

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра инженерной экологии и химии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям

по дисциплине «Защита населения и хозяйственных объектов в
чрезвычайных ситуациях и радиационная безопасность»
для студентов всех специальностей дневной и заочной форм
обучения

УДК 355.586 (07)

Методические указания представляют собой сборник задач и упражнений, содержащий в себе рабочие формулы по прогнозированию последствий, вызванных выбросами вредных веществ, пожарами, взрывами. Приводятся формулы для расчета защитных свойств различных зданий и сооружений от ионизирующих излучений. Дается методика оценки потенциальной опасности взрывоопасных и химически опасных объектов. Изложена методика расчета параметров волны прорыва при разрушении подпорных сооружений водохранилищ. Для закрепления навыков в прогнозировании приведены типовые задачи.

Составитель: В.С. Ульев, доцент

Рецензент: А.Н. Севостьянов, доцент кафедры основ медицинских знаний БрГУ, к.м.н.

Прогнозирование химической обстановки

Исходными данными для прогнозирования химической обстановки являются: общее количество химически опасного вещества на объекте и данные о размещении их запасов в технологических емкостях; физико-химические свойства химически опасных веществ; метеорологические условия: температура воздуха, скорость ветра на высоте 10м (на высоте флюгера), степень вертикальной устойчивости воздуха.

Примечание – при заблаговременном прогнозировании масштабов заражения в качестве исходных данных принимается: выброс химически опасного вещества (Q_0), соответствующий максимальному количеству вещества в единичной емкости, метеорологические условия – температура воздуха +20°C, скорость ветра 1м/с, степень вертикальной устойчивости воздуха – инверсия.

Прогнозирование химической обстановки предусматривает расчет глубины зоны заражения (Γ), ширины и высоты зоны заражения, времени воздействия (испарения или самодегазации) и времени подхода облака зараженного облака к определенному рубежу.

Расчет глубины зоны химического заражения

Глубина зоны химического заражения Γ , м определяется по формуле:

$$\Gamma = 34.2K_1K_2K_3\sqrt{\frac{Q_0^2}{D^2V^2}}, \quad (1)$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха.

При инверсии $K_1 = 1$, при изотермии 0.23, при конвекции 0.08.

K_2 – коэффициент, учитывающий условия хранения химически опасного вещества.

При свободном разливе $K_2 = 1$, при разливе в поддон $K_2 = 0.67$.

K_3 – коэффициент, учитывающий характер местности, по которой распространяется облако зараженного воздуха. Для открытой местности $K_3 = 1$, для закрытой местности (городская застройка, лесной массив и т.п.) $K_3 = 0.33$.

Q_0 – количество химически опасного вещества в единичной емкости, кг;

D – токсодоза химически опасного вещества, мгмин/л, $D = CT$ (C – концентрация, мг/л;

T – время воздействия данной концентрации, мин),

V – скорость ветра в приземном слое, м/с.

Расчет ширины и высоты облака зараженного воздуха

Ширина облака зараженного воздуха:

$$Ш = K_4 \cdot \Gamma \quad (2)$$

Высота облака зараженного воздуха:

$$В = K_5 \cdot \Gamma \quad (3)$$

Значения коэффициентов K_4 и K_5 зависят от степени вертикальной устойчивости воздуха и определяются по таблице 1.

Таблица 1. Значения коэффициентов K_4 и K_5

Наименование коэффициента	Степень вертикальной устойчивости воздуха		
	Инверсия	Изотермия	Конвекция
K_4	0.03	0.15	0.8
K_5	0.01	0.03	0.14

Примечание – высота облака, определенная по формуле 3, для закрытой местности уменьшается в 2 раза.

Расчет времени действия поражающих концентраций

Время действия поражающих концентраций в очаге химического поражения определяется временем испарения химически опасного вещества с поверхности его разлива. Оно может быть определено из выражения:

$$T_{\text{пор}} = T_{\text{исп}} = \frac{Q_0}{C_{\text{исп}}}, \quad (4)$$

где $C_{\text{исп}}$ – скорость испарения жидкости (количество испарившейся жидкости) кг/мин, которую рассчитывают по формуле:

$$C_{\text{исп}} = 12.5 \cdot F \cdot P_s (5.38 + 4.1V) \sqrt{M} \cdot 10^{-5}, \quad (5)$$

где F – площадь разлива, м². Площадь разлива определяется по формуле:

$$F = \frac{Q_0}{h \rho_{\text{ж}}},$$

где Q_0 – масса жидкости в резервуаре, кг; h – толщина слоя разлившейся жидкости. Толщина слоя разлившейся свободно жидкости на подстилающей поверхности, принимается равной 0.05м по всей площади разлива. Толщина слоя жидкости, разлившейся в имеющийся самостоятельный поддон (обваловку), определяется из выражения $h = H - 0.2\text{м}$. Здесь H – высота поддона (обваловки), м. $\rho_{\text{ж}}$ – плотность химически опасного вещества в жидком состоянии, кг/м³ (Приложение 1).

P_s – давление насыщенного пара, кПа.

Давление насыщенного пара химически опасного вещества ориентировочно можно определить используя формулу:

$$\lg P_s = 2.763 - 0.019t_k + 0.024t, \quad (6)$$

По формуле (6) давление насыщенного пара получаем в мм.рт.ст. 1мм.рт.ст = 133,322Па.

где t_k – температура кипения химически опасного вещества °С (Приложение 1)

t – температура воздуха °С.

V – скорость ветра на высоте 10м, м/с;

M – молекулярная масса химически опасного вещества (Приложение 1).

Время подхода переднего фронта облака зараженного воздуха к определенному рубежу определяется делением расстояния X от места разлива до данного рубежа (объекта), м, на среднюю скорость W воздушным потоком, м/с. Средняя скорость переноса облака зараженного воздуха определяется по табл.2.

Таблица 2. Средняя скорость переноса облака, зараженного химически опасным веществом, м/с

Скорость ветра, м/с	Инверсия		Изотермия		Конвекция	
	$X < 10\text{км}$	$X > 10\text{км}$	$X < 10\text{км}$	$X > 10\text{км}$	$X < 10\text{км}$	$X > 10\text{км}$
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	-	-

Упражнения

Задача 1. В результате разрушения транспортной емкости произошло разлитие 15т сжиженного хлора. Метеоусловия на момент аварии: температура воздуха + 18°С, скорость ветра 1 м/с, степень вертикальной устойчивости воздуха – инверсия. Рассчитать глубину зоны химического заражения и определить степень опасности для населения, проживающего на удалении $X = 500$ м от места аварии. Рассчитать величину ожи-

даемой токсодозы в районе проживания. Местность между местом аварии и населенным пунктом – открытая.

Задача 2. На химически опасном объекте хранится 25 т сжиженного аммиака. Условие хранения – поддон $H = 0.6$ м. Спрогнозировать химическую обстановку относительно соседнего объекта, расположенного на удалении $X = 650$ м. Расчет аварийной ситуации прогнозировать на 0,25, 0,5 и на 1 час после аварии. Рассчитать величину токсодозы на удалении $X = 650$ м.

Задача 3. Рассчитать токсодозу и время действия поражающих концентраций на расстоянии 450 м от места аварии с выбросом 6 т сжиженного хлора. Емкость с хлором хранилась в транспортной емкости (разлив свободный), местность открытая. Метеоусловия – применительно к заблаговременному прогнозированию.

Задача 4. На объекте разрушилась емкость, содержащая 10 т аммиака. Емкость хранилась в поддоне высотой 0,7 м. Метеоусловия на момент аварии: изотермия, скорость ветра 3 м/с, температура воздуха 0°C . Местность закрытая. Определить размеры зоны химического заражения.

Задача 5. На удалении 550 м от химически опасного объекта была установлена величина токсодозы, равная 21,6 мгмин/л. Известно, что на объекте хранился сжиженный аммиак в поддоне. Местность – открытая. Степень вертикальной устойчивости воздуха на момент аварии – инверсия, скорость ветра 2 м/с. Определить какое количество аммиака вылилось из емкости?

Оценка радиационной обстановки

Оценка радиационной обстановки сводится к решению типовых задач, связанных с определением:

дозы излучения, которую могут получить люди за время пребывания на радиоактивно загрязненной местности;

допустимого времени пребывания на радиоактивно загрязненной местности, при заранее заданной (установленной) дозе излучения;

оптимального времени входа на радиоактивно загрязненную местность при заранее заданном времени пребывания и установленной (заданной) дозе излучения.

Возможную дозу излучения на интервале времени можно рассчитать по формуле:

$$D = \frac{P_0 t_0^n}{(1-n)K} (t_k^{1-n} - t_H^{1-n}) = \frac{P_1}{(1-n)K} (t_k^{1-n} - t_H^{1-n}), P, \quad (7)$$

где P_0 – мощность дозы, P_1/t , измеренная на время t_0 от момента выпадения радиоактивных осадков; n – показатель скорости спада мощности дозы (уровня радиации) во времени. Показатель зависит от изотопного состава радионуклидов, находящихся в выбросе и может быть определен по формуле:

$$n = \frac{1}{m} \sum_{i=1, j \neq i}^m \frac{\lg P_i - \lg P_j}{\lg t_j - \lg t_i}; \quad i=1, 2, 3, \dots, m; \quad j \neq i; \quad (8)$$

$$m = \frac{N!}{2(N-2)!}; \quad N! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot N$$

где N – число измерений значения уровня радиации (мощности дозы). Число таких измерений должно быть не менее трех;

K – коэффициент ослабления уровня радиации, показывающий во сколько раз доза излучения, получаемая в сооружении меньше, чем на открытой местности. Коэффициент ослабления может быть получен расчетным путем;

t_n, t_k – время начала и окончания пребывания на радиоактивно загрязненной местности. Эти времена отсчитываются от начала выпадения радиоактивных осадков;

$$t_k = t_n + \Delta T, \quad (4)$$

где ΔT – время пребывания на радиоактивно загрязненной местности.

