

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №13

тема

**«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 емкости со сжатым газом.

Тропиловый эквивалент, кг,

$$q = A/3,8,$$

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

$$A = \frac{(p_1 V) \left[1 - (p_2 / p_1)^{(m-1)/m} \right]}{m - 1},$$

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

Безопасное расстояние, м, от места взрыва для человека

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

Безопасное расстояние, м, от места взрыва для жилой застройки

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

2.2. Взрыв газозвушной смеси.

Избыточное давление при взрыве газозвушной смеси, кПа,

$$P_{\text{изб}} = \frac{mH_T p_0 z}{V_{\text{п}} c \rho T_0 R_H},$$

где m – масса горючего газа, кг; H_T – теплота сгорания, кДж/кг; $H_T = 40 \cdot 10^3$ кДж/кг; p_0 – начальное давление, кПа; $p_0 = 101$ кПа, z – доля участия взвешенного дисперсного продукта при взрыве; $z = 0,5$; $V_{\text{п}}$ – объем помещения, м³; c – теплоемкость воздуха, кДж/кг; $c = 1,01$ кДж/кг; ρ – плотность воздуха, кг/м³; $\rho = 1,29$ кг/м³; T_0 – температура в помещении, К; $T_0 = 300$ К; R_H – коэффициент негерметичности помещения; $R_H = 3$.

2.3. Ядерный взрыв и взрыв емкости.

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

$$P_{\text{изб}} = 105 \sqrt[3]{0,5q / R} + 410 \sqrt[3]{(0,5q)^2 / R^2} + 1370(0,5q) / R^3,$$

где R – расстояние от центра взрыва, м.

2.4. Степень разрушения объекта воздействия.

Степень разрушения объекта воздействия (здания, сооружения и т. д.) 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 кПа – 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...30кПа – 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,

$$P_{ск} = 2,5 p_{изб}^2 / (p_{изб} + 7 p_0),$$

где p_0 – начальное атмосферное давление, кПа.

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

$$P_{ск}^{опр} \geq (a/b)[G/(CxS)],$$

где a и b – высота и ширина объекта, м; (G – масса объекта, Н; Cx – коэффициент аэродинамического сопротивления; S – площадь поперечного сечения приборной стойки, м²).

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

$$P_{ск}^{см} \geq (fG)/(CxS),$$

где f – коэффициент трения.

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

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

- 3.1. Выбрать вариант (см. таблицу).
- 3.2. Ознакомиться с методикой расчета.
- 3.3. Выполнить расчет в соответствии с выбранным вариантом.
- 3.4. Подписать отчет и сдать преподавателю.

Варианты заданий

к практическим занятиям по теме «Расчет нагрузок, создаваемых ударной волной».

Вариант определяют по первой букве фамилии и последней цифре учебного шифра. Для студентов, чьи фамилии начинаются с букв А... З, – варианты 1...10; И...П – 11...20; Р...Я – 21...30.

Вариант	Источник разрушения	Начальное давление, МПа, или тротиловый эквивалент, Мг	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 аэродинамического сопротивления
01	Емкость со сжатым газом	0,5	100	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	100	—	—	—	—	—
02	Наземный ядерный взрыв	1	—	Приборная стойка Двухэтажное кирпичное здание с остеклением	105 3000	1,4 x 0,5 —	0,28 —	100 —	0,5 —	0,85 —
03	Емкость со сжатым газом	10	0,05	Складское кирпичное здание Антенна спутникового телевидения	10 15	— 1,5 x 1,5	— 1,8	— 10	— 0,16	— 1,6
04	Воздушный ядерный взрыв	2	—	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	4000 4010	— 2 x 0,5	— 0,4	— 20	— 0,4	— 0,85

Продолжение

Вариант	Источник разрушения	Начальное давление, МПа, или тротиловый эквивалент, Мг	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 аэродинамического сопротивления
05	Емкость со сжатым газом	5	5	Двухэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	10 10	— 1,5 x 0,3	— 0,3	— 30	— 0,3	— 0,85
06	Воздушный ядерный взрыв	0,01	—	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	4000 4005	— 0,5 x 0,3	— 0,01	— 5	— 0,4	— 0,85
07	Воздушный ядерный взрыв	0,1	—	Промышленное здание с металлическим и железобетонным каркасом Приборная стойка	2000 2000	— 0,5 x 0,4	— 0,1	— 30	— 0,3	— 0,85
08	Емкость со сжатым газом	0,05	100	Кирпичная стена многоэтажного дома с остеклением Приборная стойка	10 15	— 0,9 x 0,4	— 0,18	— 20	— 0,5	— 0,9
09	Наземный ядерный взрыв	1	—	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	3000 3000	— 1,4 x 0,5	— 0,4	— 20	— 0,4	— 0,9
10	Емкость со сжатым газом	1	0,5	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	20 20	— 0,9 x 0,6	— 0,18	— 30	— 0,3	— 0,85

