $M = 96$ – молекулярная масса бензина; V_t – объем грамм-молекулы паров бензина при температуре $t = 20^{\circ}\text{C}$, см³; $P_{\text{АТМ}} = 0,1$ МПа – атмосферное давление; $P_{\text{НАС}} = 0,014$ МПа – давление насыщения пара бензина.

2. Вычисление коэффициента диффузии паров бензина, см²/с:

$$D_t = D_0 \left[\frac{(T + t)}{T} \right],$$

где D_0 – коэффициент диффузии паров бензина при $t = 0^{\circ}\text{C}$ и давлении 0,1 МПа, см²/с, определяется $D_0 = 0,8 / \sqrt{M}$.

3. Расчёт объема грамм-молекулы паров бензина при $t = 20^{\circ}\text{C}$, см³:

$$V_t = \frac{V_0(t + N)}{T},$$

где $V_0 = 22,4$ л – объем грамм молекулы при давлении 0,1 МПа.

4. Определение продолжительности испарений бензина, ч:

$$\tau = \frac{0,73 \cdot Q \cdot 1000}{m \cdot 3600},$$

где Q – объём бензина, л; $0,73$ – плотность бензина, кг/м³.

5. Определение весовой концентрации, мг/л:

$$K_{\text{ВЕС}} = \frac{K_{\text{ОБ}} \cdot M \cdot 10}{V},$$

где $K_{\text{ОБ}} = 0,76 \%$ – нижний предел взрываемости паров бензина при $t = 20^{\circ}\text{C}$.

6. Определение объема воздуха, в котором образуется взрывоопасная концентрация, м³:

$$V_{\text{В.К.}} = \frac{Q}{K_{\text{ВЕС}}},$$

7. Определение взрывоопасной концентрации в помещении, мин:

$$\tau_V = \frac{V \cdot 60}{V_{\text{В.К.}}},$$

где V – объём воздуха, м³.

Классификация производств по пожарной опасности приведена в “Строительных нормах и правилах” (СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений).

В соответствии со СНиП все строительные конструкции по возгораемости подразделяются на три группы:

а) несгораемые, которые под действием огня и высоких температур не возгораются и не обугливаются (к ним относятся многие металлы и материалы минерального происхождения);

б) трудносгораемые, которые способны воспламенятся и гореть только при постоянном воздействии постороннего источника возгорания (к ним относятся, например, конструкции из древесины, пропитанные или покрытые огнезащитным составом);

в) сгораемые, которые способны самостоятельно гореть после удаления источника возгорания (к ним относятся многие пластические материалы, в том числе применяемые в строительстве).

Способность конструкций сопротивляться воздействию пожара в течение определенного времени, сохраняя при этом обычные эксплуатационные функции, называется огнестойкостью.

Количественно огнестойкость оценивают пределом огнестойкости – временем в часах от начала действия огня до наступления одного из признаков:

- потерю несущих способностей или деформацию несущих конструкций;
- потерю ограждающей функций из-за образования сквозных трещин, через которые пламя может перекинуться в соседнее помещение;
- потерю теплоизолирующей способности за счет повышения температуры противоположной от пламени стороны конструкции до 160 0С.

Все строительные конструкции по пределу огнестойкости подразделяются на 8 степеней от 1/7 ч до 2 ч.

В зависимости от степени огнестойкости принимают наибольшие допустимые расстояния от выходов для эвакуации при пожарах (5 степень – 50 м).

2.2 Тушение пожаров

В практике тушения пожаров наибольшее распространения получили следующие способы прекращения горения: 1) изоляция очага горения от воздуха или снижение путем разбавления воздуха негорючими газами концентрации кислорода до значения, при котором не может происходить горение; 2) охлаждение очага горения ниже определенных температур (температур самовоспламенения, воспламенения, вспышки горючих веществ и материалов); 3) интенсивное торможение (ингибирование) скорости химической реакции в пламени; 4) механический срыв пламени в результате воздействия на него сильной струи газа или воды; 5) создание условий огнепреграждения, т.е. таких условий, при которых пламя распространяется через узкие каналы.

Выбор огнетушащих веществ, составов и автоматических установок пожарной сигнализации, количества, быстродействия и производительности установок пожаротушения следует проводить на стадии проектирования технологических процессов в зависимости от физико-химических свойств перерабатываемых веществ и средств тушения.

Если по условиям технологического процесса при аварии возможен единовременный пожар нескольких различных горючих веществ и материалов, отличающихся друг от друга пожароопасными свойствами и характеристиками тушения, то расчет и проектирование установок пожаротушения должны быть произведены по наиболее неблагоприятному для ликвидации пожара веществу или продукту.

Если по условиям совместимости огнетушащих веществ с горючими материалами назначение общего для всех огнетушащего агента нецелесообразно, то допустимо применение нескольких огнетушащих веществ. При этом группы горючих веществ, совместимых с одним из огнетушащих составов, должны быть пространственно разделены или вынесены в отдельные помещения.

Выбор огнетушащих веществ и составов для тушения пожаров необходимо проводить в соответствии с данными таблицы 2.1.

Таблица 2.1 Классификация пожаров

Класс пожара	Характеристика горючей среды или горящего объекта	Рекомендуемые огнетушащие составы и средства
1	2	3
А	Обычные твердые горючие материалы (дерево, уголь, бумага, резина, текстильные материалы и др.)	Все виды огнетушащих средств (только на начальной стадии), водопенные огнетушащие вещества, вода со смачивателями
В	Горючие жидкости и плавящиеся при нагревании материалы (мазут, бензин, лаки, масла, спирт, стеарин, каучук, некоторые синтетические материалы и др.)	Распыленная вода, все виды водопенных составов, составы на основе галогеналкилов, порошки, газоаэрозольные составы
С	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	Газовые составы: инертные разбавители (N ₂ , CO ₂), галогенуглеводороды, порошки, вода аэрозольного распыла с добавками и без, вода как средство охлаждения, газоаэрозольные составы
Д	Металлы и их сплавы (калий, натрий, алюминий, магний)	Порошки (при спокойной подаче на горящую поверхность)
Е	Оборудование под напряжением	Порошки, CO ₂ , хладоны, газоаэрозольные составы

Тип и параметры установок пожаротушения следует выбирать в соответствии с действующим нормативным документом по противопожарной защите зданий и сооружений. Рекомендуемый перечень нормативных документов приведен в табл П.3.

2.2.1 Тушение пожаров водой

Огнегасительная способность воды обуславливается охлаждающим действием, разбавлением горючей среды образующимися при испарении парами и механическим воздействием на горящее вещество, т.е. срывом пламени.

Тушение пожаров водой производят установками водяного пожаротушения, пожарными автомашинами и водяными стволами (ручными и лафетными).

