

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра производственной безопасности и права

Безопасность жизнедеятельности

**Оценка устойчивости объекта
к воздействию ударной волны ядерного взрыва**

Методические указания к практическому занятию по дисциплине
Безопасность жизнедеятельности

Казань

2013

УДК 355.058

М56

Составители: Н.Ф. Мещанинова.

М56 Оценка устойчивости объекта к воздействию ударной волны ядерного взрыва. Методические указания к практическим занятиям для студентов всех специальностей. /КГАСУ; Сост. Н. Ф. Мещанинова, Казань, 2013г., 30 стр.

В указании приводится методика решения практических задач по оценке устойчивости промышленного предприятия к воздействию ударной волны ядерного взрыва и скоростного напора. Указания могут быть использованы для самостоятельной работы и дипломного проектирования.

Рецензент

д.т.н., проф. Изотов В.С.

УДК 355.058

М56

© Казанский государственный
архитектурно-строительный университет
2013

© Мещанинова Н.Ф., 2013

Оценка устойчивости объекта к воздействию ударной волны ядерного взрыва

Цель занятия: освоение методики оценки устойчивости объекта к воздействию ударной волны ядерного взрыва.

Задачи работы:

1. Изучить исходные данные для проектирования и оценки устойчивости объекта.
2. Оценить устойчивость объекта к воздействию ударной волны ядерного взрыва.
3. Определить избыточное давление, вызывающее смещение оборудования относительно основания.

Общие положения

Мероприятия по повышению устойчивости работы объекта проводятся как в мирное время, так и при угрозе нападения противника. Одним из таких мероприятий является прогнозирование и оценка устойчивости его работы при воздействии поражающих факторов ядерного взрыва (ЯВ). При выполнении расчетов закладываются необходимые исходные данные, учитываются зоны возможных разрушений, в которых окажется объект, и максимальные значения параметров поражающих факторов ядерного взрыва. При этом учитываются следующие положения.

1. Основными поражающими факторами ядерного взрыва являются;
 - воздушная ударная волна;
 - световое излучение;
 - проникающая радиация;
 - радиоактивное заражение;
 - электромагнитный импульс (ЭМИ).

Устойчивость объекта оценивается по отношению к каждому из них.

2. При ЯВ возникают вторичные поражающие факторы, которые учитываются при оценке устойчивости, а это:
 - пожары;
 - взрывы;
 - заражение АХОВ (аварийно химически опасные вещества);
 - катастрофическое затопление и т.д.
3. При проведении оценочных расчетов допускается, что все элементы объектов подвергаются почти одновременному воздействию поражающих факторов и значения их можно считать одинаковыми на

всей площади объекта.

4 Целесообразный предел повышения устойчивости объекта определяется по вероятному максимальному значению параметров поражающих факторов ожидаемых на объекте.

5. При определении максимальных значений параметров поражающих факторов ЯВ, ожидаемых на объекте, необходимо исходить из того, что мощность ядерного боеприпаса выбирается такой, чтобы в зоне возможных сильных разрушений оказалось 60 - 70 % застройки города.

6. Инженерно-технический комплекс объекта состоит из элементов:

- здания;
- сооружения;
- агрегаты;
- коммуникации.

Эти элементы не являются равнопрочными и их сопротивляемость воздействию поражающих факторов различная. Таким образом, устойчивость объекта в целом определяется устойчивостью каждого элемента в отдельности.

7. На каждом объекте имеются:

- главные;
- второстепенные;
- вспомогательные элементы,

Каждый из них имеет свое значение в обеспечении работы объекта. Поэтому анализ уязвимости объекта предполагает обязательную оценку роли и значения каждого элемента. На основании этого выделяются те основные из них, которые участвуют в производстве продукции.

8. Соблюдение принципа равной устойчивости ко всем поражающим факторам ЯВ. Он заключается в том, чтобы довести защиту элементов объекта до такого целесообразного уровня, при котором выход их из строя может возникнуть, как правило, на одинаковом расстоянии от центра взрыва.

