

РАСЧЕТ НАГРУЗОК, СОЗДАВАЕМЫХ УДАРНОЙ ВОЛНОЙ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Нагрузки, создаваемые ударной волной в результате взрыва емкостей со сжатым газом, взрыва газозвушной смеси, воздушного и наземного ядерных взрывов, приводят к разрушениям зданий, сооружений, оборудования, установок и т.д.

В результате разрушения объектов возникают чрезвычайные ситуации с соответствующими степенями разрушения, опрокидывания и смещения оборудования и установок.

Для принятия решений по проведению восстановительных работ на объектах, подвергшихся разрушению, необходимо провести оценку степени разрушения.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА.

2.1. ВЗРЫВ ЕМКОВСТИ СО СЖАТЫМ ГАЗОМ:

Тротиловый эквивалент, кг,

$$Q = A / 3,8, \quad (5.1)$$

где A – работа взрыва (работа газа при адиабатическом расширении), МДж.

$$A = [(p_1 \cdot V)[1 - (p_2/p_1)^{(m-1)/m}]] / (m - 1), \quad (5.2)$$

где p_1 – начальное давление в сосуде, МПа; V – начальный объем газа, м³;
 p_2 – конечное давление, МПа, $p_2 = 0,1 \cdot p_1$; m – показатель адиабаты, $m = 1,4$.

Безопасное расстояние, м, от места взрыва для человека

$$R_{\min} = 16 \cdot q^{1/3} \quad (5.3)$$

Безопасное расстояние, м, места взрыва для жилой застройки

$$R_{\min} = 5 \cdot q^{1/2} \quad (5.4)$$

2.2. ВЗРЫВ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ.

Избыточное давление при взрыве газозвушной смеси, кПа,

$$\Delta \check{\delta}_0 = (m \cdot H_T \cdot p_0 \cdot z) / (V_n \cdot c \cdot \rho \cdot T_0 \cdot R_H), \quad (5.5)$$

где m – масса горючего газа, кг; H_T – теплота сгорания, кДж/кг, $H_T = 40 \cdot 10^3$ кДж/кг; $p_0 = 101$ кПа – начальное давление; z – доля участия взвешенного дисперсного продукта при взрыве, $z = 0,5$;

V_n – объем помещения, м³; $c = 1,01$ кДж – теплоемкость воздуха; $\rho = 1,29$ кг/м³ – плотность воздуха;
 $T_0 = 300$ К – температура в помещении; $R_H = 3$, коэффициент негерметичности помещения;

2.3. ЯДЕРНЫЙ ВЗРЫВ И ВЗРЫВ ЕМКОВСТИ

Избыточное давление, кПа, во фронте ударной волны наземного и воздушного ядерного взрыва, а также при взрыве емкостности со сжатым газом

$$\Delta \check{\delta}_0 = \frac{105 \cdot (\sqrt[3]{0,5 \cdot q})}{R} + \frac{410 \cdot (\sqrt[3]{(0,5 \cdot q)^2})}{R^2} + \frac{1370 \cdot (0,5 \cdot q)}{R^3}, \quad (5.6)$$

где R – расстояние от центра взрыва, м.

2.4. СТЕПЕНЬ РАЗРУШЕНИЯ ОБЪЕКТА ВОЗДЕЙСТВИЯ (ЗДАНИЯ, СООРУЖЕНИЯ И Т.Д.)

Степень разрушения объекта воздействия оценивают по критерию физической устойчивости (сильное, среднее, слабое), а объекты воздействия (оборудование, установки и т.д.) – по критерию опрокидывания и смещения.

2.4.1. Если под воздействием ударной волны с избыточным давлением элементы производственного комплекса разрушаются полностью, разрушение оценивается как сильное; если элементы производственного комплекса в этих условиях могут быть восстановлены в короткие сроки, разрушение оценивается как среднее или слабое.