Допустимое время пребывания $T_{\text{доп}}$, (ч) на радиоактивно загрязненной местности может быть определено по формуле:

$$T_{\text{доп}} = \left[\frac{(1-n)D_y K}{P_1} + t_n^{1-n} \right]^{\frac{1}{1-n}} - t_n \quad (9)$$

Оптимальное время $T_{\text{опт}}$, (ч) входа в зону радиоактивного воздействия можно определить по формуле:

$$T_{\text{опт}} = \left(\frac{P_1 \Delta T}{D_y K} \right)^{\frac{1}{n}} - \frac{\Delta T}{2}; \quad (10)$$

В формулах (9) и (10) значение D_y - допустимая (заранее установленная) доза излучения. Она определяется в соответствии с требованиями Норм радиационной безопасности.

В том случае, когда радиационная обстановка создается каким-либо конкретным радионуклидом, доза излучения определяется как сумма доз внешнего, D_* и внутреннего излучения D^* , т.е.

$$D_{\Sigma} = D_* + D^*, P \quad (11)$$

Доза внешнего излучения определяется по формуле:

$$D_* = \frac{1.44TP_0}{K_{\text{ср}}} \left(2^{\frac{t_x}{T}} - 2^{\frac{t_n}{T}} \right); \quad (12)$$

Доза внутреннего излучения определяется по формуле:

$$D^* = 0.15 \frac{N_0}{5} (t_x - t_n); \quad (13)$$

где T - период полураспада радионуклида, создающего радиационную обстановку;

P_0 - уровень радиации, соответствующий первоначальной поверхностной активности радионуклида, создающего радиационную обстановку, определяемый по формуле: $P_0 = 0.2 \mu \text{E} N_0 m$, Р/ч. Здесь: E - энергия гамма-квантов, МэВ; N_0 - первоначальная поверхностная плотность загрязнения, Ки/км²; m - число гамма-квантов, приходящихся на один распад; μ - линейный коэффициент ослабления излучения воздухом в зависимости от величины энергии гамма-квантов (см. таблицу 3).

Таблица 3. Линейный коэффициент ослабления излучения воздухом, μ

Е, МэВ	0.1	0.25	0.5	1.0	2.0	3.0
μ , 1/см·10 ⁻⁴	1.98	1.46	1.11	0.81	0.57	0.46

Примечание - для промежуточных значений коэффициент μ принимается по интерполяции.

Доза внутреннего излучения, при условии проведения на загрязненной местности агротехнических мероприятий, составляет 0.15 Р на каждые 5 Ки/км² поверхностной плотности загрязнения. Отсюда:

$$D^* = 0.15 \frac{N_0}{5} (t_x - t_n), P \quad (14)$$

Коэффициент среднесуточной защищенности определяется по формуле:

$$K_{\text{ср}} = \frac{24}{t_{\text{от}} + \frac{t_{\text{тр}}}{K_{\text{тр}}} + \frac{t_{\text{пр}}}{K_{\text{пр}}} + \frac{t_{\text{зд}}}{K_{\text{зд}}}}, \quad (15)$$

где $t_{\text{от}}$, $t_{\text{тр}}$, $t_{\text{пр}}$, $t_{\text{зд}}$ - продолжительность пребывания в течение суток соответственно на открытой местности, в транспорте, в производственном здании, в жилом здании. $K_{\text{тр}}$, $K_{\text{пр}}$, $K_{\text{зд}}$ - коэффициенты ослабления радиации транспортом, производственными и жилыми зданиями.

Упражнения

Задача 6. В результате измерений уровней радиации на местности получены следующие данные: $P_{1,5} = 25.5 \text{ Р/ч}$; $P_2 = 21.5 \text{ Р/ч}$; $P_3 = 21 \text{ Р/ч}$. Рассчитать показатель скорости спада уровня радиации и построить график зависимости $P(t)$ на интервале 1 ... 10ч.

Задача 7. Какую дозу получат рабочие в здании с $K_{пз} = 10$, если уровень радиации $P_1 = 80 \text{ Р/ч}$? Работа в здании началась через 3 часа после выпадения радиоактивных осадков. Показатель скорости спада уровня радиации $n = 0.5$. Продолжительность работы – 4 часа.

Задача 8. Определить допустимую продолжительность пребывания рабочих в здании в условиях применительно к задаче 7, если допустимая доза составляет 12.5 Р .

Задача 9. Определить допустимое время начала работы в производственном здании с $K_{пз} = 10$, если $P_1 = 80 \text{ Р/ч}$, на время выполнения работы установлена доза $D_p = 10 \text{ Р}$. На выполнение работы потребуется затратить 4 часа. Показатель скорости спада $n = 0.5$.

Задача 10. Первоначальная плотность загрязнения на местности $N_0 = 12 \text{ Ки/км}^2$. Рассчитать суммарную дозу излучения, которую получат люди за период от $t_n = 17$ лет до $t_k = 67$ лет. Условие проживания: время работы – 8ч, среднее время пребывания на открытой местности 2ч, время затрачиваемое на переезд к месту работы и обратно – 2ч.

Коэффициенты ослабления уровня радиации: $K_{пз} = 7$, $K_{зд} = 30$, $K_{тр} = 2$.

Расчет противорадиационной защиты

Эффективность защиты от ионизирующих излучений характеризуется коэффициентом ослабления (защиты), $K_{осл}$, показывающим, во сколько раз данная преграда ослабляет радиацию:

$$K_{осл} = 2^{\frac{h}{d}}, \quad (16)$$

где h – толщина защитного слоя (преграды), см; d – слой половинного ослабления.

Слой половинного ослабления - это толщина слоя материала (вещества), которая создает ослабление радиации в 2 раза. Толщина слоя половинного ослабления прямо пропорциональна плотности вещества. В частности, толщина слоя половинного ослабления воды ($\rho = 1 \text{ г/см}^3$) составляет: по гамма-излучению проникающей радиации 23см, а по гамма-излучению радиоактивного заражения - 13см. Для других материалов (вещества) слой половинного ослабления может быть определен как отношение слоя половинного ослабления воды к плотности применяемого материала (вещества), т.е:

$$d_{пр} = \frac{23}{\rho}; d_{поз} = \frac{13}{\rho} \cdot \text{см} \quad (17)$$

Плотности некоторых материалов, применяемых в качестве преграды, для создания слоев ослабления радиации приведены в Приложении 2.

При решении вопроса защиты следует учитывать, что одни и те же материалы по-разному ослабляют гамма-кванты и нейтроны. Гамма-излучение сильнее всего ослабляется тяжелыми материалами, имеющими высокую электронную плотность (свинец, сталь, бетон). Поток нейтронов лучше ослабляется легкими материалами, содержащими ядра легких (водородсодержащих) элементов (вода, полиэтилен).

Необходимую толщину защитного слоя (экрана) из данного материала для ослабления радиации в K раз можно определить по формуле:

$$h = d \log_2 K = d \frac{\lg K}{\lg 2} = 3.32 \lg K \quad (18)$$

Если защитный слой (экран) состоит из нескольких слоев различных материалов, то коэффициент ослабления (защиты) определяется с.о:

$$K = \prod_{i=1}^n 2^{\frac{h_i}{d_i}} \quad (19)$$

Упражнения

Задача 11. Какой слой воды обеспечит $K=10$: а) по гамма-излучению проникающей радиации; б) по гамма-излучению радиоактивного заражения?

Задача 12. Рассчитать толщину слоя кирпичной кладки, которая обеспечит коэффициент защиты $K=20$ по гамма-излучению радиоактивного заражения. Плотность кирпича $1,6 \text{ г/см}^3$.

Задача 13. Рассчитать коэффициент защиты перекрытия окопа, составленного из слоя бревен ($h=15\text{см}$, $\rho=0.7\text{г/см}^3$), утрамбованной глины ($h=5\text{ см}$, $\rho=2.06\text{г/см}^3$) и слоя грунта ($h=30\text{см}$, $\rho=1.6\text{г/см}^3$).

Расчет коэффициентов ослабления помещений производственных и жилых зданий

Для помещений, расположенных в одноэтажных зданиях:

$$K = \frac{0.65K_1 K_{cm} K_{nep}}{V_1 K_1 K_{cm} + (1 - K_w)(K_0 K_{cm} + 1) K_{nep} K_w} \quad (20)$$

Для помещений, расположенных на первом этаже многоэтажного здания из каменных материалов и кирпича, а также для подвальных и цокольных помещений, пол которых расположен ниже уровня отметки земли меньше чем на $1,7\text{м}$..:

$$K = \frac{0.65K_1 K_{cm}}{(1 - K_w)(K_0 K_{cm} + 1) K_w} \quad (21)$$

Для помещений, расположенных на первом этаже многоэтажного здания, если не одна стена этого помещения не соприкасается с загрязненной радиоактивными веществами территорией:

$$K = \frac{3.25K_{cm}}{(1 - K_w)(K_0 K_{cm} + 1) K_w} \quad (22)$$

Для помещений, расположенных в не полностью заглубленных подвальных и цокольных этажах зданий:

$$K = \frac{0.77K_1 K_{cm} K_n}{(1 - K_w)(K_0 K_{cm} + 1) + K_n (K_0 K_{cm} + 1) K_w} \quad (23)$$

Для полностью заглубленных подвальных помещений, встроенных в здания, а также подвальных и цокольных помещений, пол которых расположен ниже уровня отметки земли меньше чем на $1,7\text{м}$, при обваловании этих помещений на полную высоту:

$$K = \frac{4.5K_n}{V_1 + \chi K_n} \quad (24)$$

Для заглубленных, отдельно стоящих помещений:

$$K = \frac{0.77K_{nep}}{V_1 + \chi K_{nep}} \quad (25)$$

Значения коэффициентов, входящих в формулы 20 ... 25:

K_1 – коэффициент учитывающий долю радиации, проникающей через наружные и внутренние стены, и принимаемый равным:

$$K_1 = \frac{360^\circ}{360^\circ + \sum \alpha_i} \quad (26)$$

α_i - плоский угол с вершиной в центре помещения, против которого расположена i – тая стена, град. При этом учитываются наружные и внутренние стены здания, суммарный вес 1м^2 которых в одном направлении менее 1000 кгс ..;

Суммарный приведенный вес 1м^2 стены (перегородки) определяется с.о.:

$$G_{np} = \sum G_i \left(1 - \frac{S_0}{S_{cm}} \right), \frac{\text{кгс}}{\text{м}^2}; \quad (27)$$

где G_i – сплошной вес 1м^2 стены (перегородки), кгс ;

S_0 – площадь проемов (отверстий) в i -той стене (перегородке), м^2 ;

$S_{ст}$ – площадь l -той стены (перегородки), m^2 ;

$K_{ст}$ – кратность ослабления стенами первичного излучения в зависимости от суммарного веса ограждающих конструкций, определяемая по таблице Приложение 3. При определении $K_{ст}$ рассматриваются три момента:

1. Если суммарный приведенный вес стен в пределах плоских углов α_i отличается не более чем на $200 \text{ кгс}/m^2$, то $K_{ст}$ определяется по величине среднего веса $G_{сп}$:

$$G_{сп} = \frac{\sum \alpha_i G_{сп_i}}{\sum \alpha_i}, \quad (28)$$

где α_i – плоский угол, в пределах которого приведенный вес стены менее $1000 \text{ кгс}/m^2$.