К установкам водяного автоматического пожаротушения относятся сплинклерные и дренчерные установки.

Сплинклерная установка представляет собой разветвленную, заполненную водой систему труб, оборудованную сплинклерными головками. Выходные отверстия сплинклерных головок закрываются легкоплавкими замками, которые при воздействии определенной температуры (замки рассчитаны на 72, 93, 141 и 182 °С) расплавляются и вода из системы под давлением выходит из отверстия головки и орошает конструкции и оборудование в зоне действия сплинклерной головки.

Дренчерные установки представляют собой систему трубопроводов, на которых расположены специальные головки-дренчеры с диаметром открытых выходных отверстий 8, 10 и 12,7 мм лопастного или разведочного типа, рассчитанных на орошение не более 12 м² площади пола.

2.2.2 Тушение пожаров пеной

Пены применяют для тушения твердых и жидких веществ, не вступающих во взаимодействия с водой. Огнегасительные свойства пены определяются ее кратностью – отношением объема пены к объему ее жидкой фазы, стойкостью, дисперсностью и вязкостью. На эти свойства пены оказывают влияние также природа горючего вещества, условия протекания пожара и подачи пены.

В зависимости от способа получения огнегасительные пены подразделяются на химические и воздушно-механические.

Химическую пену применяют для тушения легковоспламеняющихся жидкостей и горючих жидкостей и других веществ, которые можно тушить водой. Она образуется при смешивании растворенной в воде щелочи (с пенообразующими добавками) с кислотой. Разрушаясь при нагревании, она выделяет углекислый газ, который снижает концентрацию кислорода в зоне горения. Химическая пена значительно легче огнеопасных жидкостей, и поэтому, перемещаясь по горячей поверхности, она преграждает выход паров горячей жидкости в зону горения и тушит пожар.

Воздушно-механическую пену используют для тушения горючих жидкостей, а также закрытых объемов (маслоподвалы, насосно-аккумуляторные станции). Ее получают с помощью генератора пены. Воздушно-механическая пена не вызывает коррозии металлов, почти неэлектропроводна и экономична.

2.2.3 Тушение пожаров газами

При тушении пожаров газами используют двуокись углерода, азот, дымовые или отработанные газы, пар, а также аргон и другие газы.

Огнегасительное действие названных составов заключается в разбавлении воздуха и в снижении в нем содержания кислорода до концентрации, при которой прекращается горение. Огнегасительный эффект при разбавлении указанными газами обуславливается потерями тепла на нагревание разбавителей и снижением теплового эффекта реакции. Особое место огнегасительных составов занимает двуокись углерода (углекислый газ). Углекислотные огнетушители ОУ–5, ОУ–8, УП–2М применяют для тушения складов ЛВЖ, аккумуляторных станций, сушильных печей, стендов для испытания электродвигателей, электрооборудования и т.п.

Следует помнить, однако, что двуокись углерода нельзя применять для тушения веществ, в состав молекул которых входит кислород, щелочных и щелочноземельных металлов, а также тлеющих материалов. Для тушения этих веществ применяют азот или аргон, причем последний применяют в тех случаях, когда имеется опасность образования нитридов металлов, обладающих взрывчатыми свойствами и чувствительностью к удару.

Расчет установки для тушения пожара углекислотой производится по следующей методике:

1. Определение количества огнегасительного газового состава по формуле, кг:

$$G_r = G_B \cdot W_{\text{п}} \cdot K_y + G_0,$$

где $G_B = 0,7$ кг/м³ – огнегасительная концентрация газового состава для углекислоты; $G_0 = 0,2 \cdot G_r$ – количество углекислоты, остающейся в установке после окончания ее работы, кг; $W_{\text{п}}$ – объём помещения, м³; K_y – коэффициент, учитывающий особенности процесса газообмена, утечки углекислоты через неплотности и проемы защищаемого помещения.

2. Определение потребного количества рабочих баллонов с углекислотой, шт:

$$N_6 = \frac{G}{V_6 \cdot \rho \cdot a_H},$$

где $V_6 = 25$ л – объем баллона, при 25 л в баллоне содержится 15,6 кг углекислоты; $\rho = 0,625$ кг/л – плотность углекислоты; a_H – коэффициент наполнения.

3. Количество резервных баллонов принять равным числу рабочих баллонов.

4. Определение пропускной способности трубопровода, кг/с:

$$\zeta = 0,1 \sqrt{P_1 \cdot \frac{\gamma_1}{2AL}},$$

где $P_1 = 49 \cdot 10^5$ Н/м² – удельное давление углекислоты в начале трубопровода (в баллонах); $\gamma_1 = 2900$ Н/м³ – плотность углекислоты в начале трубопровода (в баллонах); A – удельное сопротивление трубопровода, принять при диаметре трубопровода 40 мм (условном и расчетном) равным 0,044–0,027.

2.2.4 Тушение пожаров паром и различными составами

Тушение пожаров паром применяется для пожарной защиты закрытых технологических аппаратов или объектов с ограниченным воздухообменом, а также для тушения пожаров на открытых площадках. Для тушения пожаров необходимо создать огнегасительную концентрацию водяного пара в воздухе, составляющую 35% от объема. Для тушения используется насыщенный и отработанный (мятый) водяной пар технологического назначения. Пар при тушении подается стационарными установками и ручными стволами. Наибольшее распространение получили стационарные установки с ручным, дистанционным и автоматическим включением.

Все описанные выше огнетушащие составы оказывают пассивное действие на пламя. Более перспективны огнетушащие средства, которые эффективно тормозят химические реакции в пламени, т.е. оказывают на них ингибирующее воздействие. Наибольшее применение в пожаротушении нашли огнетушащие составы – ингибиторы на основе предельных углеводородов, в кото-

рых один или несколько атомов водорода замещены атомами галоидов (фтора, хлора, брома).

В последние годы в качестве средств тушения пожаров применяют порошковые составы на основе неорганических солей щелочных металлов. Они отличаются высокой огнетушащей эффективностью и универсальностью, т.е. способностью тушить любые материалы, в том числе нетушимые другими средствами.

Порошковые составы являются, в частности, единственным средством тушения пожаров щелочных металлов, алюминийорганических и других металлоорганических соединений.

Широко используются составы на основе карбонатов и бикарбонатов калия и натрия. Кроме того, для получения порошков используют фосфорно-амонийные соли, хлориды калия и натрия и др. По области применения эти составы подразделяются на порошки общего и специального назначения. К первым, например, относят порошки ПСБ-3, П-1А, ПФ, предназначенные для тушения древесины и ряда других углеродосодержащих твердых материалов, а также ЛВЖ и ГЖ. Специальные порошки – МГС на основе графита для тушения металлов; порошок СИ-2, предназначенный для тушения алюминийорганических и ряда других пирофорных (самовоспламеняющихся на воздухе) соединений.