Степень разрушения производственных комплексов в зависимости от избыточного давления может быть оценена следующим образом:

- для промышленного здания с металлическим или железобетонным каркасом: при избыточном давлении 50...60 кПа – сильное, 40...50 – среднее, 20...40 кПа – слабое;

- для кирпичного многоэтажного здания с остеклением: при избыточном давлении 20...30 кПа – сильное, 10...20 кПа – среднее, 8...10 кПа – слабое;
- для кирпичного одно- и двухэтажного здания с остеклением: при избыточном давлении 25...35 кПа – сильное, 15...25 кПа – среднее, 8...15 кПа – слабое;
- для приборных стоек: при избыточном давлении 50...70 кПа – сильное, 30...50 кПа – среднее, 10...30 кПа – слабое;
- для антенных устройств: при избыточном давлении 40 кПа – сильное, 20...40 кПа – среднее, 10...20 кПа – слабое;
- для открытых складов с железобетонным перекрытием: при избыточном давлении 200 кПа – сильное.

2.4.2. Степень опрокидывания и смещения антенного устройства или приборной стойки.

Скоростной напор взрыва, *кПа*,

$$P_{\text{ск}} = 2,5 \cdot \Delta\dot{\delta}_0^2 / (\Delta\dot{\delta}_0 + 7p_0), \quad (5.7)$$

где p_0 – начальное скоростное давление, *кПа*, $p_0 = 101$ *кПа*.

Допустимый скоростной напор взрыва, *кПа*, при опрокидывании антенного устройства или приборной стойки

$$P_{\text{ск}}^{\text{доп}} \geq (a/b) \cdot [G / (C_x \cdot S)], \quad (5.8)$$

где a и b – высота и ширина объекта, *м*; G – масса объекта, *Н*; C_x – коэффициент аэродинамического сопротивления; S – площадь поперечного сечения приборной стойки, *м*².

Если скоростной напор взрыва больше допустимого при опрокидывании, то антенное устройство или приборная стойка опрокинется.

Допустимый скоростной напор взрыва при смещении антенного устройства или приборной стойки

$$P_{\text{ск}}^{\text{см}} \geq (f \cdot G) / (C_x \cdot S), \quad (5.9)$$

где f – коэффициент трения.

Если скоростной напор взрыва больше допустимого при смещении, то антенное устройство сместится.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

Выбрать вариант (см. таблицу 5.1.)

Ознакомиться с методикой расчета.

Выполнить расчет в соответствии с выбранным вариантом.

Подписать отчет и сдать преподавателю.

Таблица 5.1. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «РАСЧЕТ НАГРУЗОК, СОЗДАВАЕМЫХ УДАРНОЙ ВОЛНОЙ».

Вариант	Источник раз- рушения	Начальное давление, МПа, или тротиловый эквивалент, Мт	Объем емкости, м ³	Объект воздействия	Расстояние от центра взрыва, м	Высота и ширина объекта, м	Площадь поперечного сечения объекта, м ²	Масса объекта, кг	Коэффициент трения	Коэффициент аэро- динамического со- противления
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1.	Емкость со сжа- тым газом	0,5	100	Многоэтажное кирпичное здание Приборная стойка	100 50	- 2x0,5	- 0,4	- 20	- 0,3	- 0,85
2.	Наземный ядер- ный взрыв	1	-	Приборная стойка Двухэтажное кир- пичное здание с остеклением	105 -	1,4x0,5 -	0,28 -	100 -	0,5 -	0,85 -
3.	Емкость со сжа- тым газом	10	0,05	Складское кирпич- ное здание Антенна спутнико- вого телевидения	10 15	- 1,5x1,5	- 1,8	- 10	- 0,16	- 1,6
4.	Воздушный ядерный взрыв	2	-	Многоэтажное кир- пичное здание с остеклением Приборная стойка	4000 4010	- 2x0,5	- 0,4	- 20	- 0,4	- 0,85
5.	Емкость со сжа- тым газом	5	5	Двухэтажное кир- пичное здание с остеклением Приборная стойка	10 10	- 1,5x0,3	- 0,3	- 30	- 0,3	- 0,85
6.	Воздушный ядерный взрыв	0,01	-	Многоэтажное кир- пичное здание с остеклением Приборная стойка	4000 400	- 0,5 X 0,3	- 0,01	- 5	- 0,4	- 0,85
7.	Воздушный ядерный взрыв	0,01	-	Промышленное здание с металли- ческим и железобе- тонным каркасом Приборная стойка	2000 2000	- 0,5x0,4	- 0,1	- 30	- 0,3	- 0,85
8.	5.1. Емкость со сжа- тым газом	0,05	100	Кирпичная стена многоэтажного до- ма с остеклением	10	-	-	-	-	-