2. Если суммарный приведенный вес стен в пределах плоских углов отличается между собой более, чем на $200 \text{ кгс}/m^2$, то $K_{ст}$ определяется по формуле:

$$K_{ст} = \frac{\sum \alpha_i K_{ст_i}}{\sum \alpha_i}, \quad (29)$$

где $K_{ст}$ – кратность ослабления гамма-излучения стенами, суммарный приведенный вес которых менее $1000 \text{ кгс}/m^2$ (Приложение 3); α_i – плоский угол, против которого расположена стена с суммарным приведенным весом менее $1000 \text{ кгс}/m^2$.

3. Если суммарный приведенный вес $1m^2$ стен составляет $1000 \text{ кгс}/m^2$ и более в любом направлении, то $K_{ст}$ определяется по стене с наименьшим приведенным весом (Приложение 3).

$K_{пер}$ – кратность ослабления первичного гамма-излучения перекрытием, определяемая по таблице Приложение 3;

V_1 – коэффициент, зависящий от высоты и ширины помещения (здания). Определяется по таблице Приложение 4;

K_0 – коэффициент, учитывающий проникание в помещение вторичного излучения. Коэффициент следует принимать при расположении низа оконного проема (светового отверстия) в наружных стенах на высоте от пола помещения $0.8m$, равным $0.8a$, $1.5m - 0.15a$, $2m$ и более – $0.09a$. Коэффициент «а» определяется по формуле:

$$a = \frac{S_0}{S_n},$$

где S_0 – площадь оконных и дверных проемов (площадь незаложённых проемов и отверстий); S_n – площадь пола укрытия.

$K_{ш}$ – коэффициент, зависящий от ширины здания, принимаемый по первой строке таблицы Приложение 3;

$K_{в}$ – коэффициент, учитывающий снижение дозы радиации в зданиях расположенных в районе застройки от экранирующего действия соседних зданий. Определяется по таблице Приложение 5;

K_0^1 – коэффициент, учитывающий проникание в помещение вторичного излучения. Принимается равным $0,15a$ при расположении низа световых проемов на высоте от пола первого этажа $0,5m$ и ниже $0,09a$ при $1m$ и более. Здесь значение коэффициента «а» тоже, что и при определении K_0 ;

K_n – кратность ослабления перекрытием подвала (цокольного) этажа вторичного излучения, рассеянного в помещении первого этажа, определяемая по таблице Приложение 3. в зависимости от веса $1m^2$ перекрытия;

χ – часть суммарной дозы радиации, проникающей в помещение через входы, определяемая по формуле:

$$\chi = \sum K_{вх} \Pi_{вх} \quad (30)$$

При наличии перед входом в помещение стены-экрана:

$$\chi = \frac{K_{\infty}}{K_{\text{вх}}} \Pi_{90}, \quad (31)$$

где $K_{\text{вх}}$ – коэффициент, характеризующий конструктивные особенности входа. Определяется по таблице Приложение 7;

Π_{90} – Коэффициент, учитывающий тип и характеристику входа. Определяется по таблице Приложение 6.

В! Значения коэффициентов ослабления, полученные по формулам 20 ...24, для получения окончательного значения следует умножить на 0.45, если $a \geq 0.5$ или на 0.8, если $a \leq 0.3$ ($a = S_0/S_n$).

Упражнения

Задача 14. Рассчитать коэффициент ослабления одноэтажного складского помещения. Размеры склада: длина – 48м, ширина – 12м, высота – 4м. Стены склада – кирпичная кладка в 2 кирпича (510мм) весом 980 кгс/м². Вес покрытия – 600 кгс/м². В продольных стенах склада имеется по 11 оконных проемов размером 2х2м. Низ оконных проемов находится на высоте 1,5м от отметки пола. В торцевых стенах склада имеются дверные проемы размером 2,5х3,5м. Ширина участков, примыкающих к складу в пределах плоских углов, 40м.

Задача 15. Рассчитать коэффициент ослабления полностью заглубленного подвала. Линейные размеры подвала: длина – 42м, ширина - 6м, высота - 2,8м. Перекрытие подвала весом 470 кгс/м². В подвал имеется два входа – прямые тупиковые с поверхности земли. Размер дверных проемов - 1х2м, удаление до центра помещения - 21м. Мероприятия по предотвращению радиоактивного загрязнения вышележащих помещений не проведены, коэффициент $a = 0.5$

Задача 16. Рассчитать коэффициент ослабления овощехранилища. Размеры хранилища: длина - 36м, ширина - 18м, высота до верхней отметки отсыпки – 4,7м. Вес покрытия – 340 кгс/м². В овощехранилище имеется два въезда – прямые тупиковые по аппарели. Размер дверных проемов - 2х4м. расстояние до центра помещения 18м.

Оценка пожарной опасности объекта

Пожарная опасность объекта определяется показателем K , величина которого определяется выражением:

$$K = C + X_1 + X_2 + X_3, \quad (32)$$

где C – постоянная величина, зависящая от типа горючих материалов; X_1 – показатель, характеризующий возможную площадь пожара; X_2 – показатель, характеризующий огнестойкость и архитектурно-планировочные особенности объекта; X_3 - показатель, характеризующий удельную пожарную нагрузку.

Таблица 4. Показатель X_1 , характеризующий возможную площадь пожара

Площадь пожара, S , м ²	Показатель X_1
до 100	0.028
101 ... 250	0.055
251 ... 500	0.082
501 ... 1000	0.110
1001 ... 3000	0.138
3001 ... 10000	0.165
10000 ... 30000	0.192
более 30000	0.220

Таблица 5. Показатель X_2 , характеризующий огнестойкость и архитектурно-планировочные особенности объекта

Характеристика объекта	Показатель X_2
Строения I и II степени огнестойкости	0,09
Строения III степени огнестойкости	0,18
Строения, имеющие ограждающие конструкции с пределом огнестойкости более 30 минут	0,18
Строения I и II степени огнестойкости	0,27
Открытые площадки, открытые склады, подземные резервуары с ЛВЖ	0,27

Таблица 6. Показатель X_3 , характеризующий удельную пожарную нагрузку

Удельная пожарная нагрузка, МДж/м ²	Показатель X_3
до 330	0,072
330 825	0,145
825 2500	0,217
2500 ... 5800	0,290
свыше 5800	0,362

Удельная пожарная нагрузка определяется по формуле:

$$q = \sum \frac{MQ_n^p}{S}, \quad (33)$$

где M – масса горючего материала с соответствующей теплотворной способностью, кг. Если горючие материалы учитываются в м³ (древесина, графит и т.п.), то масса горючего материала определяется как произведение плотности данного материала на его объем; Q_n^p – теплота сгорания горючего материала, МДж/м² (таблица Приложение 8); S – возможная площадь пожара, м².

Оценка возможной пожарной обстановки проводится по таблице 7;

Таблица 8. Оценка пожарной обстановки

Категория пожара	Показатель К		
	до 0,35	0,36 ... 0,50	0,51 ... 1,0
	1	2	3
А. Пожарная нагрузка для твердых горючих материалов ($C = 0,049$): количество единиц пожарной техники вид и удельный расход огнетушащих средств, л/м ² время тушения пожара, ч	2 – 3 вода 64 – 150 до 1	3 – 5 вода 116 – 270 2 – 4,5	5 – 7 вода 150 – 270 3 – 7
Б. Пожарная нагрузка для ЛВЖ ($C = 0,099$): количество единиц пожарной техники вид и удельный расход огнетушащих средств, л/м ² время тушения пожара, ч	3 – 5 пена 80 – 130 1 – 2,5	4 – 7 пена 145 – 230 15 – 2,5	20 – 28 пена 145 – 230 12 – 18

Упражнения

Задача 17. На складе ГСМ (открытая площадка) расположены две цистерны по 25 т бензина. Оценить возможную пожарную обстановку в случае разрушения емкостей и разлива бензина. Толщину слоя разлива бензина принять равномерной, равной 1 см. Плотность бензина - 750 кг/м³, теплота сгорания - 43,6 МДж/кг.

Задача 18. На открытой площадке хранится сосновая древесина в штабеле в количестве 10000м³ на площади 300м². Плотность древесины - 500 кг/м³, низшая теплота сгорания - 13,9 МДж/кг. Оценить возможную пожарную обстановку в случае возникновения пожара.

Расчет параметров взрыва промышленных (конденсированных) взрывчатых веществ

Избыточное давление на фронте ударной волны ΔP_Ф, кПа:

$$\Delta P_{\Phi} = P_0 \left[1,06 \frac{\sqrt{M_T \eta}}{r} + 4,3 \frac{\sqrt{(M_T \eta)^2}}{r^2} + 14 \frac{M_T \eta}{r^3} \right], \quad (34)$$

где P₀ - нормальное атмосферное давление, кПа; M_T – количество (масса) взрывчатого вещества в тротиловом эквиваленте, определяемое из выражения

$$M_T = M_i \frac{Q_{vi}}{Q_{vT}}, \text{ кг},$$

где Q_{vi}, Q_{vT} – теплота взрыва данного взрывчатого вещества и тротила соответственно (таблица Приложение 9); r – расстояние от места (центра) взрыва до мишени, м; η - коэффициент, отражающий свойства поверхности, на которой происходит взрыв. Для грунта средней плотности он составляет 0,6 ... 0,65, для плотных грунтов и сульфидов - 0,8, для бетонов - 0,85 ... 0,9, для стальной плиты - 0,95 ... 1,0.