2.3 Задачи

Задача 1. В производственном помещении объемом V м³ был пролит бензин А-76 в количестве $Q=1$ л. Температура в помещении $t = 20$ °С. Радиус лужи бензина $r=100$ см. Атмосферное давление в помещении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.). Определить время, в течение которого испарится бензин и образуется взрывоопасная концентрация паров бензина и воздуха.

Задача 2. Рассчитать установку для тушения пожара углекислотой в помещении завода. Объем защищаемого помещения $W_{п}=450$ м³. Коэффициент $K_{у}=1$. Длина трубопровода от установки до места тушения загорания $L=75$ м.

Задача 3. Определить время, в течение которого испарится бензин А-76 при проливе в производственном помещении объемом $V=20$ м³. Количество бензина $Q=2$ л. Температура в помещении $t = 20$ °С. Радиус лужи бензина $r=200$ см. Атмосферное давление в помещении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.).

Задача 4. Определить необходимые параметры для тушения пожара углекислотой в помещении завода объемом $W_{п}=600$ м³. Коэффициент, учитыва-

ющий особенности процесса газообмена, утечки углекислоты через неплотности и проемы защищаемого помещения $K_y=1,5$. Длина трубопровода от установки до места тушения загорания $L=40$ м.

Задача 5. В производственном помещении объемом $V=30$ м³ был пролит бензин А-76 в количестве $Q=3$ л. Температура в помещении $t=20$ °С. Радиус лужи бензина $r=300$ см. Атмосферное давление в помещении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.). Определить время, в течение которого испарится бензин и образуется взрывоопасная концентрация паров бензина и воздуха.

Задача 6. Объем помещения завода $W_{\text{п}}=900$ м³. Коэффициент, учитывающий особенности процесса газообмена, утечки углекислоты через неплотности и проемы защищаемого помещения $K_y=1,1$. Рассчитать установку для тушения пожара углекислотой в помещении завода. Длина трубопровода от установки до места тушения загорания $L=25$ м.

Задача 7. Рассчитать время, в течение которого образуется взрывоопасная концентрация паров бензина и воздуха в производственном помещении. Объем помещения $V=25$ м³, марка бензина А-76 в количестве $Q=2,5$ л. Температура в помещении $t=20$ °С. Радиус лужи бензина $r=250$ см. Атмосферное давление в помещении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.). Определить все необходимые параметры.

Задача 8. Рассчитать установку для тушения пожара углекислотой в помещении завода. Объем защищаемого помещения $W_{\text{п}}=750$ м³. Коэффициент, учитывающий особенности процесса газообмена, утечки углекислоты через неплотности и проемы защищаемого помещения $K_y=1,4$. Длина трубопровода от установки до места тушения загорания $L=60$ м.

Задача 9. В производственном помещении объемом $V=33$ м³ был пролит бензин А-76 в количестве $Q=3,3$ л. Температура в помещении $t=20$ °С. Радиус лужи бензина $r=230$ см. Атмосферное давление в помещении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.). Определить время, в течение которого испарится бензин и образуется взрывоопасная концентрация паров бензина и воздуха.

Задача 10. Необходимо предусмотреть углекислотную установку пожаротушения в помещении завода. Объем помещения $W_{\text{п}}=500$ м³. Коэффициент, учитывающий особенности процесса газообмена, утечки углекислоты через неплотности и проемы защищаемого помещения $K_y=2$. Длина трубопровода от установки до места тушения загорания $L=90$ м.

Задача 11. В гараже объемом $V=10$ м³ пролили 1,5 л бензина А–76. Образовалась лужа радиусом $r=150$ см. Температура в помещении $t = 20$ °С. Атмосферное давление в помещении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.). Определить время, в течение которого испарится бензин и образуется взрывоопасная концентрация паров бензина и воздуха.

Задача 12. Рассчитать установку для тушения пожара углекислотой в помещении завода. Объем защищаемого помещения $W_{\text{п}}=830$ м³. Коэффициент, учитывающий особенности процесса газообмена, утечки углекислоты через неплотности и проемы защищаемого помещения $K_{\text{у}}=1,8$. Длина трубопровода от установки до места тушения загорания $L=100$ м.

Задача 13. Объем закрытого помещения шиносервиса $V=27$ м³. Определить время, в течение которого в помещении испарится бензин и образуется взрывоопасная концентрация паров бензина и воздуха, если пролили бензин А–76 в количестве $Q=2,7$ л. Температура в помещении $t = 20$ °С. Радиус лужи бензина $r=270$ см. Атмосферное давление в помещении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.).

Задача 14. Рассчитать установку для тушения пожара углекислотой в помещении завода. Объем защищаемого помещения $W_{\text{п}}=750$ м³. Коэффициент, учитывающий особенности процесса газообмена, утечки углекислоты через неплотности и проемы защищаемого помещения $K_{\text{у}}=1,2$. Длина трубопровода от установки до места тушения загорания $L=65$ м.

Задача 15. В производственном помещении объемом $V=20$ м³ был пролит бензин А–76 в количестве $Q=1,75$ л. Температура в помещении $t = 20$ °С. Радиус лужи бензина $r=175$ см. Атмосферное давление в помещении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.). Определить время, в течение которого испарится бензин и образуется взрывоопасная концентрация паров бензина и воздуха.

Задача 16. Объем помещения завода прицепной техники $W_{\text{п}}=850$ м³. Предусмотреть в помещении установку для тушения пожара углекислотой. Коэффициент, учитывающий особенности процесса газообмена, утечки углекислоты через неплотности и проемы защищаемого помещения $K_{\text{у}}=1,5$. Длина трубопровода от установки до места тушения загорания $L=45$ м.

Задача 17. В производственном помещении объемом $V=25$ м³ был пролит бензин А–76 в количестве $Q=2,3$ л. Температура в помещении $t = 20$ °С. Радиус лужи бензина $r=230$ см. Атмосферное давление в помещении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.). Определить время, в течение которого испарится бензин и образуется взрывоопасная концентрация паров бензина и воздуха.

Задача 18. Рассчитать установку для тушения пожара углекислотой в помещении завода. Объем защищаемого помещения $W_{\text{п}}=950$ м³. Коэффициент, учитывающий особенности процесса газообмена, утечки углекислоты через неплотности и проемы защищаемого помещения $K_{\text{у}}=1,2$. Длина трубопровода от установки до места тушения загорания $L=90$ м.