				Приборная стойка	15	0,9x0,4	0,18	20	0,5	0,9
9.	Наземный ядерный взрыв	1	-	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	3000	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	3000	1,4x0,5	0,4	20	0,4	0,9
10.	Емкость со сжатым газом	1	0,5	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	20	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	20	0,9x0,6	0,18	30	0,3	0,85
11.	Воздушный ядерный взрыв	0,5	-	Кирпичная стена многоэтажного дома с остеклением	4000	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	4015	0,9x0,4	0,18	20	0,5	0,9
12.	Наземный ядерный взрыв	1	-	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	1000	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	1000	0,9x0,6	0,18	30	0,5	0,85
13.	Взрыв газовоздушной смеси	10 кг горючего вещества	100	Промышленное здание с металлическим и железобетонным каркасом	2	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	2	0,9x0,3	0,18	20	0,5	0,85
14.	Воздушный ядерный взрыв	0,1	-	Промышленное здание с металлическим и железобетонным каркасом	10000	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	10000	0,9x0,3	0,18	20	-	0,5
15.	Емкость со сжатым газом	20	0,8	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением	10	-	-	-	-	-
				Антенное устройство	10	0,5x0,4	0,1	30	0,9	0,4
16.	Наземный ядерный взрыв	0,01	-	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением	2000	-	-	-	-	-
				Антенное устройство	2000	0,5x0,4	0,1	10	0,9	0,4
17.	Емкость со сжа-	1	1	Многоэтажное кирпичное здание с	15	-	-	-	-	-

	тым газом			остеклением Приборная стойка	18	0,9x0,4	0,18	30	0,6	0,4
18.	Емкость со сжатым газом	1	10	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением	10	-	-	-	-	-
				Антенное устройство	10	0,5x0,3	0,1	10	0,85	0,4
19.	Воздушный ядерный взрыв	0,01	-	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	5000	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	5000	0,9x0,4	0,18	30	0,6	0,4
20.	Емкость со сжатым газом	1	5	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением	8	-	-	-	-	-
				Антенное устройство	8	1,6x0,4	0,3	30	1,2	0,5
21.	Наземный ядерный взрыв	0,01	-	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	4000	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	4000	0,5x0,3	0,1	50	0,4	0,85
22.	Наземный ядерный взрыв	0,1	-	Промышленное здание с металл. и ж/б каркасом	2000	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	2000	0,5x0,3	0,1	10	0,85	0,4
23.	Взрыв газозвдушной смеси	50 кг горючего вещества	500	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением	5	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	5	1,4x0,2	0,2	100	0,85	0,4
24.	Наземный ядерный взрыв	0,5	-	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением	5000	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	5000	1,4x0,2	0,2	100	0,85	0,4
25.	Взрыв газозвдушной смеси	10 кг горючего вещества	100	Промышленное здание с металл. и железобет. каркасом	2	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	2	0,9x0,3	0,18	20	0,85	0,5
26.	Взрыв газозвдушной смеси	10 кг горючего вещества	100	Промышленное здание с металлическим и железобетонным каркасом	2	-	-	-	-	-
				Приборная стойка	2	0,5x0,4	0,1	10	0,85	0,3

27.	Взрыв газовоздушной смеси	50 кг горючего вещества	100	Кирпичная стена многоэтажного дома с остеклением Приборная стойка	2	-	-	-	-	-
					2	,9x0,4	0,18	30	0,9	0,5
28.	Емкость со сжатым газом	0,4	80	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	100	-	-	-	-	-
					100	1,6x0,6	0,32	100	0,5	0,4
29.	Наземный ядерный взрыв	1	-	Двухэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	3000	-	-	-	-	-
					3000	2x0,03	0,08	20	-	0,85
30.	Емкость со сжатым газом	10	0,05	Складское кирпичное здание Антенна спутникового телевидения	10	-	-	-	-	-
					15	1,6x1,6	0,32	10	0,16	1,4

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «РАСЧЕТ НАГРУЗОК, СОЗДАВАЕМОЙ УДАРНОЙ ВОЛНОЙ»

1. ВАРИАНТ «Взрыв емкости»

1. Исходные данные:

Источник взрыва	Начальное давление P , МПа или тротиловый эквивалент q , Мт	Объем емкости V , м ³ или объем помещения, $V_{п}$, м ³	Объект воздействия	Расстояние от центра взрыва R , м	Высота и ширина объекта $a \times b$, м	Площадь поперечного сечения объекта, м ²	Вес объекта G , Н	Коэффициент трения, f	Коэффициент аэродинамического сопротивления, C_x
Емкость	1	0,5	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	20	-	-	-	-	-
			Приборная стойка	20	0,9 × 0,6	0,18	300	0,3	0,85

2. Цель работы: провести оценку степени разрушения данных объектов для проведения восстановительных работ.