Продолжение

Вариант	Источник разрушения	Начальное давление, МПа, или тротиловый эквивалент, Мг	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 аэродинамического сопротивления
11	Воздушный ядерный взрыв	0,5	—	Кирпичная стена многоэтажного дома с остеклением Приборная стойка	4000 4015	— 0,9 x 0,4	— 0,18	— 20	— 0,5	— 0,9
12	Наземный ядерный взрыв	1	—	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	1000 1000	— 0,9 x 0,6	— 0,18	— 30	— 0,5	— 0,85
13	Взрыв газовоздушной смеси	10кг горючего вещества	100	Промышленное здание с металлическим и железобетонным каркасом Приборная стойка	2 2	— 0,9x0,3	— 0,18	— 20	— 0,5	— 0,85
14	Воздушный ядерный взрыв	0,1	—	Промышленное здание с железобетонным каркасом Приборная стойка	10000 10000	— 0,9 x 0,3	— 0,18	— 20	— —	— 0,5
15	Емкость со сжатым газом	20	0,8	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением Антенное устройство	10 10	— 0,5 x 0,4	— 0,1	— 30	— 0,9	— 0,4
16	Наземный ядерный взрыв	0,01	—	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением Антенное устройство	2000 2000	— 0,5 x 0,4	— 0,1	— 10	— 0,9	— 0,4
17	Емкость со сжатым газом	1	1	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	15 18	— 0,9 x 0,4	— 0,18	— 30	— 0,6	— 0,4

Продолжение

Вариант	Источник разрушения	Начальное давление, МПа, или тротильный эквивалент, Мг	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 аэродинамического сопротивления
18	Емкость со сжатым газом	1	10	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	10 10	— 0,5 x 0,3	— 0,1	— 10	— 0,85	— 0,4
19	Воздушный ядерный взрыв	0,01		Многоэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	5000 5000	— 0,9 x 0,4	— 0,18	— 30	— 0,6	— 0,4
20	Емкость со сжатым газом	1	5	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	8 8	— 1,6 x 0,4	— 0,3	— 30	— 1,2	— 0,5
21	Наземный ядерный взрыв	0,01	—	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	4000 4000	— 0,5 x 0,3	— 0,1	— 50	— 0,4	— 0,85
22	Наземный ядерный взрыв	0,1	—	Промышленное здание с металлическим и железобетонным каркасом Приборная стойка	2000 2000	— 0,5 x 0,3	— 0,1	— 10	— 0,85	— 0,4
23	Взрыв газозвушной смеси	50 кг горючего вещества	500	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	5 5	— 1,4 x 0,2	— 0,2	— 100	— 0,85	— 0,4
24	Наземный ядерный взрыв	0,5	—	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением Приборная стойка	5000 5000	— 1,4 x 0,2	— 0,2	— 100	— 0,85	— 0,4

Продолжение

Вариант	Источник разрушения	Начальное давление, МПа, или тротиловый эквивалент, Мг	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 аэродинамического сопротивления
25	Взрыв газоз-воздушной смеси	10 кг горючего вещества	100	Промышленное здание с металлическим и железобетонным каркасом	2	—	—	—	—	—
				Приборная стойка	2	0,9 x 0,3	0,18	20	0,85	0,5
26	Взрыв газоз-воздушной смеси	10кг горючего веще-ства	100	Промышленное здание с металлическим и железобетонным каркасом	2	—	—	—	—	—
				Приборная стойка	2	0,5 x 0,4	0,1	10	0,85	0,3
27	Взрыв газоз-воздушной смеси	50 кг горючего вещества	100	Кирпичная стена многоэтажного дома с остеклением	2	—	—	—	—	—
				Приборная стойка	2	0,9 x 0,4	0,18	30	0,9	0,5
28	Емкость со сжатым газом	0,4	80	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	100	—	—	—	—	—
				Приборная стойка	100	1,6 x 0,6	0,32	100	0,5	0,4
29	Наземный ядерный взрыв	1	—	Двухэтажное кирпичное здание с остеклением	3000	—	—	—	—	—
				Антенная стойка с усилителем	3000	2 x 0,03	0,08	—	20	0,85
30	Емкость со сжатым газом	10	0,05	Складское кирпичное здание	10	—	—	—	—	—
				Антенна спутникового телевидения	15	1,6 x 1,6	0,32	10	0,16	1,4

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. Девисиллов, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, НМЦ СПО, 2000. – 343с.