Задача 19. Определить время, в течение которого испарится бензин и образуется взрывоопасная концентрация паров бензина и воздуха в производственном помещении лаборатории объемом $V=28$ м³. Марка пролитого бензина – А–76, количество $Q=2,75$ л, радиус лужи бензина $r = 275$ см. Температура в помещении $t = 20$ °С. Атмосферное давление в помещении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.).

Задача 20. Рассчитать установку для тушения пожара углекислотой в помещении завода. Объем защищаемого помещения $W_{\text{п}}=550$ м³. Коэффициент, учитывающий особенности процесса газообмена, утечки углекислоты через неплотности и проемы защищаемого помещения $K_{\text{у}}=1,3$. Длина трубопровода от установки до места тушения загорания $L=80$ м.

Тема 3. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от природных опасностей

Инженерная защита территорий, зданий и сооружений – комплекс инженерных сооружений и мероприятий, направленный на предотвращение отрицательного воздействия опасных геологических, экологических и других последствий на территорию, здания и сооружения, а также защиту от их последствий.

3.1 Безопасность гидротехнических сооружений

Ответственность за обеспечение безопасности гидротехнических сооружений (ГТС) отмечается в Федеральном законе "О безопасности гидротехнических сооружений" от 21.07.97 № 117–ФЗ.

Аварии с разрушением (прорывом) гидротехнических сооружений, к которым относятся плотины, водозаборные и водосборные сооружения, запруды, водохранилища, шламохранилища, накопители отходов и др., могут происходить в результате действия сил природы, воздействия человека или недостатков конструктивных и проектных работ.

По ГОСТ Р 22.0.005–94: гидротехническая авария – авария на гидротехническом сооружении, связанная с распространением с большой скоростью воды и создающая угрозу возникновению техногенной чрезвычайной ситуации.

Вследствие прорыва гидротехнических сооружений происходит катастрофическое затопление местности, сопровождающееся стремительным затоплением волной прорыва нижерасположенной местности и возникновением наводнения.

В зоне возможного затопления могут иметь место потери людей, разрушения различного рода объектов и уничтожение других материальных ценностей. Прогнозирование последствий таких аварий заключается в определении параметров волны прорыва и ее воздействия на объекты.

В зависимости от напора нижнего бьефа плотины подразделяются: $H - H_b < 10\text{м}$ – низконапорные; $40 > H - H_b > 10\text{м}$ – средненапорные; $H - H_b > 40\text{м}$ – высоконапорные (рис. 3.1).

При разрушении плотины образуется волна прорыва, которая характеризуется:

объемом водохранилища W , млн. тонн;

площадью зеркала водохранилища S , км²;

глубиной водохранилища H , м;

шириной водохранилища у гидроузла B , м.

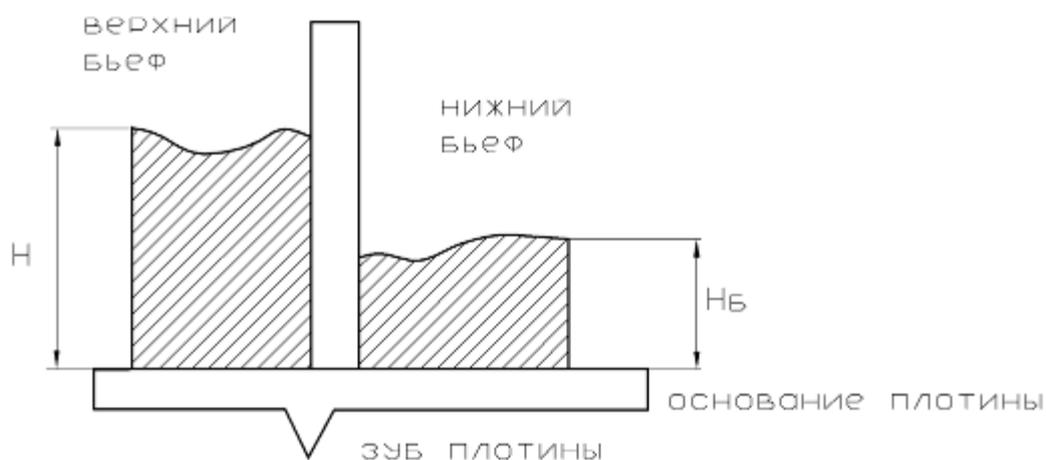


Рис. 3.1 Характеристика плотины

Основными параметрами волны прорыва, определяющими последствия гидродинамических аварий являются: максимальная высота и скорость волны прорыва; время прихода гребня и фронта волны прорыва в соответствующий створ; границы зоны возможного затопления; максимальная глубина затопления конкретного участка местности; длительность затопления территории.

Параметры затопления зависят от размеров водохранилища, напора волн и других характеристик конкретного гидроузла, а также от гидрологических и топографических особенностей местности.

Очагом поражения при затоплении называется территория, в пределах которой произошли затопления местности, повреждения и разрушения зданий, сооружений и других объектов, сопровождающиеся поражениями и гибелью людей, животных, урожая сельскохозяйственных культур, порчей и уничтожением сырья, топлива, продуктов питания и т.д.

Для оценки возможной обстановки при аварии определяют: параметры зоны затопления (перемещение частиц породы, размывание грунтов, гидродинамическое давление потока воды, затопление территории и др.); количество населения и сельскохозяйственных животных попавшего в зону затопления; протяженность затопленных или разрушенных дорог, а также количество затопленных зданий и сооружений; экономический, социальный ущерб и др.

При определении параметров очага поражения вычисляют:

Время прихода волны пропуска на заданные расстояния, ч

$$t_{\text{пр}} = \frac{R}{V},$$

где R - заданное расстояние от плотины, км; V - средняя скорость движения волны пропуска, м/с.

По таблице 3.1 находят формулу для определения высоты волны пропуска на заданных расстояниях Нпр, м.

Таблица 3.1 Ориентировочная высота пропуска и продолжительность ее прохождения на различных расстояниях от плотины

Наименование параметров	Расстояние от плотины, км						
	0	25	50	100	150	200	250
Высота волны пропуска, Нпр, м	0,25Н	0,2Н	0,15Н	0,07Н	0,05Н	0,03Н	0,02Н
Продолжительность прохождения волны пропуска, t, ч	T	1,7T	2,6T	4T	5T	6T	7T

Время опорожнения водохранилища, ч

$$T = \frac{W}{3600 \cdot N \cdot B},$$

где W – объем водохранилища, м³; B – ширина проран или участка перелива воды через гребень плотины, м; N – максимальный расход воды на 1 м ширины прорана (участка перелива воды через гребень плотины), м³/с·м, ориентировочно равный значениям, приведенным в таблице 3.2.

Продолжительность прохождения волны пропуска на заданном расстоянии t , ч, находится по формулам в соответствии с табл. 3.1.