3. Ход работы:

1. Взрыв емкости со сжатым газом.

Тротиловый эквивалент определяется по формуле (5.1.)

$$q = \frac{A}{3,8}$$

Работа газа при адиабатном расширении определяется по формуле (5.2.):

$$A = \frac{P_1 \cdot V}{m-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} \right]$$

где A – работа взрыва, МДж; P_1 – начальное давление в сосуде, Мпа; P_2 – конечное давление, Мпа, ($P_2=0,1 \cdot p_1$); V – начальный объем газа, м³; m – показатель адиабаты ($m=1,4$).

В нашем случае формулы (5.1.) и (5.2.) примут вид:

$$A = \frac{1 \cdot 0,5}{1,4-1} \cdot \left[1 - \left(\frac{0,1}{1} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} \right] = 0,6 \text{ МДж}$$

$$q = \frac{0,6}{3,8} = 0,16 \text{ кг}$$

Безопасное расстояние, m , от места взрыва для человека определяем по формуле (5.3.):

$$R_{\min} = 16 \cdot q^{1/3}$$

$$R_{\min} = 16 \cdot 0,16^{1/3} = 8,74$$

Безопасное расстояние, m , от места взрыва для жилой застройки определяем по формуле (5.4.):

$$R_{\min} = 5 \cdot q^{1/2}$$

$$R_{\min} = 5 \cdot 0,16^{1/2} = 2$$

2. Избыточное давление при взрыве емкости определяется по формуле (5.6.):

$$\Delta p_{\phi} = 105 \frac{\sqrt[3]{0,5q}}{R} + 410 \frac{\sqrt[3]{(0,5q)^2}}{R^2} + 1370 \frac{0,5q}{R^3}$$

где Δp_ϕ - избыточное давление, $\kappa\text{Па}$; q – тротиловый эквивалент, $\kappa\text{г}$; R – расстояние от центра взрыва, м.

В нашем случае формула (5.6.) примет вид:

$$\Delta p_\phi = 105 \cdot \frac{\sqrt[3]{0.5 \cdot 0.16}}{20} + 410 \cdot \frac{\sqrt[3]{(0.5 \cdot 0.16)^2}}{20^2} + 1370 \cdot \frac{0.5 \cdot 0.16}{20^3} = 2.48 \text{ кПа}$$

3. Определяем степень разрушения объекта воздействия.

Степень разрушения объекта воздействия (здания, сооружения и т.д.) оценивается по критерию оценки физической устойчивости (сильное, среднее, слабое), а объекты воздействия (оборудование, установки и т.д.) - по критерию опрокидывания и смещения:

Наименование объекта воздействия	Избыточное давление, $\kappa\text{Па}$		
	сильное	среднее	слабое
Кирпичное многоэтажное здание с остеклением	20 - 30	10 – 20	8 – 10
Приборные стойки	50 – 70	30 – 50	10 – 30

Исходя из данных, можно сделать вывод, что степень разрушения объекта воздействия соответствует «слабому разрушению», это означает, что при воздействии данной ударной волны элементы производственного комплекса получают повреждения, при которых они могут быть восстановлены в короткие сроки.

Степень опрокидывания или смещения приборной стойки.

Скоростной напор взрыва, $\kappa\text{Па}$, определим с помощью формулы (5.7.):

$$P_{ск} = 2,5 \cdot \Delta \check{\delta}_\delta^2 / (\Delta \check{\delta}_\delta + 7p_0),$$

где $P_{ск}$ - скоростной напор взрыва, $\kappa\text{Па}$; $\Delta \check{\delta}_\delta$ - избыточное давление во фронте ударной волны наземного взрыва, $\kappa\text{Па}$; P_0 - начальное атмосферное давление, 101 кПа

В нашем случае формула примет вид:

$$P_{ск} = (2,5 \cdot 2,48^2) / (2,48 + 7 \cdot 101) = 0,02 \text{ кПа}$$

Допустимый скоростной напор взрыва при опрокидывании приборной стойки определяется из соотношения (5.8.):

$$P_{ск}^{опр} \geq \frac{a \cdot G}{b \cdot C_x \cdot S},$$

где a - высота объекта, м; b - ширина объекта, м; G - вес объекта, Н; C_x - коэффициент сопротивления; S - площадь поперечного сечения, м^2 .