При этом защита от одного из поражающих факторов является определяющей. Такой определяющей защитой, как правило, принимается защита от ударной волны. Нецелесообразно, например, повышать устойчивость здания к воздействию светового излучения, если оно находится на таком расстоянии от центра взрыва, на котором от воздействия ударной волны происходит его полное или сильное разрушение.

Ударная волна поражает людей, разрушает или повреждает здания,

сооружения, оборудование, технику и имущество. Поражение людей может происходить в результате прямого или косвенного воздействия, вызывая травмы различной степени.

При прямом воздействии ударной волны причиной поражения является избыточное давление. При косвенном - люди поражаются обломками разрушенных зданий и другими предметами, перемещающимися под действием скоростного напора. Травмы от действия ударной волны принято подразделять на легкие, средние, тяжелые и крайне тяжелые. Косвенное воздействие на людей происходит на значительно больших расстояниях от центра взрыва, чем при прямом. Оно возможно в зонах с избыточным давлением 3 кПа и более.

Под воздействием ударной волны здания, сооружения, оборудование и коммунально-энергетические сети объекта могут быть разрушены различной степени. Различают полные, сильные, средние и слабые разрушения.

Полные - в зданиях разрушены все несущие конструкции и обрушены перекрытия. Восстановление невозможно.

Сильные - в зданиях и сооружениях значительные деформации несущих конструкций, разрушена большая часть перекрытий. Восстановление возможно, но не целесообразно.

Средние - разрушены в основном не несущие конструкции. Трещины в наружных стенах. Требуется капитальный ремонт, который может быть выполнен собственными силами.

Слабые - незначительные разрушения второстепенных конструкций (внутренние перегородки, дверные и оконные проемы и т.д.) Требуется мелкий ремонт.

Поражения людей зависят от степени разрушения. При полном - люди, находящиеся в здании погибнут, при сильном и среднем - может выжить примерно половина людей, большая часть из которых окажется под завалами и обломками конструкций. При слабых разрушениях зданий гибель людей маловероятна.

В качестве количественного показателя устойчивости объекта к воздействию ударной волны принимается значение избыточного давления, при котором здания, сооружения и оборудование объекта сохраняются или получают слабые и средние разрушения. Это значение избыточного давления принято считать пределом устойчивости объекта к ударной волне ядерного взрыва.

Для оценки требуются следующие исходные данные:

- местоположение точки прицеливания;
- удаление объекта от точки прицеливания;

- ожидаемая мощность ядерного боеприпаса;
- вероятное максимальное отклонение центра взрыва от точки прицеливания;
- характеристика объекта и его элементов.

Задача №1. Оценить устойчивость промышленного объекта к воздействию ударной волны. Исходные данные принять из таблицы 1 для варианта, заданного преподавателем.

Таблица 1

Варианты исходных данных для задачи №1

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Расстояние объекта от точки Rг, км	3,4	4	5,5	3	7	12	6	8,2	4,4	6
Ожидаемая мощность боеприпаса q, кг	200	300	500	1000	2000	5000	1000	500	300	200
Взрыв наземный вероятное максимальное отклонение от точки прицеливания гогк , км	0,8	1	1,1	0,5	1,6	2,7	1	1,5	0,8	1,1