Таблица 3.2 Максимальный расход воды на 1 м ширины прорыва

Глубина прорана H , м	5	10	25	50
N , м/с*м	10	30	125	350

По таблицам П.4 и П.5 дают оценку характера воздействия волны прорыва и характеристику возможных разрушений и повреждений на промышленном объекте при возникновении аварийной ситуации.

3.2 Молниезащита

Молниезащита – это комплекс защитных конструктивных элементов, предназначенных для обеспечения безопасности людей и животных, сохранности зданий и сооружений от взрывов и пожаров при воздействии молнии.

Мероприятия по защите от молний определяются СО 153–34.21.122–2003. Молниезащита.

Комплекс средств молниезащиты зданий или сооружений включает в себя устройства защиты от прямых ударов молнии (внешняя молниезащитная система – МЗС) и устройства защиты от вторичных воздействий молнии (внутренняя МЗС). В частных случаях молниезащита может содержать только внешние или только внутренние устройства. В общем случае часть токов молнии протекает по элементам внутренней молниезащиты.

Внешняя МЗС может быть изолирована от сооружения (отдельно стоящие молниеотводы – стержневые или тросовые, а также соседние сооружения, выполняющие функции естественных молниеотводов) или может быть установлена на защищаемом сооружении и даже быть его частью.

Внутренние устройства молниезащиты предназначены для ограничения электромагнитных воздействий тока молнии и предотвращения искрений внутри защищаемого объекта.

Конструктивно молниезащита выполняется в виде молниеприёмника (стержневые, тросовые, комбинированные, сетчатые), несущей конструкции, токоотвода, заземлителя.

Токи молнии, попадающие в молниеприемники, отводятся в заземлитель через систему токоотводов (спусков) и растекаются в земле.

Наиболее просты в исполнении одиночные стержневые и одиночные тросовые молниеприёмники высотой до 150 м. В случае большой протяжённости или высоты зданий применяются двойные молниеотводы. Молниеотвод считается двойным, когда расстояние между стержневыми молниеприемниками L не превышает предельной величины L_{max} . В противном случае оба молниеотвода рассматриваются как одиночные. L_{max} рассчитывается по эмпирическим формулам в зависимости от высоты молниеприёмника и надёжности защиты. Для защиты объектов высотой менее 30 м тросовые молниеотводы выполняют замкнутыми.

Молниезащита здания заданных габаритов обеспечивается при размещении его внутри зоны защиты, расчёты параметров которой приведены далее.

Защищаемые объекты могут подразделяться на обычные и специальные.

Обычные объекты - жилые и административные строения, а также здания и сооружения высотой не более 60 м, предназначенные для торговли, промышленного производства, сельского хозяйства (жилые дома, больницы, детские сады, музеи и т. д.).

Специальные объекты:

объекты, представляющие опасность для непосредственного окружения (нефтеперерабатывающие предприятия, химические производства);

объекты, представляющие опасность для социальной и физической окружающей среды (объекты, которые при поражении молнией могут вызвать вредные биологические, химические и радиоактивные выбросы).

прочие объекты, для которых может предусматриваться специальная молниезащита, например строения высотой более 60 м, игровые площадки, временные сооружения, строящиеся объекты.

К двум первым типам одновременно можно отнести котельные, электробойлерные, фабрики, комбинаты и пр.

При строительстве и реконструкции для каждого класса объектов требуется определить необходимые уровни надёжности защиты от прямых ударов молнии (ПУМ). Например, для обычных объектов может быть предложено четыре уровня надёжности защиты, указанные в табл. 3.3.

Для специальных объектов минимально допустимый уровень надёжности защиты от ПУМ устанавливается в пределах 0,9–0,999 в зависимости от степе-

ни его общественной значимости и тяжести ожидаемых последствий от ПУМ по согласованию с органами государственного контроля.

Таблица 3.3 Уровни защиты от ПУМ для обычных объектов

Уровень защиты	Надежность защиты от ПУМ
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

В общем случае выбор молниеотводов должен производиться при помощи соответствующих компьютерных программ, способных вычислять зоны защиты или вероятность прорыва молнии в объект (группу объектов) любой конфигурации при произвольном расположении практически любого числа молниеотводов различных типов.

При прочих равных условиях высоту молниеотводов можно снизить, если вместо стержневых конструкций применять тросовые, особенно при их подвеске по внешнему периметру объекта.

В случае проектирования молниезащиты для обычного объекта возможно определение зон защиты по защитному углу или методом катящейся сферы согласно стандарту Международной электротехнической комиссии (IEC 1024) при условии, что расчетные требования Международной электротехнической комиссии оказываются более жесткими, чем требования СО 153– 34.21.122–2003.

3.2.1 Зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода

Стандартной зоной защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h является круговой конус высотой $h_0 < h$, вершина которого совпадает с вертикальной осью молниеотвода (рис. 3.2). Габариты зоны определяются двумя параметрами: высотой конуса h_0 и радиусом конуса на уровне земли r_0 .

Приведенные ниже расчетные формулы пригодны для молниеотводов высотой до 150 м. Рассмотрены надёжности защиты $P_z=0,9$ и $P_z=0,99$. При более высоких молниеотводах или других P_z следует пользоваться специальной методикой расчета.

В случае надёжности защиты $P_z=0,9$

а) при высоте молниеотвода h от 0 до 100 м:

$$h_0 = 0,85h; \quad r_0 = 1,2h.$$

Здесь все параметры рассчитываются в «м».

б) при высоте молниеотвода h от 100 до 150 м:

$$h_0 = 0,85h, \quad r_0 = (1,2 - 10^{-3}(h - 100))h.$$

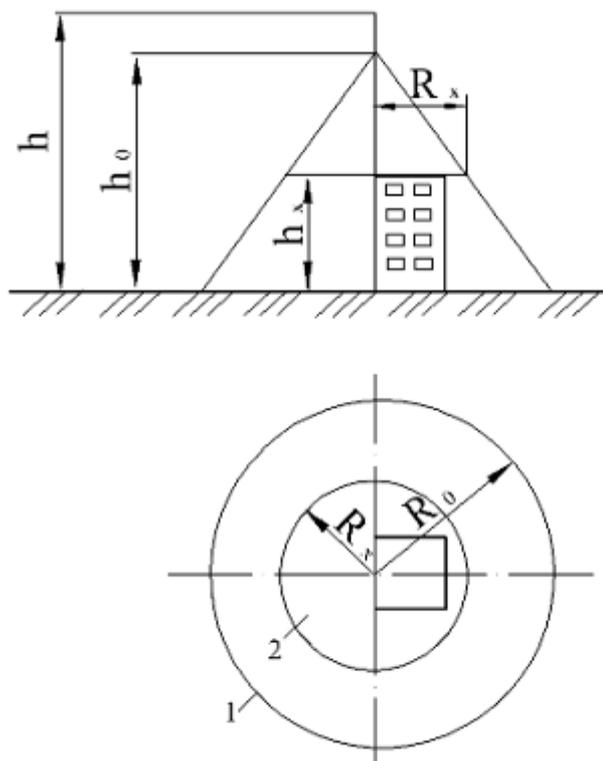


Рис. 3.2 Одиночный стержневой молниеотвод: 1 – граница зоны защиты на уровне земли; 2 – граница зоны защиты на высоте h_x