Скоростной напор на фронте ударной волны, P_{срф}, кПа:

$$P_{срф} = 2,5 \frac{\Delta P_{\Phi} \Delta P_{\Phi}^i}{(\Delta P_{\Phi}^i + 7)}, \quad (35)$$

$$\text{где } \Delta P_{\Phi}^i = \frac{\Delta P_{\Phi}}{P_0} \quad (36)$$

Плотность воздуха за фронтом ударной волны, ρ_Ф, кг/м³:

$$\rho_{\Phi} = \rho_0 \frac{(\Delta P_{\Phi}^i + 7)}{(\Delta P_{\Phi}^i + 7)}, \quad (37)$$

где ρ₀ - плотность воздуха в зависимости от температуры воздуха и атмосферного давления, определяемая по формуле:

$$\rho_0 = \frac{1,293 \cdot P_0}{(1 + 0,00367t) \cdot 101,325}, \quad (38)$$

где P₀ – атмосферное давление на момент взрыва, кПа; t – температура воздуха на момент взрыва, °С.

Температура на фронте ударной волны, T_Ф, К:

$$T_{\Phi} = T_a \frac{(1 + \Delta P_{\Phi}^i)(\Delta P_{\Phi}^i + 7)}{(6\Delta P_{\Phi}^i + 7)}, \quad (39)$$

где T_a – температура воздуха на момент взрыва, К.

Скорость движения детонационной волны, D_Ф, м/с:

$$D_{\Phi} = C_0 \sqrt{\left(1 + \frac{6}{7} \Delta P_{\Phi}^i\right)}, \quad (40)$$

где C₀ – скорость звука в атмосфере, равная 331 м/с для нормальных условий.

Скорость движения частиц ударной волны, V_Ф, м/с:

$$V_{\Phi} = \frac{5}{7} \cdot \frac{C_0 \Delta P_{\Phi}^i}{\sqrt{1 + \frac{6}{7} \Delta P_{\Phi}^i}} \quad (41)$$

Скорость звука на фронте ударной волны, C_{Φ} , м/с:

$$C_{\Phi} = C_0 \sqrt{\frac{(\Delta P_{\Phi}^i + 1)\rho_0}{\rho_{\Phi}}}, \quad (42)$$

где ρ_0 - плотность воздуха на момент взрыва, определяемая по формуле (38).

Избыточное давление отражения, $\Delta P_{отр}$, кПа:

$$\Delta P_{отр} = 2\Delta P_{\Phi} + \frac{6\Delta P_{\Phi}^2}{\Delta P_{\Phi} + 7P_0} \quad (43)$$

Продолжительность действия фазы сжатия τ , с, определяется по формуле:

$$\tau = 0,001\sqrt{M_T} \sqrt{r}, \text{ здесь } M_T, \text{ кг; } r, \text{ м} \quad (44)$$

Эффективное время фазы сжатия Θ , с, определяется по формуле:

$$\Theta \approx (0,85 - 0,002\Delta P_{\Phi})\tau \quad (45)$$

Радиус действия ударной волны R , м, в пределах которого происходят различной степени разрушения зданий, рассчитывается по формуле:

$$R = \frac{K \cdot 56 \cdot M_T}{\sqrt[6]{1 + \sqrt{\frac{100}{M_T}}}} \quad (46)$$

Здесь M_T – тротильный эквивалент взрыва, K – коэффициент, учитывающий степень разрушений зданий и сооружений, определяемый по таблице 9.

Таблица 9. Значение коэффициентов разрушения

Коэффициент К	Степень разрушения зданий
0,675	Полное разрушение
1,0	Сильное разрушение (здание не подлежит восстановлению)
1,74	Здание подлежит капитальному ремонту
5,0	Здание подлежит среднему ремонту
10,0	Разрушено 50% остекления
20,0	Разрушено 5% остекления

Избыточное давление на фронте ударной волны при взрывах газозвудушных (ГВС) и паровоздушных (ПВС) смесей определяется по формуле:

$$\Delta P_{\Phi} = P_0 \cdot \bar{P}, \quad (47)$$

где P_0 – атмосферное давление на момент взрыва кПа (для прогнозных расчетов принимается равным 101,325 кПа, что соответствует 760 мм.рт.ст.); \bar{P} – «приведенное» давление, определяемое по формуле:

$$\lg \bar{P} = 0,65 - 2,18 \lg \bar{R} + 0,52 (\lg \bar{R})^2 \quad (48)$$

Здесь $\bar{R} = \frac{r}{\sqrt[3]{M_T}}$ – приведенное расстояние, где r – расстояние от центра взрыва ГВС или ПВС, м; M_T – тротильный эквивалент взрыва, кг, определяемый по формуле:

$$M_T = \frac{2\rho V_0 Q_i}{Q_T}, \quad (49)$$

где ρ – плотность стехиометрического состава углеводородного вещества, образующего ГВС или ПВС, Q_i (Q_T) – теплота взрыва данного углеводородного вещества (тротила), Приложение 10; V_0 – объем полусферического облака ГВС (ПВС), м³, определяемый по формуле (50).

$$V_0 = \frac{22,4 \cdot 10^5 \cdot M_d}{\mu \cdot C}, \quad (50)$$

где $M_d = M_b \cdot \vartheta$ - масса горючего вещества, т, перешедшая в атмосферу (масса детонационного вещества); M_b - масса горючего вещества в емкости, т; ϑ - коэффициент, учитывающий ту часть вещества, которая переходит в атмосферу при разгерметизации емкости. $\vartheta = 1$ - для газов, хранящихся при атмосферном давлении, и сжатых газов; 0,5 - для газов, сжиженных под давлением и хранящихся при температуре окружающей среды; 0,1 - для газов, сжиженных охлаждением и хранящихся в теплоизолированных сосудах при низкой температуре; 0,02 - 0,07 - при аварийном разливе ЛВЖ; μ - относительная молекулярная масса стехиометрического состава горючего вещества; C - объемная стехиометрическая концентрация горючего вещества (таблица Приложение 10).

Удельный импульс взрыва ГВС (ПВС), I, Па·с, рассчитывается по формуле:

$$I = \bar{I} \sqrt{M_T}, \quad (51)$$

$$\text{где } \bar{I} = 2,11 - 0,971g \bar{R} + 0,04 \left(1g \bar{R} \right)^2 - \text{приведенный импульс.} \quad (52)$$

Значения M_T и \bar{R} то же, что и в формулах (46), (47).

Эффективное время фазы сжатия при взрывах ГВС или ПВС, Θ , с определяется по формуле:

$$\Theta = \frac{2 \cdot I}{\Delta P_{\Phi}} \quad (53)$$

Действие ударной волны на здания

Избыточное давление, действующее на наибольшую стену здания, $\Delta P_{\Phi K}$, кПа определяется по формуле:

$$\Delta P_{\Phi K} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \Delta P_{\Phi}, \quad (54)$$

где K_1 - коэффициент ориентации. Если ударная волна ориентирована по нормали к наибольшей стене здания, то $K_1 = 1,1$. Если ударная волна ориентирована под углом 45°, то $K_1 = 0,8$. Для промежуточных положений (или перпендикулярно наименьшей стене) здания относительно распространения ударной волны $K_1 = 1$.

K_2 - коэффициент экранирования. При наличии экранирующих зданий, расположенных на линии распространения ударной волны в зависимости от степени экранирования, а также на расстояниях между экранирующими сооружениями менее 50м, $K_2 = 0,7 \dots 0,8$. Для всех остальных случаев и расстояниях между экранирующими сооружениями более 50м, $K_2 = 1$.

K_3 - коэффициент перфорации. Коэффициент зависит от отношения площади оконных и дверных проемов в стене, ориентированной в направлении распространения ударной волны, к площади этой стены ($\beta = S_d/S_{CT}$). Величина K_3 определяется по таблице 10:

Таблица 10. Значение коэффициентов перфорации зданий

β	0 ... 0,3	0,31 ... 0,5	0,51 ... 0,7	более 0,7
K_3	1,1	1,0	0,9	0,85

Избыточное давление ударной волны, действующее на расположенные внутри здания элементы, определяется по формуле:

$$\Delta P_{\Phi П} = \Delta P_{\Phi K} \cdot C_{CT} \quad (55)$$

где C_{CT} - коэффициент, учитывающий экранирующий эффект стен в зависимости от толщины и характеристики материала (см. таблицу 11).

Таблица 11. Коэффициент $C_{ст}$

Характеристика материала стен	Толщина стен, см	Коэффициент $C_{ст}$
Панели из легкого бетона	10	0,95
	20 ... 30	0,9
Кирпичная кладка	25 ... 38	0,9
	64	0,85
Блоки из легкого бетона	40 ... 50	0,85

Примечание – для заполнения стен из волнистой стали, из стекла, деревянных элементов, асбоцементных плит, шифера, $C_{ст} = 1$.

Расчет величины избыточного давления, вызывающего различные степени разрушений промышленных, административных и жилых зданий

В зависимости от конструктивных особенностей и применяемых строительных материалов конструкций различные здания, при воздействии на них ударной волны могут получать: полные, сильные, средние, слабые разрушения и легкие повреждения. Ориентировочные расчетные значения избыточного давления, ΔP , кПа, вызываемые действием ударной волны, можно рассчитать по формулам:

$$\text{для промышленных зданий: } \Delta P = 14K_n \cdot K_k \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_o \cdot K_{пр} \quad (56)$$

$$\text{для административных и жилых зданий: } \Delta P = 23K_n \cdot K_k \cdot K_c \cdot K_o \quad (57)$$

Значения коэффициентов, входящих в формулы (56), (57):

K_n – коэффициент поражения. Принимается равным: 1 – для полных разрушений; 0,87 – для сильных разрушений; 0,56 – для средних разрушений; 0,35 – для слабых разрушений и 0,23 – для легких повреждений.

K_k – коэффициент, учитывающий тип конструкций зданий. Принимается равным 1 – для бескаркасных, 2 – для каркасных и 3 для монолитных зданий.