№ варианта	Элементы объекта	Характеристика объекта
1	Здание Оборудование Коммунально-энергетические сооружения и сети	Промышленное здание с металлическим каркасом и бетонным заполнением с площадью остекления 25%. Краны и крановое оборудование, ленточные конвейеры на железобетонной эстакаде. Трубопроводы на металлических эстакадах, кабельные наземные линии
2	Здание Оборудование Коммунально-энергетические сооружения и сети	Промздание с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25 т. Станки средние, кузнечно-прессовое оборудование. Подземные металлические резервуары, металлические вышки сплошной
3	Здание Оборудование Коммунально-энергетические	Кирпичное бескаркасное, с перекрытием из ж/б плит. Электродвигатели мощностью 10 кВт, открытые, станки тяжелые. Котельная, частично заглубленные резервуары.
4	Здание Оборудование Средства транспорта	Здание бетонное антисейсмической конструкции. Подъемно-транспортное оборудование, станки легкие. Грузовые автомобили.
5	Здание Оборудование Аэродром	Многоэтажное ж.б. здание с большой площадью остекления. Подземные чугунные трубопроводы на раструбах, станки легкие. Взлетно-посадочная полоса
6	Здание	Складское кирпичное здание.

	Оборудование Коммунально-энергетические сооружения и сети	Краны и крановое оборудование, ленточные конвейеры в галерее на железобетонной эстакаде. Железнодорожные пути, мост железнодорожный с пролезем 20м.
7	Здание Оборудование Коммунально-энергетические сооружения и сети	С легким металлическим каркасом. Ковшовые конвейеры в галерее на ж/б эстакаде, трансформатор 100 кВ. Сети коммунального хозяйства (водопровод, канализация, газопровод)заглублённые.
8	Здание Оборудование Коммунально-энергетические сооружения и сети	Одноэтажное с металлическим каркасом а стеновым заполнением из листового металла, Электродвигатели мощностью 10кВт, станки тяжелые. Кабельные наземные линии, вертолеты на стоянке.
9	Здание Оборудование Коммунально-энергетические сооружения и сети	Из сборного железобетона. Гибкие шланги для транспортирования сыпучих материалов, станки тяжелые. Распределительные устройства, легковые автомобили.
10	Здание Оборудование Коммунально-энергетические сооружения и сети	Одноэтажное с крышей и стеновым заполнителем из волнистой стали. Контрольно-измерительная аппаратура, краны. Водонапорная башня, кабельная наземная линия.

Порядок решения задачи №1

- Определяем вероятное максимальное отклонение точки взрыва боеприпаса от точки прицеливания $r_{отк}$ при наземном взрыве R .

$$R_x = R - r_{отк}$$

- По приложению №1 находим избыточное давление дня боеприпаса мощностью q на расстоянии R_x до центра взрыва при воздушном взрыве. Найденное значение ΔP_{ϕ} будет максимальным, поскольку оно соответствует случаю, когда центр взрыва окажется на минимальном удалении от объекта.
- Выделяем основные элементы рассматриваемого объекта, от которых зависит функционирование промышленного объекта и выпуск необходимой продукции. Это:
 - здание;
 - виды оборудования;
 - коммунально-энергетические сооружения и сети;
 - средства связи;
 - средства транспорта, строительная техника, аэродромы.
- вычерчиваем таблицу результатов оценки устойчивости объекта к воздействию ударной волны.

Элементы промздания и их краткая характеристика	Степень разрушения при ΔP_{ϕ} , кПа										Предел устойчивости, кПа	Выход из строя при $\Delta P_{\phi_{max}}$, %
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90		
Здание												
Оборудова ние												
КЭС												

слабые разрушения	средние разрушения	сильные разрушения	полные разрушения
----------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------

5. По приложению №2 для каждого элемента согласно его характеристике находим избыточное давление, при которых элемент получит слабые, средние, сильные или полные разрушения. Для наглядности и удобства анализа в таблице результатов показываем графически степени разрушения элементов различной штриховкой.
6. Находим предел устойчивости каждого элемента рассматриваемого промпредприятия - избыточное давление, при котором элемент получает такую степень разрушения, при которой возможно восстановление разрушенного элемента силами объекта и возобновление производства продукции в короткие сроки. Это может быть в случае, если элемент цеха

получит среднюю степень разрушения. Если элемент может *получить* данную степень, разрушения при избыточных давлениях в определенном диапазоне (например 20-30 кПа), то за предел устойчивости берется нижняя граница давления (20кПа).