В случае надёжности защиты $P_z=0,99$

а) при высоте молниеотвода h от 0 до 30 м:

$$h_0 = 0,8h, \quad r_0 = 0,8h,$$

б) при высоте молниеотвода h от 30 до 100 м:

$$h_0 = 0,8h, \quad r_0 = [0,8 - 1,43 \cdot 10^{-3}(h - 30)]h,$$

в) при высоте молниеотвода h от 100 до 150 м:

$$h_0 = [0,8 - 10^{-3}(h - 100)]h, \quad r_0 = 0,7h.$$

Для зоны защиты требуемой надёжности (рис. 3.2) радиус горизонтального сечения g_x на высоте h_x определяется по формуле:

$$r_x = \frac{r_0 \cdot (h_0 - h_x)}{h_0}$$

3.2.2 Зоны защиты одиночного тросового молниеотвода

Стандартные зоны защиты одиночного тросового молниеотвода высотой h ограничены симметричными двускатными поверхностями, образующими в вертикальном сечении равнобедренный треугольник с вершиной на высоте $h_0 < h$ и основанием на уровне земли $2r_0$ (рис. 3.3).

Приведенные ниже расчетные формулы пригодны для молниеотводов высотой до 150 м. Как и в предыдущем пункте, рассматриваются два уровня надёжности защиты. При большей высоте следует пользоваться специальным программным обеспечением. Здесь и далее под h понимается минимальная высота троса над уровнем земли (с учетом провеса).

В случае надёжности защиты $P_z=0,9$

$$h_0 = 0,87 h, \quad r_0 = 1,5 h.$$

В случае надёжности защиты $P_z=0,99$

а) при высоте молниеотвода h от 0 до 30 м:

$$h_0 = 0,8 h, \quad r_0 = 0,95 h,$$

б) при высоте молниеотвода h от 30 до 100 м:

$$h_0 = 0,8 h, \quad r_0 = [0,95 - 7,14 * 10^{-4} (h - 100)] h,$$

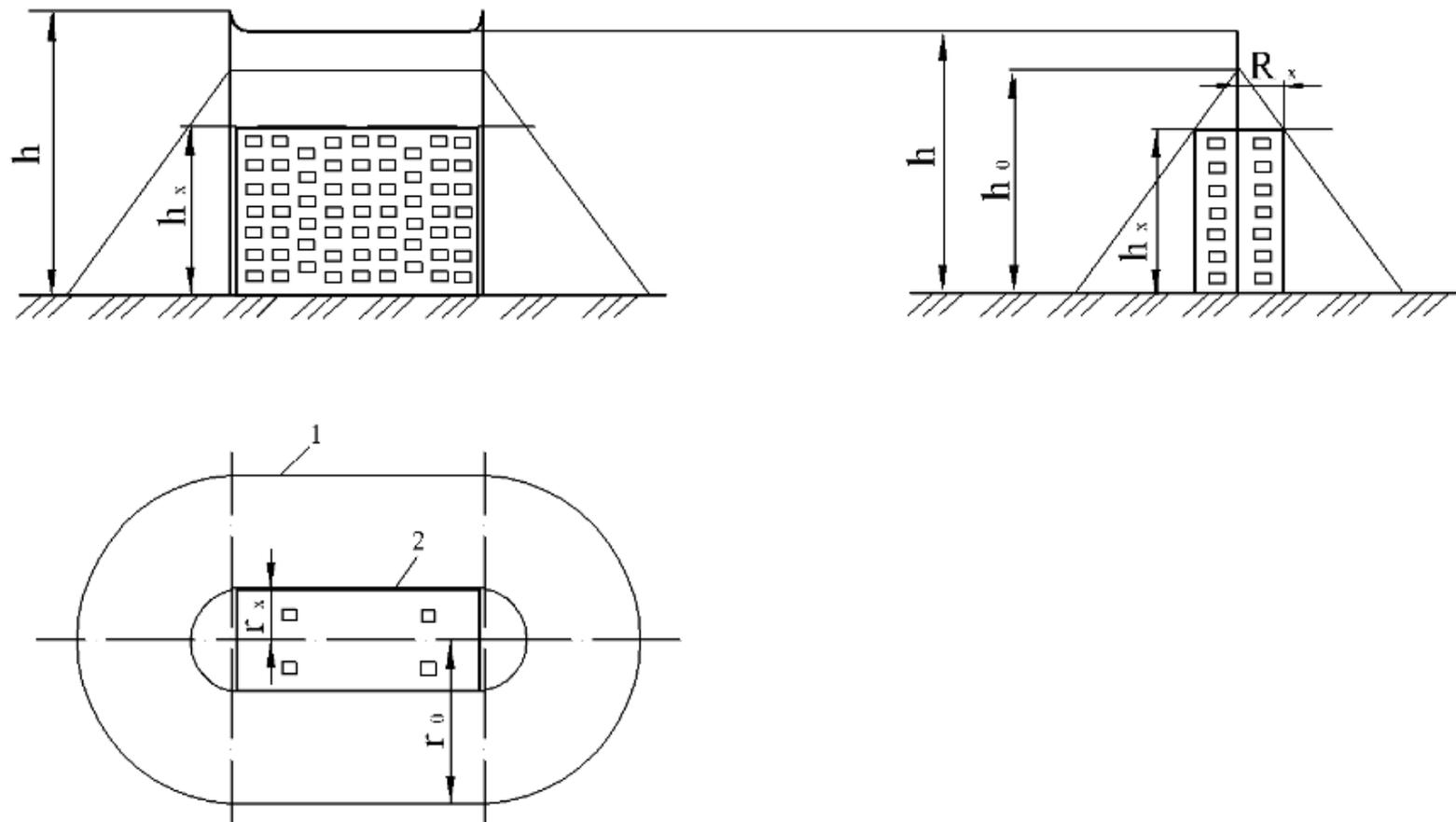


Рис. 3.3 Одиночный тросовый молниеотвод: 1 – граница зоны защиты на уровне земли; 2 – граница зоны защиты на высоте h_x

в) при высоте молниеотвода h от 100 до 150 м:

$$h_0 = 0,8h; r_0 = [0,9 - 10^{-3}(h - 100)]h;$$

Полуширина r_x зоны защиты требуемой надежности на высоте h_x от поверхности земли определяется выражением:

$$r_x = \frac{r_0 (h_0 - h_x)}{h_0}$$

При необходимости расширить защищаемый объем к торцам зоны защиты собственно тросового молниеотвода могут добавляться зоны защиты несущих опор, которые рассчитываются по формулам одиночных стержневых молниеотводов, представленным выше.