В нашем случае отношение будет иметь вид:

$$P_{ск}^{опр} \geq \frac{0.9 \cdot 300}{0.6 \cdot 0.85 \cdot 0.18}$$

$$P_{ск}^{опр} \geq 2941,18 \text{ Н}$$

Так как $0.02 \text{ кПа} < 2.941 \text{ кПа}$, т.е. $P_{ск}^{опр} \geq P_{ск}$, то можно сделать вывод, что в данном случае не произойдет опрокидывание приборной стойки.

Допустимый скоростной напор взрыва при смещении приборной стойки определяется из соотношения:

$$P_{ск}^{см} \geq \frac{fG}{C_x \cdot S},$$

где f - коэффициент трения; G - вес объекта, Н; C_x - коэффициент сопротивления; S - площадь поперечного сечения, м^2 .

В нашем случае соотношение примет вид:

$$P_{ск}^{см} \geq \frac{0.3 \cdot 300}{0.85 \cdot 0.18}$$

$$p_{ск}^{см} \geq 588 Па$$

Так как $0,02 \text{ кПа} < 0,588 \text{ кПа}$, т.е. $p_{ск}^{см} \geq p_{ск}$, то можно сделать вывод, что в данном случае так же не произойдет смещение приборной стойки.

Вывод: степень разрушения объекта воздействия соответствует «слабому разрушению», это означает, что при воздействии данной ударной волны элементы производственного комплекса получают повреждения, при которых они могут быть восстановлены в короткие сроки. В данном случае не произойдет опрокидывание и смещение приборной стойки.

2. ВАРИАНТ «Воздушный ядерный взрыв»

1. Исходные данные:

Источник взрыва	Начальное давление P , МПа или тротиловый эквивалент q , Мг	Объем емкости V , м ³ или объем помещения, $V_{п}$, м ³	Объект воздействия	Расстояние от центра взрыва R , м	Высота и ширина объекта $a \times b$, м	Площадь поперечного сечения объекта, м ²	Вес объекта G , Н	Коэффициент трения, f	Коэффициент аэродинамического сопротивления, C_x
Воздушный ядерный взрыв	2	-	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	4000	-	-	-	-	-
	-	-	Приборная стойка	4000	2×0,5	0,4	200	0,4	0,85

2. Цель работы: провести оценку степени разрушения данных объектов для проведения восстановительных работ.

3. Ход работы:

1. Избыточное давление во фронте ударной волны воздушного ядерного взрыва определяем по формуле (5.6.):

$$\Delta p_{\phi} = 105 \frac{\sqrt[3]{0,5q}}{R} + 410 \frac{\sqrt[3]{(0,5q)^2}}{R^2} + 1370 \frac{0,5q}{R^3},$$

где Δp_{ϕ} - избыточное давление, *кПа*; q - тротиловый эквивалент, *кг*; R - расстояние от центра взрыва, *м*;

В нашем случае формула примет вид:

$$\Delta p_{\phi} = 105 \frac{\sqrt[3]{0,5 * 2 * 10^9}}{4000} + 410 \frac{\sqrt[3]{(0,5 * 2 * 10^9)^2}}{4000^2} + 1370 \frac{0,5 * 2 * 10^9}{4000^3}$$

$$\Delta p_{\phi} = 24,49 + 22,32 + 21,40 = 68,23 \text{ кПа}$$

2. Определяем степень разрушения объекта воздействия.

Степень разрушения объекта воздействия (здания, сооружения и т.д. оценивается по критерию оценки физической устойчивости (сильное, среднее, слабое), а объекты воздействия (оборудование, установки и т.д.) по критерию опрокидывания и смещения:

Наименование объекта воздействия	Избыточное давление, <i>кПа</i>		
	сильное	среднее	слабое
Кирпичное многоэтажное здание с остеклением	20 - 30	10 - 20	8 - 10
Приборные стойки	50 - 70	30 - 50	10 - 30

Исходя из данных, можно сделать вывод, что степень разрушения объекта воздействия соответствует «сильному разрушению», это означает, что при воздействии данной ударной волны элементы производственного комплекса разрушаются полностью.