K_m – коэффициент, учитывающий материал несущих конструкций зданий. Принимается равным 1 – для деревянных, 1,5 – для кирпичных, 2 – для железобетонных конструкций с процентом армирования $P \leq 0,3$ и 3 с процентом армирования $P \geq 0,5$.

K_c – коэффициент сейсмичности. Принимается равным 1 – для не сейсмостойких и 1,5 для сейсмостойких зданий.

K_o – коэффициент, учитывающий высоту здания:

$$K_o = \frac{H_{зд} - 2}{3[1 + 0,43(H_{зд} - 5)]} \quad (58)$$

где $H_{зд}$ – высота здания до карниза, м.

$K_{кр}$ – Коэффициент, учитывающий грузоподъемность кранового оборудования:

$$K_{кр} = 1 + 4,65 \cdot 10^{-3} Q \quad (59)$$

где Q – грузоподъемность кранового оборудования, т.

Характеристика степеней разрушения приведена в таблице Приложение 13.

Действие ударной волны на сооружения (предметы) небольших размеров

Для сооружений (предметов), размеры которых (в плане) значительно меньше по сравнению с длиной ударной волны, большое значение приобретает нагрузка торможения. К такого типа сооружениям относятся: станки, транспортные средства (вагоны, автотракторная техника), антенны, дымовые трубы, опоры линий электропередачи и т.п. Такие сооружения почти не испытывают нагрузки обтекания, т.к. быстро охватываются волной.

Результирующая горизонтальная сила $F_{сх}$, Па, на такие сооружения будет определяться скоростным напором $P_{сх}$ и формой сооружения, характеризуемой аэродинамическим коэффициентом лобового сопротивления C_x (таблица Приложение 12).

Максимальную аэродинамическую смещающую силу, $P_{см}$, Па, достаточно точно можно рассчитать из выражения:

$$P_{см} = C_x \cdot S \cdot P_{сх} = C_x \cdot S \cdot \frac{\rho_{\phi} V_{\phi}^2}{2}, \quad (60)$$

где S – площадь миделя, m^2 ; ρ_{ϕ} – плотность воздуха за фронтом ударной волны (37); V_{ϕ} – скорость частиц воздуха за фронтом ударной волны (41).

Действие скоростного напора воздушной ударной волны может привести к смещению, сваливанию (опрокидыванию) и утону предмета, что, в свою очередь, может привести к падению или удару его о встречные предметы (сооружения).

Смещение предмета со своего места произойдет в том случае, если горизонтальная составляющая сила крепления или трения будет меньше смещающей аэродинамической силы, т.е.:

$$F_{тр} = fG \leq P_{см} = C_x \cdot S \cdot P_{сх}, \quad (61)$$

где f – коэффициент трения (таблица Приложение 12); G – вес предмета, Н.

Из (61) следует, что давление скоростного напора, при котором предмет сместится со своего места можно определить по формуле:

$$P_{сх} \geq \frac{F_{тр}}{C_x \cdot S} = \frac{f_{мп} \cdot G}{C_x \cdot S} \quad (62)$$

Получив значение скоростного напора, вызывающего смещение предмета с места, можно определить значение избыточного давления во фронте ударной волны:

$$P_{см} = \frac{2,5 \Delta P_{\phi}^2}{(\Delta P_{\phi} + 7P_0)} \quad (63)$$

Пример. Определить избыточное давление во фронте ударной волны, при котором блок весом 250Н, установленный на полу с деревянным покрытием, будет смещен. Линейные размеры прибора: длина - 30см, ширина - 20см, высота - 40см. $P_0 = 101,325$ кПа.

Решение. Рассчитываем площадь миделя прибора (для наиболее опасного случая, когда смещающая сила приложена в центре наибольшего сечения):

$$S = l \cdot h = 0,3 \cdot 0,4 = 0,12 \text{ м}^2$$

Коэффициент трения скольжения, f между металлом и деревом берем равным 0,35; коэффициент аэродинамического сопротивления $C_x = 1,6$ (таблица Приложение 12).

По формуле (62) определяем скоростной напор, вызывающий смещение блока:

$$P_{сх} = \frac{0,35 \cdot 250}{1,6 \cdot 0,12} = 456 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 456 \text{ Па} = 0,46 \text{ кПа}$$

Подставляя значение скоростного напора в (63), получим:

$$0,46 = \frac{2,5 \Delta P_{\phi}^2}{(\Delta P_{\phi} + 7P_0)}, \text{ разрешая данное равенство относительно } \Delta P_{\phi}, \text{ получаем, что}$$

избыточное давление во фронте ударной волны должно быть не менее 11,5 кПа.

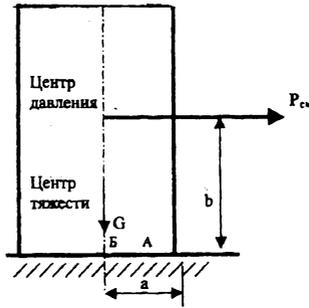
Условием сваливания (опрокидывания) для незакрепленных элементов будет превышение момента силы смещения над моментом силы тяжести:

$$P_{см} \cdot \sigma \geq G \cdot a, \quad (64)$$

где σ – плечо аэродинамической силы смещения; a – плечо силы тяжести (см. рис. далее); $G = mg$ – сила тяжести, Н.

Подставив в (64) значение $P_{см} = C_x S P_{сх}$, получим формулу расчета величины скоростного напора, $P_{сх}$, Па, вызывающего сваливание (опрокидывание) незакрепленного элемента с данными весовыми и линейными характеристиками:

$$P_{сх} \geq \frac{a \cdot G}{\sigma \cdot C_x \cdot S} \quad (65)$$

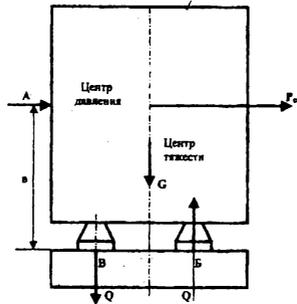


Условие сваливания для элементов сложной конфигурации и закрепленных на фундаментах и различных подставках будет превышение силы смещения над моментом силы тяжести и сил крепления:

$$P_{сж} \cdot \sigma \geq G \frac{a}{2} + Q \cdot a, \quad (66)$$

где σ – плечо аэродинамической силы смещения; a – плечо силы крепления Q ; $a/2$ – плечо силы тяжести. Подставляя в (66) значение $P_{сж}$, получаем формулу расчета величины скоростного напора, $P_{сж}$, Па, вызывающего опрокидывание закрепленного элемента:

$$P_{сж} \geq \frac{a}{C_x \cdot S \cdot \sigma} \left(\frac{G}{2} + Q \right) \quad (67)$$



Для некоторых предметов (приборов) представляют опасность силы ускорения при ударе волны. Ускорения отдельных элементов оборудования могут достигать нескольких десятков, а иногда и сотен земного ускорения g . Практически у каждого элемента оборудования будет свое ускорение и свои инерционные силы. Это объясняется тем, что каждый элемент имеет свои упругие или амортизирующие свойства, которые зависят от конструкции, массы, способа крепления и т.д. Определить ускорение различных элементов оборудования трудно, но можно приблизительно оценить среднее их ускорение, считая данное изделие абсолютно жестким.

В первые доли секунды на изделие небольших размеров действует сила лобового давления ударной волны, равная примерно

$$P_{лос} \approx (\Delta P_{ф} + P_{сж}) \cdot S \quad (68)$$

Зная силу лобового давления, пользуясь вторым законом Ньютона, можно определить ударное ускорение

$$J = \frac{P_{лос} - Gf}{m}, \quad (69)$$

где J – ударное ускорение, м/с^2 ; m – масса рассматриваемого изделия, кг .

При расчетах удобно пользоваться понятием «ударная перегрузка» $n_{\text{уд}} = J/g$, которая показывает, во сколько раз ударное ускорение больше ускорения тяготения. Подставив значение ударного ускорения в формулу (69), получаем, во сколько раз инерционная сила, действующая на данный элемент изделия (прибора), больше его веса ($G = mg$), т.е.

$$n_{\text{уд}} = \frac{P_{\text{лоб}} - Gf}{mg} = \frac{P_{\text{лоб}}}{G} - f \quad (70)$$

Таким образом, чтобы сделать заключение о живучести изделия, надо полученную ударную перегрузку (ускорение) сравнить с допустимой перегрузкой (ускорением) данного изделия (прибора) $J_{\text{доп}}$. Допустимая перегрузка (ускорение) для каждого конкретного изделия обычно приводится в технических условиях на его изготовление.

Пример. На прибор, установленный на линолеумном покрытии действует избыточное давление $\Delta P_{\Phi} = 20 \text{ кПа}$. Вес прибора 250Н, размеры прибора: высота - 40 см, длина - 30 см, ширина - 20 см. Допустимое ускорение $J_{\text{доп}} = 60 \text{ м/с}^2$. Определить ударное ускорение, действующее на прибор, и сделать вывод о живучести прибора.

Решение:

1. Определим величину скоростного напора, действующего на прибор:

$$P_{\alpha} = \frac{2,5\Delta P_{\Phi}^2}{(\Delta P_{\Phi} + 7P_{\text{с}})} = \frac{2,5 \cdot 20^2}{(20 + 7 \cdot 101,325)} = 1,37 \text{ кПа}$$

2. Определим площадь миделя прибора:

$$S = l \cdot h = 0,3 \cdot 0,4 = 0,12 \text{ м}^2$$

3. Определим величину лобового давления:

$$P_{\text{лоб}} = (\Delta P_{\Phi} + P_{\alpha})S = (20 + 1,37)0,12 = 2,6 \text{ кН}$$

4. Определим величину ударной перегрузки:

$$n_{\text{уд}} = \frac{P_{\text{лоб}}}{G} - f = \frac{2,6}{0,25} - 0,3 = 10,1.$$

Таким образом, на прибор действует ударная перегрузка 10,1g или ударное ускорение $J = 9,81 \cdot 10,1 = 99 \text{ м/с}^2$.

Вывод: так как $J > J_{\text{доп}}$, то прибор получит сильные разрушения от инерционных перегрузок, т.е. выйдет из строя.