3.3 Задачи

Задача 1. Рассчитать молниезащиту мыловаренного цеха (специальный объект) тросовым молниеотводом и полуширину зоны защиты на высоте 35 м от поверхности земли. Принять оба регламентируемых уровня надежности и высоту молниеотвода 120 м. Изобразить схему молниезащиты.

Задача 2. Определить параметры волны пропуска на расстоянии от плотины 25 м. Объем водохранилища $W=70$ млн м³, ширина прорана $B=100$ м, глубина воды перед плотиной (глубина прорана) $H=50$ м, средняя скорость движения волны пропуска $V=5$ м/с. Дать оценку разрушения волной прорыва зданий и сооружений в соответствии с табл. П.4, П.5.

Задача 3. Рассчитать молниезащиту промежуточного склада химических реагентов открытого хранения, расположенного в г. Красноярске одиночным стержневым молниеотводом высотой 20 и 120 м. Определить радиус горизонтального сечения на высоте 15 и 100 м. соответственно. Требуемая надёжность 0,9.

Задача 4. Административное здание расположено в г. Москве. Обеспечить третий уровень молниезащиты одиночным стержневым и тросовым молниеотводом высотой 90 м. Оценить r_x на высоте $h_x = 67$ м и нарисовать схему молниезащиты.

Задача 5. Объем водохранилища $W=75$ млн м³, ширина прорана волной $B=65$ м, глубина воды перед плотиной (глубина прорана) $H=50$ м, средняя скорость движения волны пропуска $V=4,5$ м/с. Определить параметры волны про-

пуска на расстоянии от плотины 50 м. Дать оценку разрушения волной прорыва зданий и сооружений в соответствии с табл. П.4, П.5.

Задача 6. Склад хранения аммиачной продукции защищён одиночным стержневым молниеотводом. Рассчитать его молниезащиту надёжностью 0,99 при $h=80, 135$ м и радиус горизонтального сечения на высоте 110 м для второго случая. Схематично изобразить конструктивные элементы.

Задача 7. Рассчитать молниезащиту конюшни на известный уровень надёжности одиночным тросовым молниеотводом с $h=50$ м. Определить также полуширину зоны защиты на высоте 25 и 38 м от поверхности земли.

Задача 8. Определить параметры волны пропуска на расстоянии от плотины 10 м. Объем водохранилища $W=65$ млн м³, ширина прорана $B=45$ м, глубина воды перед плотиной (глубина прорана) $H=30$ м, средняя скорость движения волны пропуска $V=3,5$ м/с. Дать оценку разрушения волной прорыва зданий и сооружений в соответствии с табл. П.4, П.5.

Задача 9. Котельная, работающая на угле, относится к специальным объектам по молниезащите. Рассчитать её молниезащиту, если известна высота одиночного стержневого молниеотвода равная 47 м. Требуется обеспечить надёжность 0,99 и определить радиус горизонтального сечения на высоте 20 и 40 м. Схематично изобразить конструктивные элементы.

Задача 10. Рассчитать молниезащиту книгохранилища одиночным стержневым молниеотводом, приняв третий и максимальный уровень надёжности. Высота молниеотвода 138 м. Оценить r_x на высоте $h_x = 50$ м и нарисовать схему молниезащиты.

Задача 11. Определить параметры волны пропуска на расстоянии от плотины 40 м. Объем водохранилища $W=85$ млн м³, ширина прорана $B=95$ м, глубина воды перед плотиной (глубина прорана) $H=40$ м, средняя скорость движения волны пропуска $V=4$ м/с. Дать оценку разрушения волной прорыва зданий и сооружений в соответствии с табл. П.4, П.5.

Задача 12. Цех по производству ёлочных игрушек (специальные объекты) и склад хранения находятся в г. Великий Устюг. Рассчитать молниезащиту этих объектов одиночным тросовым молниеотводом с максимальной надёжностью. Геометрические параметры молниеотводов: $h=118$ и 25 м соответственно. Нарисовать схему.

Задача 13. Рассчитать молниезащиту деревообрабатывающего комбината одиночным тросовым и стержневым молниеотводами с надёжностью 0,9. Принять высоту молниеотводов 70 м. Определить полуширину зоны защиты на высоте 57 и 65 м от поверхности земли для тросовых молниеотводов.

Задача 14. Определить параметры волны пропуска на расстоянии от плотины 30 м. Объем водохранилища $W=100$ млн м³, ширина прорана $B=85$ м,

глубина воды перед плотиной (глубина прорана) $H=45$ м, средняя скорость движения волны пропуска $V=4,5$ м/с. Дать оценку разрушения волной прорыва зданий и сооружений в соответствии с табл. П.4, П.5.

Задача 15. Рассчитать молниезащиту электробойлерной одиночным стержневым молниеотводом. Принять надёжность защиты 0,99, высоту молниеотвода а) 90, б) 115 м. Оценить гх варианта б) молниеотвода при $h_x = 75$ м, изобразить схему.

Задача 16. Лаборатория по испытанию горючих материалов защищается тросовым молниеотводом. Рассчитать её молниезащиту, если $h=111$ м. Принять обе регламентируемые степени надёжности. Изобразить схему молниезащиты. Определить также полуширину зоны защиты на высоте 15 м от поверхности земли.

Задача 17. Определить параметры волны пропуска на расстоянии от плотины 75 м. Объем водохранилища $W=100$ млн м³, ширина прорана $B=85$ м, глубина воды перед плотиной (глубина прорана) $H=45$ м, средняя скорость движения волны пропуска $V=4,5$ м/с. Дать оценку разрушения волной прорыва зданий и сооружений в соответствии с табл. П.4, П.5.

Задача 18. Мукомольная фабрика находится в г. Санкт-Петербурге и отнесена к специальным объектам. Рассчитать её молниезащиту надёжностью 0,99, если высота одиночного стержневого и тросового молниеотвода равна 132 м. Необходимо также определить радиус горизонтального сечения и полуширину зоны защиты на высоте 102 м.