2.1. Степень опрокидывания или смещения приборной стойки.

Скоростной напор взрыва определяем по формуле (5.7.):

$$P_{ск} = 2,5 \cdot \Delta \check{\delta}_{\phi}^2 / (\Delta \check{\delta}_{\phi} + 7p_0),$$

где $P_{ск}$ - скоростной напор взрыва, *кПа*; ΔP_{ϕ} - избыточное давление во фронте ударной волны наземного взрыва, *кПа*; P_0 - начальное атмосферное давление, *кПа*.

В нашем случае формула примет вид:

$$D_{\tilde{n}\tilde{e}} = \frac{2,5 * 68,23^2}{68,23 + 7 * 101} = 15,01 \text{ кПа}$$

Допустимый скоростной напор взрыва при опрокидывании приборной стойки определяется из соотношения (5.8.):

$$D_{\tilde{n}\tilde{e}}^{\tilde{n}\tilde{d}} \geq \frac{\dot{a}}{\dot{a}} * \frac{G}{C_x S},$$

где a - высота объекта, м; b - ширина объекта, м; G - вес объекта, Н; C_x - коэффициент сопротивления; S - площадь поперечного сечения, м².

В нашем случае отношение будет иметь вид:

$$D_{\tilde{n}\tilde{e}}^{\tilde{n}\tilde{d}} \geq \frac{2}{0,5} * \frac{200}{0,85 * 0,4}$$

$$D_{\tilde{n}\tilde{e}}^{\tilde{n}\tilde{d}} \geq 2352,94 \text{ Па}$$

Так как $15,01 \text{ кПа} > 2,352 \text{ кПа}$, т.е. $P_{ск} > P_{ск}^{оп}$, то можно сделать вывод, что в данном случае произойдет опрокидывание приборной стойки.

Допустимый скоростной напор взрыва при смещении приборной стойки определяется из соотношения (5.9.):

$$P_{ск}^{см} \geq \frac{fG}{C_x S},$$

где f - коэффициент трения; G - вес объекта, Н; C_x - коэффициент сопротивления; S - площадь поперечного сечения, м².

В нашем случае соотношение примет вид:

$$P_{ск}^{см} \geq \frac{0,4 * 200}{0,85 * 0,4}$$

$$D_{\tilde{n}\tilde{e}}^{\tilde{n}\tilde{i}} \geq 235,29 \text{ Па}$$

Так как $15,01 \text{ кПа} > 0,235 \text{ кПа}$ ($P_{ск} > P_{ск}^{см}$), то можно сделать вывод, что в данном случае так же произойдет смещение приборной стойки.

Вывод: степень разрушения объекта воздействия соответствует «сильному разрушению», это означает, что при воздействии данной ударной волны элементы производственного комплекса разрушаются полностью. В данном случае произойдет опрокидывание приборной стойки и ее смещение.

3. ВАРИАНТ «Взрыв газовой смеси»

1. Исходные данные:

Источник взрыва	Начальное давление P, МПа или тротиловый эквивалент q, МгТ	Объем емкости V, м ³ или объем помещения, V _п , м ³	Объект воздействия	Расстояние от центра взрыва R, м	Высота и ширина объекта a × b, м	Площадь поперечного сечения объекта, м ²	Вес объекта G, Н	Коэффициент трения, f	Коэффициент аэродинамического сопротивления, C _x
Взрыв газовой смеси (утечка газа)	50 кг	100	Кирпичная стена многоэтажного дома с остеклением	2	-	-	-	-	-
	-	-	Приборная стойка	2	0,9 × 0,4	0,18	300	0,9	0,5

2. Цель работы: провести оценку степени разрушения данных объектов для проведения восстановительных работ.

3. Ход работы:

1. Избыточное давление при взрыве газовой смеси определяется по формуле (5.5.):

$$\Delta P_{\phi} = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot z}{V_{\text{п}} \cdot c \cdot \rho \cdot T_0 \cdot R_n}$$

где ΔP_{ϕ} – избыточное давление, кПа; m – масса горючего газа, кг; H_T – теплота сгорания, кДж/кг ($H_T=40 \cdot 10^3$); P_0 – начальное давление, кПа ($P_0=101$); z – коэф. участия воздушной смеси, ($z=0,5$); $V_{\text{п}}$ – объем помещения, м³; c – теплоемкость воздуха, кДж/кг ($c=1,01$); ρ – плотность воздуха, кг/м³ ($\rho=1,29$); T_0 – температура в помещении, К ($T_0=300$); R_n – коэф. негерметичности помещения, ($R_n=3$).