Упражнения

Задача 19. Рассчитать избыточное давление и скоростной напор на расстоянии 10м от центра взрыва 1кг тротила. Подстилающая поверхность, на которой произошел взрыв – бетон, атмосферное давление 750мм.рт.ст.

Задача 20. Рассчитать плотность воздуха за фронтом ударной волны, если избыточное давление составило 20 кПа, температура воздуха на момент взрыва составляла +18°C, атмосферное давление 755мм.рт.ст.

Задача 21. Рассчитать значения избыточных давлений, при которых промышленное здание получит полные, сильные, средние и слабые разрушения. Тип здания – кирпичное, бескаркасное, не сейсмостойкое. Высота здания 4м. Имеется крановое оборудование грузоподъемностью 25т.

Задача 22. Рассчитать величину избыточного давления на расстоянии 300м от емкости, содержащей 35т сжиженного пропана. Какие максимальные нагрузки будут действовать на здание, если наибольшая стена здания ориентирована по нормали к взрыву? Коэффициент перфорации $\beta=0,35$, экранирующих здание сооружений, не имеется.

Задача 23. При каком избыточном давлении ударной волны незакрепленный станок сдвинется с места? Размеры станка: длина 1,35м, ширина 0,8м, высота 1,2м. Вес станка 600Н. Станок установлен на бетонном основании.

Задача 24. Определить избыточное давление во фронте ударной волны, при котором блок программного устройства, установленный на деревянном полу, будет опрокинут. Вес прибора 320Н, высота 1,2м, ширина 0,5м, длина 0,7м. Центр давления смещения находится в центре прибора.

Задача 25. Допустимое ударное ускорение станка с ЧПУ, $J_{\text{доп}} = 100 \text{ м/с}^2$. Определить, вызовет – ли избыточное давление величиной 15 кПа инерционное разрушение, если вес станка 500Н, длина 0,7м, ширина 0,4м, высота 1,8м. Станок установлен на бетонном основании.

Задача 26. Предел устойчивости здания составляет 12 кПа. Рассчитать безопасное расстояние, на котором следует установить емкость с 32т сжиженного пропана, чтобы при аварийном разливе и взрыве ГВС здание не получило повреждений.

Оценка потенциальной опасности объекта

Под потенциально опасным объектом понимается такой объект, чрезвычайная ситуация на котором приводит к гибели не менее 10 человек (из числа персонала объекта и/или населения), или граница зон поражающих факторов выходит за его территорию, или за пределы санитарно-защитной зоны, при ее наличии.

Для нормирования поражающей опасности инцидента вводятся понятия: удельная смертность и радиус поражения.

Удельная смертность – число погибших в результате реализации инцидента, отнесенное к количеству опасного вещества.

Радиус поражения – радиус круга с центром в точке реализации инцидента.

В качестве основных поражающих факторов рассматриваются:

- воздушная ударная волна взрывов промышленных взрывчатых веществ;
- воздушная ударная волна взрывов газопаровоздушных смесей (ГПВС);
- токсическое действие химически опасных веществ.

Для воздушной ударной волны взрывов в качестве границы радиуса смертельного поражения принимается избыточное давление во фронте ударной волны $\Delta P_{\phi} \geq 100 \text{ кПа}$, приводящее, как правило, к гибели человека.

Для токсического действия химически опасных веществ в качестве границы радиуса смертельного поражения принимается размер глубины зоны летальной концентрации конкретного вещества.

Основные расчетные соотношения.

Число погибших при взрыве промышленных взрывчатых веществ:

$$N_{\text{ВВ}} = P \sqrt[3]{M_T^2}, \quad (71)$$

где $N_{\text{ВВ}}$ - среднее число погибших, чел.; P – плотность населения или персонала объекта, тыс.чел./км²; M_T – масса заряда ВВ в тротиловом эквиваленте, т.

Радиус смертельного поражения при взрыве промышленных ВВ, м:

$$R_{\text{ВВ}} = 18,4 \sqrt[3]{M_T} \quad (72)$$

Число погибших при взрыве ГПВС:

1. Для облака ГПВС, образовавшегося в результате полного (мгновенного) разрушения резервуара хранения (прореагировала вся масса, M_B , т, хранимая в резервуаре в пропановом эквиваленте).

Среднее число погибших, чел.:

$$N_{\text{зас}}^{100} = 3P \sqrt[3]{M_B^2} \quad (73)$$

Радиус смертельного поражения, м:

$$R_{\text{зас}}^{100} = 30 \sqrt[3]{M_B} \quad (74)$$

2. Для облака ГПВС, образовавшегося в результате испарения разлития (прореагировало 50% массы $M_d = 0,5M_B$, т):

Среднее число погибших, чел. (75).

$$N_{\text{смер}}^{50} = 3R\sqrt[3]{M_d^2} \quad (75)$$

Радиус смертельного поражения, м:

$$R_{\text{смер}}^{50} = 30\sqrt[3]{M_d} \quad (76)$$

Число погибших при выбросе химически опасных веществ зависит от массы выброса и средней удельной смертности при воздействии на людей данного вещества и может быть определено по формуле:

$$N_{\text{сов}} = M \cdot Q, \quad (77)$$

где $N_{\text{сов}}$ – среднее число погибших, чел.; M – средняя удельная смертность при воздействии данного химически опасного вещества, чел/т (см.таблицу 12); Q – масса выброса химически опасного вещества, т.

Таблица 12. Удельная смертность некоторых химически опасных веществ, М, чел/т

Наименование ХОВ	Удельная смертность	Наименование ХОВ	Удельная смертность
Хлор	0,5	Сероводород	0,02
Аммиак	0,05	Хлорпикрин	0,05
Фосген	0,5	Треххлористый фосфор	0,2
Сероводород	0,2	Сернистый ангидрид	0,13

Расчет глубины зоны химического поражения

Значение глубины зоны поражения при оценке потенциальной опасности химического объекта осуществляется в следующем порядке:

1. По таблице 13, рассчитанной для хлора, определяются значения глубины летальной Γ_n и поражающей Γ_n концентрации.

2. Полученные значения Γ_n и Γ_n умножаются на коэффициент пересчета для конкретного аварийного химического вещества K_n и K_n (табл. 14)

Таблица 13. Глубина летальной /поражающей концентрации хлора

Характер разлива (местности)	Эквивалентное хлору количество химически опасного вещества, т										
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	10	15	20	25	30
	Γ_n/Γ_n	Γ_n/Γ_n	Γ_n/Γ_n	Γ_n/Γ_n	Γ_n/Γ_n	Γ_n/Γ_n	Γ_n/Γ_n	Γ_n/Γ_n	Γ_n/Γ_n	Γ_n/Γ_n	Γ_n/Γ_n
свободный (открытая)	0,95	1,43	2,3	2,75	3,6	4,2	6,7	8,8	10,6	12,3	13,9
свободный (закрытая)	0,3	0,47	0,76	0,9	1,3	1,4	2,2	2,9	3,5	4,1	4,6
в поддон (открытая)	0,64	0,96	1,53	1,8	2,4	2,8	4,5	5,9	7,1	8,2	9,3
в поддон (закрытая)	0,2	0,32	0,5	0,6	0,8	0,92	1,5	1,95	2,3	2,7	3,1
	0,7	1,1	1,7	1,8	2,7	3,1	4,9	6,5	7,8	9,1	10,3

Таблица 14. Коэффициент пересчета летальной K_n и поражающей K_n концентрации

Наименование вещества	K_n	K_n
Аммиак	0,32	0,29
Фосген	1,0	1,0
Сероводород	0,63	1,0
Сероуглерод	0,2	0,34
Хлорпикрин	1,0	2,6
Сернистый ангидрид	0,5	0,36
Треххлористый фосфор	0,63	1,41

Эквивалентное хлору количество некоторых химически опасных веществ определяется по коэффициенту эквивалентности (таблице 15).

Таблица 15. Коэффициент эквивалентности некоторых химически опасных веществ, $K_{экв}$

Наименование вещества	$K_{экв}$
Аммиак	0,04
Фосген	1,0
Сероводород	0,036
Сероуглерод	0,013
Хлорпикрин	30,0
Сернистый ангидрид	0,333
Треххлористый фосфор	0,2

Пример. Хранилище аммиака (100т) находится в центре объекта размером 3х3км. Определить потенциальную опасность объекта для жилых кварталов, расположенных за санитарно - защитной зоной (0,2км). Емкость хранится в поддоне, местность – открытая.

Решение. 1. Определим эквивалентное количество химически опасного вещества:

$$Q_{экв} = Q_{амм} \cdot K_{экв} = 100 \cdot 0,04 = 4т$$

2. По таблице 13 определяем соответствующие эквивалентному количеству значения глубины зон летальной и поражающей концентрации: $\Gamma_n = 2,4км$; $\Gamma_n = 8,1км$.

3. Определяем размеры зон для аварийного выброса аммиака. Для чего полученные в п.2 значения Γ_n и Γ_n умножаем на коэффициент пересчета (табл. 14), получаем:

$$\Gamma_n^{амм} = \Gamma_n^{ст} \cdot K_n^{амм} = 2,4 \cdot 0,32 = 0,8км; \quad \Gamma_n^{амм} = \Gamma_n^{ст} \cdot K_n^{амм} = 8,1 \cdot 0,29 = 2,35км.$$

4. Расстояние от места аварии до жилых кварталов составляет 1,5 + 0,2 = 1,7км, таким образом, жилой квартал может оказаться в зоне химического поражения.

5. Среднее число погибших в результате возможной аварии может составить:

$$N = M \cdot Q = 0,05 \cdot 100 = 5чел$$

Вывод: так как граница зоны поражающих концентраций выходит за пределы территории объекта и могут иметь место жертвы среди населения – объект является потенциально опасным.

Упражнения

Задача 28. Оценить опасность объекта, имеющего в своем составе емкость с сжиженным пропаном в количестве 50т. Плотность населения составляет 0,6тыс.чел/км².

Задача 29. На удалении 70м от железнодорожной станции остановлен вагон, в котором находится 120т тротила. Определить опасность вагона на случай взрыва, если плотность населения в районе станции 0,8 тыс.чел/км².

Задача 30. На объекте хранится емкость, содержащая 10т хлора. На каком удалении от места хранения емкости сохраняется опасность смертельного поражения людей?