Задача 19. Объем водохранилища $W=90$ млн м³, ширина прорана волной $B=55$ м, глубина воды перед плотиной (глубина прорана) $H=15$ м, средняя скорость движения волны пропуска $V = 4$ м/с. Определить параметры волны пропуска на расстоянии от плотины 35 м. Дать оценку разрушения волной прорыва зданий и сооружений в соответствии с табл. П.4, П.5.

Задача 20. Жилой 25-этажный дом требуется защитить от ПУМ с надёжностью 0,9 одиночным стержневым молниеотводом высотой 125 м. Схематично изобразить молниезащиту. Рассчитать также радиус горизонтального сечения защиты для 10-го, 15-го и 18-го этажей (высоту этажа условно принять 3 м).

Рекомендуемая литература

1. Юртушкин В. Н. Чрезвычайные ситуации. Защита населения и территорий. М.: КноРус, 2014.
2. Михайлов Л. А. Социальные опасности и защита от них. М.: Академия, 2012.
3. Белов С.В. БЖД и защита окружающей среды. М.: Юрайт, 2013.
4. Никифоров Л. Л.. Безопасность жизнедеятельности. М.: Инфра-М, 2014.
5. Масленникова И. С.. Безопасность жизнедеятельности. М.: Инфра-М, 2014.
6. Микрюков В. Ю. Безопасность жизнедеятельности. М. КноРус, 2013.
7. Каракеян В. И. Безопасность жизнедеятельности. М.: Юрайт, 2014.
8. Вишняков Я. Д. Безопасность жизнедеятельности. М.: Юрайт, 2014
9. Белова, Т.И. Средства и способы радиационной и химической защиты [Текст]/ Т.И. Белова, Ю.Л. Померанцев, С.С. Сухов.-Брянск: РИО БГУ, 2013.-280с.
10. Белова, Т.И. Исследование систем автоматизированного удаления вредных веществ из воздуха производственных помещений в учебном процессе [Текст] / Е.М. Агашков, Т.И. Белова, В.И. Гаврищук, Д.А. Кравченко // Научно-педагогические проблемы транспортных учебных заведений: материалы международной научно-практической конференции. – М.: МИИТ, 2010. – Выпуск 2. – С.11 – 14.
11. Белова, Т.И. Классификация систем автоматического удаления вредных веществ из воздуха производственного помещения [Текст] / Е.М. Агашков, Т.И. Белова, В.Е. Бурак и др. // Вестник МАНЭБ. – СПб, 2010. – Т.15, № 4. – С. 116 – 118.
12. Белова, Т.И. Промышленная экология. Исследования параметров удаления и очистки воздуха: лабораторный практикум для высшего профессионального образования [Текст] / Т.И. Белова, В.И. Гаврищук, Е.М. Агашков, Т.А. Дмитриевская. – Брянск: ФГБОУ ВПО Брянская ГСХА, 2014. – 118 с.
13. Белова, Т.И. Обеспечение безопасности при производстве кормов в агропромышленном комплексе [Текст] /Т.И.Белова, С.В.Букин. Вестник МАНЭБ.-С- Петербург.-Т17.-№3, 2012.- С. 151-155
14. Менякина, А.Г. Методические указания к лабораторным занятиям по Безопасности жизнедеятельности. Студентам направления 260800 Технология продукции и организации общественного питания. (Профиль Технология продуктов общественного питания) и направления 151000 Технологические машины и оборудование. (Профиль Машины и оборудование для пищевой инженерии малых предприятий.) [Текст] - Брянск: Брянский ГАУ, 2015 - 36 с.
15. Менякина, А.Г., Методические указания «Памятка по охране труда при проведении учебной практики» для студентов всех специальностей. [Текст] / А.Г. Менякина, Е.Г. Лумисте - Брянск, Изд-во Брянской ГСХА, 2011 г.
16. Менякина, А.Г. Курс лекций Медико-биологические основы безопасности для студентов по направлению «Техносферная безопасность», [Текст] - Брянск: Брянский ГАУ, 2015 - 260с.
17. Менякина, А.Г. «Медико-биологические основы безопасности» Методические указания к лабораторно-практическим занятиям для студентов направления 280700 (20.03.01) Техносферная безопасность. - Брянск: Брянский ГАУ, 2015 - 120 с.
18. Менякина, А.Г. Методическое пособие по выполнению курсовых работ и самостоятельного изучения дисциплины «Медико- биологические основы безопасности». Для студентов инженерно- технологического факультета очной и заочной форм обучения для бакалавров направления 280700 Техносферная безопасность по специальности 280700 «Безопасность технологических процессов и производств». - Брянск, изд-во Брянской ГСХА, 2014 г.
19. Осипенко В.В. Промышленная экология: Практические работы по промышленной экологии: учеб. Пособие. / -Брянск: Издательство Брянская ГСХА. 2013. - 73 с.
20. Панова Т.В. Практикум для выполнения лабораторных работ на лабораторном стенде «ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ» / Т.В. Панова, В.В. Осипенко. / -Брянск: Издательство Брянск: Брянский ГАУ, 2015.- 50 с.

Приложения

Таблица 1- Глубина зон возможного заражения АХОВ, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ															
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300	500	1000
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	363
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79	121	189
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	130
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,25	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	101
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	83,60
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	71,70
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	63,16
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75	37,49	56,70
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39	34,24	51,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49	31,61	47,53

Примечание: при скорости ветра < 1 м/с размеры зон заражения принимать как при скорости ветра 1 м/с.

Таблица 2-Характеристика АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубин зон поражения

№ п/п	Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза, мг·мин/л	Значения вспомогательных коэффициентов								
		газ	жидкость			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇					
									для -40 °С	для -20 °С	для 0 °С	для 20 °С	для 40 °С	
1	Аммиак: хранение под давлением	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,4}{1}$	
	изотермич. хранение	-	0,681	-33,42	15	0,01	0,025	0,04	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	
2	Нитрил акриловой кислоты	-	0,806	77,3	0,75	0	0,007	0,80	0,04	0,1	0,4	1	2,4	
3	Окислы азота	-	1,491	21,0	1,5	0	0,040	0,40	0	0	0,4	1	1	
4	Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	-10,1	1,8	0,11	0,049	$\frac{0,33}{3}$	$\frac{0}{0,2}$	$\frac{0}{0,5}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,7}{1}$	
5	Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,7}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2,7}{1}$	
6	Хлор	0,0032	1,558	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,4}{1}$	

Примечание: значения K₇ в числителе – для первичного, в знаменателе – для вторичного облака.

Таблица 3-Значение коэффициента K₄ в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
K ₄	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,68

Учебное издание

Растягаев Владимир Иванович

ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению практических работ**

Подписано к печати 26.11.2015 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага печатная. Усл. п. л. 2,55. Тираж 25 экз. Изд. № 3955

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