В нашем случае формула примет вид:

$$\Delta P_{\phi} = \frac{50 \cdot 40 \cdot 10^3 \cdot 101 \cdot 0,5}{100 \cdot 1,01 \cdot 1,29 \cdot 300 \cdot 3} = 861,33 \text{ кПа}$$

2. Определяем степень разрушения объекта воздействия.

Степень разрушения объекта воздействия (здания, сооружения и т.д. оценивается по критерию оценки физической устойчивости (сильное, среднее, слабое), а объекты воздействия (оборудование, установки и т.д.) по критерию опрокидывания и смещения:

Наименование объекта воздействия	Избыточное давление, кПа		
	сильное	среднее	слабое
Кирпичное многоэтажное здание с остеклением	20 - 30	10 - 20	8 - 10
Приборные стойки	50 - 70	30 - 50	10 - 30

Исходя из данных, можно сделать вывод, что степень разрушения объекта воздействия соответствует «сильному разрушению», это означает, что при воздействии данной ударной волны элементы производственного комплекса разрушаются полностью.

2.2. Степень опрокидывания или смещения приборной стойки.

Скоростной напор взрыва определяем по формуле (5.7.):

$$P_{\text{ск}} = 2,5 \cdot \Delta \mathcal{D}_{\delta}^2 / (\Delta \mathcal{D}_{\delta} + 7p_0),$$

где $P_{\text{ск}}$ – скоростной напор взрыва, кПа; $\Delta \mathcal{D}_{\delta}$ – избыточное давление во фронте ударной волны наземного взрыва, кПа; P_0 – начальное атмосферное давление, кПа.

В нашем случае формула примет вид:

$$P_{ck} = \frac{2.5 \cdot 861^2}{861 + 7 \cdot 101} = 1182,61 \text{ кПа}$$

Допустимый скоростной напор взрыва при опрокидывании приборной стойки определяется из соотношения (5.8.):

$$P_{ck}^{opr} \geq \frac{a \cdot G}{6 C_x S},$$

где a - высота объекта, м; b - ширина объекта, м; G - вес объекта, Н; C_x - коэффициент сопротивления; S - площадь поперечного сечения, м².

В нашем случае отношение будет иметь вид:

$$P_{ck}^{opr} \geq \frac{0.9 \cdot 300}{0.4 \cdot 0.5 \cdot 0.18}$$

$$P_{ck}^{opr} \geq 7500 \text{ Па}$$

Так как $1182,61 \text{ кПа} > 7.5 \text{ кПа}$ ($P_{ck}^{opr} \leq P_{ck}$), то можно сделать вывод, что в данном случае произошло опрокидывание приборной стойки.

Допустимый скоростной напор взрыва при смещении приборной стойки определяется из соотношения (5.9.):

$$D_{не}^{ni} \geq \frac{fG}{C_x S},$$

где f - коэффициент трения; G - вес объекта, Н; C_x - коэффициент сопротивления; S - площадь поперечного сечения, м².

В нашем случае соотношение примет вид:

$$P_{ck}^{cm} \geq \frac{0.9 \cdot 300}{0.5 \cdot 0.18}$$

$$P_{ck}^{cm} \geq 3000 \text{ Па}$$

Так как $1182,61 \text{ кПа} > 3 \text{ кПа}$ ($P_{ck}^{cm} \leq P_{ck}$), то можно сделать вывод, что в данном случае так же произошло смещение приборной стойки.

Вывод: степень разрушения объекта воздействия соответствует «сильному разрушению», это означает, что при воздействии данной ударной волны элементы производственного комплекса разрушаются полностью. В данном случае произойдет опрокидывание приборной стойки и ее смещение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атаманюк В.Г., Ширшев Л.Г., Акимов Н.И. Гражданская оборона. – М.: Высшая школа, 1986. – 207 с.
2. Безопасность жизнедеятельности / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. Ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, НМЦ СПО, 2000. – 343 с.