Расчет параметров волны прорыва при авариях на гидротехнических сооружениях
Исходными данными для расчета параметров волны прорыва являются:

объем водохранилища, W , м³;

ширина водохранилища в створе плотины, B , м;

глубина воды перед плотиной, H , м;

глубина воды в реке (сбросовом канале) ниже плотины, H' , м;

уклоны для реки (сбросового канала) по расчетным участкам, i ;

протяженность расчетных участков, L , м;

коэффициент расхода μ ;

характер русла и поймы реки (см. таблицу 16)

Параметры волны прорыва определяются в выбранных створах и на расчетных участках. Количество створов и участков выбирается произвольно. В качестве первого створа принимается срез плотины (подпорного сооружения). Створы рекомендуется обозначать римскими, а расчетные участки арабскими цифрами. Положение створов рекомендуется выбирать в местах сужения реки или ее резких поворотов, а также в местах размещения мостов, населенных пунктов и т.п. В результате расчета параметров волны прорыва определяют высоту гребня волны, время прохождения гребня через расчетные створы и время добега гребня между створами. При этом рассматривают полное (100%) разрушение подпорного сооружения и его частичное (50%) разрушение.

Расчет параметров волны прорыва при 100% разрушении плотины

Высота волны прорыва в первом створе H_1^{100} , м:

$$H_1^{100} = 0,6H - H^1, \quad (78)$$

где H – глубина перед плотиной, м; H^1 – глубина реки (сбросового канала), м.

Время прохождения волны прорыва через 1 створ (время полного опорожнения водохранилища), T_1^{100} , ч:

$$T_1^{100} = \frac{W \cdot A}{3600 \cdot B \cdot \mu \cdot H^{1,5}}, \quad (79)$$

где W – объем водохранилища, м³, A – коэффициент, учитывающий форму кривизны водохранилища (в расчетах принимается от 2 до 3); B – ширина водохранилища в створе плотины, м; μ – коэффициент расхода, учитывающий форму русла реки. При треугольной форме русла реки $\mu = 0,4$, при параболической форме $\mu = 0,6$, при прямоугольной $\mu = 0,9$; H – глубина водохранилища, м.

Расчет движения волны прорыва и ее параметров по створам:

Время добега гребня волны до створов (время прохождения волной расчетного участка), t_i , ч:

$$t_i = \frac{L_i}{V_i}, \quad (80)$$

где L_i – протяженность расчетного участка, км; V_i – средняя скорость движения волны прорыва по расчетному участку (таблица 16)

Таблица 16. Средняя скорость движения волны прорыва, V , км/ч

Характер русла и поймы реки	Уклон реки	V
Широкая затопляемая пойма	0,01	4 – 6
	0,001	1 – 3
	0,0001	0,5 - 1
Русло извилистое с заросшей или каменистой неровной поймой, с расширениями или сужениями поймы	0,01	6 – 14
	0,001	3 – 8
	0,0001	1 - 2
Хорошо разработанное русло, узкая (средняя) пойма без больших сопротивлений	0,01	14 – 20
	0,001	8 – 12
	0,0001	2 - 5
Русло слабоизвилистое с крутыми берегами и узкой поймой	0,001	12 – 15
	0,0001	5 - 10

Примечание. 1. Для 100% разрушения плотины в расчетах берутся большие значения средней скорости, а для 50% - меньшие.

2. Уклон дна реки по расчетным участкам определяется по формуле

$$i = \frac{\Delta h_i}{L_i}, \quad (81)$$

где Δh_i – превышение предыдущего створа перед последующим, м; L_i – протяженность расчетного участка ($i = 1, 2, 3 \dots$)

Высота волны прорыва H_{nj} , м, и время прохождения второго и последующих створов T_j ($j = 1, 11, 111 \dots$), определяется с помощью вспомогательного коэффициента K (таблица 17)

Таблица 17. Вспомогательный коэффициент K

K	$\frac{H_j}{H_{j-1}}$	$\frac{T_j}{T_{j-1}}$	K	$\frac{H_j}{H_{j-1}}$	$\frac{T_j}{T_{j-1}}$
0.00	1.00	0.98	0.85	0.45	1.86
0.05	0.96	1.06	0.90	0.42	1.87
0.10	0.91	1.13	0.95	0.40	1.90
0.15	0.87	1.19	1.00	0.39	1.94
0.20	0.83	1.22	1.05	0.37	1.98
0.25	0.79	1.31	1.10	0.35	2.03
0.30	0.75	1.37	1.15	0.33	2.08
0.35	0.72	1.42	1.20	0.32	2.14
0.40	0.68	1.47	1.25	0.30	2.20
0.45	0.65	1.52	1.30	0.29	2.27
0.50	0.62	1.56	1.35	0.28	2.34
0.55	0.59	1.60	1.40	0.26	2.46
0.60	0.57	1.64	1.45	0.25	2.52
0.65	0.54	1.68	1.50	0.24	2.63 •
0.70	0.51	1.71	1.55	0.23	2.75
0.75	0.49	1.75	1.60	0.22	2.87
0.80	0.47	1.70	1.70	0.20	3.17

Примечание – Значение вспомогательного коэффициента K определяется следующим образом:

для второго створа $K_{II} = \frac{t_1}{T_1}$, где t_1 – время добегания гребня волны прорыва до второго створа (время прохождения первого расчетного участка); T_1 – время прохождения волны прорыва через 1 створ;

для третьего створа $K_{III} = \frac{t_2}{T_{II} + t_1}$, для четвертого створа $K_{IV} = \frac{t_3}{T_{III} + t_1 + t_2}$ и т.д.

Пример. Рассчитать высоту волны прорыва и время прохождения гребня волны через второй створ, если время прохождения по первому расчетному участку составляет 2,5ч. Время полного опорожнения водохранилища $T_1 = 8,4$ ч, высота волны прорыва в 1 створе $H_1 = 5,3$ м.

Решение. 1. Вспомогательный коэффициент K для второго створа :

$$K_{II} = \frac{t_1}{T_1} = \frac{2,5}{8,4} = 0,298 \approx 0,3;$$

2. С помощью таблицы 17 определяем значение высоты волны прорыва и время прохождения гребня волны через 11створ:

$$0,75 = \frac{H_{II}}{H_1}, \text{ отсюда } H_{II} = 0,75H_1 = 0,75 \cdot 5,3 \approx 4\text{м}$$

3. Время прохождения гребня волны прорыва через 11 створ:

$$1,37 = \frac{T_{II}}{T_1}, \text{ отсюда } T_{II} = 1,37T_1 = 1,37 \cdot 8,4 = 11,5\text{ч}$$

Расчет параметров волны прорыва при 50% разрушении тела плотины

1. Высота волны прорыва в 1 створе $H_1^{50} = 0,7H_1^{100}$, м.
2. Время прохождения гребня волны прорыва через 1 створ $T_1^{50} = 1,6T_1^{100}$, ч.

Дальнейший расчет параметров волны прорыва производится в той же последовательности, что и при 100% разрушении тела плотины.

Упражнения

Задача 31. Рассчитать время полного опорожнения водохранилища при 100% и 50% разрушении подпорной плотины. Объем водохранилища составляет 3,6 млн. м³, ширина плотины по урезу вод – 80 м, глубина воды перед плотиной 20 м. Коэффициент кривизны водохранилища $A = 2,5$. Форма русла реки – прямоугольная.

Задача 32. Высота отметки 1 створа 160 м, 11 створа 150 м. Расстояние между створами 1000 м. Пойма реки – широкая, затопляемая. Определить среднюю скорость движения волны прорыва на участке между створами и время добегания волны прорыва до 11 створа при 100% и 50% разрушении плотины.

Задача 33. Применительно к условиям задач 31 и 32 рассчитать высоту волны прорыва в 1 и 11 створах, а также время прохождения волны прорыва через 11 створ. Глубина воды в реке ниже плотины составляет 1 м.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Характеристика наиболее распространенных аварийно химически опасных веществ

Химическое опасное вещество	Молекулярная масса, М	Температура кипения, °С	Плотность жидкости, кг/м ³	Токсодоза пороговая, мг/мин/л
Аммиак	17,03	-33,4	681	15
Хлор	70,91	-34,1	1553	0,6
Фосген	98,92	8,2	1432	0,6
Хлорпикрин	164,38	112,3	1658	0,02
Сероводород	34,08	-60,35	964	16,1
Сероуглерод	76,13	46,24	1263	45,0
Диметиламин	45,09	6,9	680	1,2
Метиламин	31,06	-6,3	699	1,2
Формальдегид	30,03	-19,2	815	0,6

Приложение 2

Плотности некоторых материалов (веществ), ρ, г/м³

Материал (вещество)	Плотность	Материал (вещество)	Плотность
Дерево	0,8	Глина утрамбованная	2,08
Лед	0,9	Кладка бутовая	2,4
Полиэтилен	0,95	Алюминий	2,7
Кладка кирпичная	1,5	Сталь, броня	7,8
Грунт	1,6 ... 1,95	Железо	7,87
Кирпич	1,6 ... 1,84	Медь	8,96
Бетон	1,8 ... 2,7	Свинец	11,3

Приложение 3

Кратность ослабления гамма-излучения радиоактивного загрязнения местности стеной $K_{ст}$ (первичного излучения), перекрытием $K_{пер}$ (первичного излучения), перекрытием подвала, K_n (вторичного излучения)

Вес 1 м ² ограждающих конструкций, кгс	Кратность ослабления γ-излучения радиоактивного загрязнения местности		
	стеной, $K_{ст}$	перекрытием $K_{пер}$	перекрытием подвала K_n
150	2	2	7
200	4	3,4	10
250	5,5	4,5	15
300	8	6	30
350	12	8,5	48
400	16	10	70
450	22	15	100
500	32	20	160
550	45	26	220
600	65	38	350
650	90	50	500
700	120	70	800
800	250	120	200
900	500	220	4500
1000	1000	400	10000
1100	2000	700	≥10 ⁴
1200	4000	1100	
1300	8000	2800	
1500	≥10 ⁴	4500	

Примечание – Для промежуточных значений веса 1 м² ограждающих конструкций коэффициенты $K_{ст}$, $K_{пер}$, K_n следует принимать по интерполяции

Приложение 4

Значения коэффициентов V_1 и $K_{ш}$

Высота помещения, м	Коэффициент V_1 при ширине помещения (здания), м					
	3	6	12	18	24	48
2	0,06	0,16	0,24	0,38	0,38	0,50
3	0,04	0,09	0,19	0,27	0,32	0,47
6	0,02	0,03	0,09	0,16	0,20	0,34
12	0,01	0,02	0,05	0,06	0,09	0,16

Примечания: 1. Для промежуточных значений ширины и высоты помещений коэффициент V_1 принимается по интерполяции. 2. Для заглубленных в грунт или обсыпных сооружений высоту помещения следует принимать от точки детектирования (центр помещения на высоте 1 м от пола) до верхней отметки обсыпки. 3. Коэффициент $K_{ш}$ определяется по первой строке таблицы в зависимости от ширины помещения (здания)

Приложение 5

Значения коэффициента $K_{ш}$, учитывающего снижение дозы радиации в зданиях, расположенных в районе застройки

Местоположение помещения	Коэффициент $K_{ш}$ при ширине загрязненного участка, примыкающего к зданию, м							
	5	10	20	30	40	60	100	300
Подвал, первый этаж	0,45	0,55	0,65	0,75	0,80	0,85	0,90	0,98

Примечание – Коэффициент $K_{ш}$ определяется по формуле:

$$K_{ш} = \frac{\sum \alpha_i K_{ш_i}}{\sum \alpha_i}, \text{ где } \alpha_i - \text{ плоский угол, против которого расположена стена с приведенным суммарным весом менее } 1000 \text{ кгс/м}^2; K_{ш_i} - \text{ коэффициент, принимаемый по таблице Приложение 5 для стен лежащих против соответствующих плоских углов } \alpha_i.$$

Примечание – Коэффициент $K_{ш}$ определяется по формуле:

Приложение 6

Значение коэффициента Γ_{90} , учитывающий тип и характеристику входа

Тип входа	Γ_{90}
Прямой тупиковый с поверхности земли по лестничному спуску или аппарели	1
Тупиковый с поворотом на 90°	0,5
Тупиковый с поворотом на 90° и последующим поворотом на 90°	0,2
Вертикальный (лаз) с люком	0,5
Вертикальный с горизонтальным тоннелем	0,2

Приложение 7

Коэффициент $K_{вх}$, характеризующий конструктивные особенности входа

Расстояние от входа до центра помещения	Коэффициент $K_{вх}$ при высоте входного проема, h, м					
	2			4		
	ширине, м					
	1	2	4	1	2	4
1,5	0,1	0,17	0,22	0,2	0,22	0,3
3	0,045	0,08	0,12	0,07	0,01	0,17
6	0,015	0,03	0,045	0,018	0,05	0,065
12	0,007	0,015	0,018	0,004	0,015	0,02
24	0,004	0,005	0,007	0,001	0,004	0,015

Примечание – Для промежуточных значений размеров входов коэффициент $K_{вх}$ принимается по интерполяции

Приложение 8

Показатели пожарной опасности некоторых горючих материалов

Горючий материал	Плотность, $кг \cdot м^{-3}$	Теплота сгорания, $МДж \cdot кг^{-1}$	Скорость выгорания, $10^{-2} кг \cdot м^{-2} \cdot с^{-1}$
Ацетон	792	31	7,3
Бензин	700 ... 780	43,6	7,4 ... 8,8
Нефть	750 ... 970	39	3,3
Керосин	790 ... 860	43,2	8,1
Древесина в виде мебели	600	16,5	1,4
Древесина сосновая	500	16,5	1,5
Пиломатериалы в штабеле	500	13,9	1,11

Приложение 9

Теплота взрыва некоторых взрывчатых веществ, Q_v , $МДж \cdot кг^{-1}$

Взрывчатое вещество	Q_v	Взрывчатое вещество	Q_v
Тротил	4,24	Гликольдинитрат	6,64
Гексоген	5,54	Тринитрохлорбензол	4,24
ТЭН	5,88	Нитрогуандин	3,02
Динитробензол	3,65	Дымный порох	2,79
Тринитробензол	4,52	Пироксилин	4,37
Тринитроанилин	4,16	Аммония селитра	1,44
Пикрат аммония	3,36	Аммотал	4,20
Октоген	5,42	Оксиликвиты	3,8 - 4,2

Приложение 10

Характеристика некоторых углеводородных веществ, способных создавать взрывные газопаровоздушные смеси (ГПВС)

Наименование горючего вещества	Стехиометрическая плотность, ρ , $кг/м$	Теплота взрыва Q_v , $МДж/кг$	Молекулярная масса, μ	Объемная стехиометрическая концентрация, C , %
Газо-воздушные смеси				
Аммиак NH_3	1,180	2,370	17,03	19,72
Ацетилен C_2H_2	1,278	3,387	26,04	7,75
Бутан C_4H_{10}	1,328	2,776	58,12	3,13
Бутилен C_4H_8	1,329	2,892	56,11	3,38
Водород H_2	0,933	3,425	2,02	29,59
Метан CH_4	1,232	2,763	16,04	9,45
Пропан C_3H_8	1,315	2,801	44,09	4,03
Паровоздушные смеси				
Бензол C_6H_6	1,210	2,397	78,12	2,84
Гексан C_6H_{14}	1,340	2,797	86,18	2,16
Ксилол C_8H_{10}	1,355	2,830	106,17	1,96
Толуол C_7H_8	1,350	2,843	92,14	2,23

Коэффициент аэродинамического сопротивления, C_x , для избыточных давлений во фронте ударной волны $\Delta P_{\phi} \leq 50$ кПа

Форма тела	C_x	Направление движения воздуха
Параллелепипед, имеющий квадратную грань и длину, равную утроенной стороне квадрата	0,85	Перпендикулярно квадратной грани
Куб	1,6	Перпендикулярно грани
Диск	1,6	Перпендикулярно диску
Пластина квадратная с толщиной, равной 1/5 стороны	1,45	Перпендикулярно пластине
Цилиндр:		Перпендикулярно оси цилиндра
h/d = 1	0,4	
h/d = 4	0,43	
h/d = 9	0,46	
Сфера	0,25	Не имеет значения
Полусфера	0,3	Параллельно плоскости основания
Пирамида	1,1	Параллельно плоскости основания
Пирамида усеченная	1,3	Параллельно плоскости основания

Примечание – Если сооружение (тело) имеет сложную форму, состоящую из различных конфигураций тел, то коэффициент аэродинамического сопротивления определяется из следующей зависимости:

$$C_x = \frac{\sum C_{x_i} \cdot S_i}{\sum S_i}, \text{ где } C_{x_i} - \text{коэффициент аэродинамического сопротивления } l - \text{той части сооружения (тела); } S_i - \text{площадь поперечного сечения } l - \text{той части сооружения (тела).}$$

той части сооружения (тела); S_i – площадь поперечного сечения l – той части сооружения (тела).

Значения коэффициентов трения

Наименование трущихся материалов	Коэффициент трения
Коэффициент трения скольжения	
Сталь по стали	0,16
Металл по линолеуму	0,2 ... 0,4
Металл по дереву	0,2 ... 0,5
Резина по твердому грунту, линолеуму	0,4 ... 0,6
Резина по дереву	0,5 ... 0,8
Дерево по дереву	0,2 ... 0,5
Коэффициент трения качения стального колеса по:	
- рельсу	0,05
- кафельной плитке	0,1
- линолеуму	0,15 ... 0,2
- дереву	0,12 ... 0,15

Характеристика степеней разрушений различных объектов

Разрушение	Характер разрушений
1	2
1. Производственные, административные и жилые здания	
Слабое	Разрушение наименее прочных конструкций зданий, сооружений и агрегатов; заполнений дверных и оконных проемов, срыв кровли; основное оборудование повреждено незначительно, восстановительные работы сводятся к среднему восстановительному ремонту
Среднее	Разрушение кровли, перегородок, а также части оборудования. Восстановление возможно при капитальном ремонте с использованием сохранившихся основных конструкций и оборудования
Сильное	Значительные деформации несущих конструкций, разрушение большей части перекрытий, стен и оборудования. Восстановление нецелесообразно
2. Промышленное оборудование	
Слабое	Повреждение шестерен и передаточных механизмов, обрыв маховиков и рычагов управления, разрыв приводных ремней, Восстановление возможно
Среднее	Повреждение и деформация основных деталей, повреждение электропроводки, приборов автоматики. Требуется капитальный ремонт
Сильное	Смещение с фундаментов, деформация станин, трещины в деталях, изгиб валов и осей, повреждение электропроводки. Ремонт и восстановление элемента нецелесообразны
3. Сооружения и сети коммунального хозяйства	
Слабое	Частичное повреждение стыков труб, КИА, верхней части стенок смотровых колодцев
Среднее	Разрыв и деформация труб в отдельных местах. Требуется средний ремонт
Сильное	Разрушение и деформация большей части труб, повреждение отстойников, насосного и другого оборудования. Восстановление не возможно

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и на транспорте. РД 52.04.253 – 90, - Ленинград: Гидрометеоиздат, 1991, 24 с.
2. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения; Справочник/ Под ред. Г.П.Демиденко, - К.: Вища школа, 1987. 256 с.
3. Атаманюк В.Г., Ширшев Л.Г., Акимов Н.И. Гражданская оборона. Учебник для втузов. – М.: Высшая школа, 1986, 207 с.
4. Строительные нормы и правила. СНиП 11 – 11 – 77* Нормы проектирования. Защитные сооружения гражданской обороны. - М., 1987, 59 с. *
5. Оценка радиационной обстановки. Методические указания. - Брест, БПИ. 1998. 34 с.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составитель: Владимир Степанович Ульев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к практическим занятиям
по дисциплине «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных
ситуациях и радиационная безопасность»
для студентов всех специальностей дневной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск: Ульев В.С.

Редактор: Строкач Т.В.

Корректор: Никитчик Е.В.

Компьютерная вёрстка: Кармаш Е.Л.

Подписано к печати 15.12.2004 г. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Усл. печ. л. 1,86. Уч. изд. л. 2,0.

Тираж 150 экз. Заказ №1189. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет», 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.