7. Определяем предел устойчивости предприятия в целом по минимальному пределу устойчивости входящих в его состав элементов $\Delta P_{\text{фмак}}$
8. Делаем выводы и предложения на основе анализа результатов оценки устойчивости и приложения 3.
9. Определяем предельное значение избыточного давления, не вызывающее смещения сооружений и оборудования от воздействия скоростного напора ударной волны.

Оценка устойчивости сооружений и оборудования к воздействию скоростного напора

Для сооружений и оборудования, быстро обтекаемых ударной волной (трансформаторы, станки, дымовые трубы, опоры и т.д.) наибольшую опасность представляет скоростной напор воздуха, движущийся за фронтом ударной волны. Давление скоростного напора определяется по формуле:

$$\Delta P_{\text{ск}} = f \cdot m \cdot g / C_x \cdot b \cdot n$$

m - масса оборудования;

g - ускорение свободного падения;

C_x - коэффициент аэродинамического сопротивления;

b - ширина оборудования;

n - высота оборудования.

При действии скоростного напора на объем возникает смещающая сила $P_{см}$, которая может вызывать: смещение оборудования относительно фундамента, его отбрасывание, опрокидывание оборудования, ударные перегрузки, т.е. мгновенное инерционное разрушение элементов оборудования.

Смещение оборудования, вызываемое действием ударной волны, может привести к слабым, а в ряде случаев и средним разрушениям. Степень разрушения оборудования резко повышается, если оно отбрасывается на какое-то расстояние, сопровождается ударами о другие предметы и вызывает дополнительные разрушения. Оборудование (станок, трансформатор, кран и т.д.)сдвинется со своего места, если смещающая сила $P_{см}$ будет превосходить силу трения $F_{тр}$ горизонтальную составляющую силы крепления Q , т.е. при

$$P_{см} = F_{тр} + Q$$

Задача №2. Определить предельное значение избыточного давления, не

Характеристика оборудования	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина l ,мм	1000	1900	800	700	1000	1900	1800	1100	1200	1500
Ширина b ,мм	900	1000	900	600	800	900	800	1000	1100	1000
Высота h ,ММ	1800	2700	1900	2000	2100	2000	2100	1700	2200	3500
Масса $ш$,кг	800	1000	1200	700	900	1000	900	800	1000	1100
	СТА-НОК легкий	станок	станок	станок легкий	станок	э/двигатель	трансформатор	э/двигатель	станок тяжелый	водонапорная башня

Порядок решения задачи №2

1. Определяем коэффициент трения f по таблице приложения 4.
2. Определяем коэффициент аэродинамического сопротивления C_x по таблице приложения 5.
3. Определяем предельное значение скоростного напора, не приводящее к смещению оборудования $\Delta P_{ск}$.
4. По величине $\Delta P_{ск}$ графику 1 (рис. 1) находим предельное значение избыточного давления, не вызывающее смещения оборудования;
5. Делаем вывод по результату расчета.

Контрольные вопросы

1. Назовите поражающие факторы ядерного взрыва.
2. Назовите вторичные поражающие факторы ядерного взрыва.
3. Чем опасна ударная волна для зданий и сооружений и людей?
4. Каковы виды воздействия ударной волны на людей?
5. Перечислите степени возможных разрушений от ударной волны.
6. По какому показателю оценивается устойчивость объекта к воздействию ударной волны?
7. Какие исходные данные необходимы для оценки устойчивости объекта к воздействию ударной волны?
8. Как определяется избыточное давление, не вызывающее смещение оборудования от действия скоростного напора ударной волны?

Рекомендуемая литература

1. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения. Справочник, Демиденко Г.П. Киев: Высш. школа, 1989г.
2. Юртушкин В.И. чрезвычайные ситуации. Защита населения и территорий.. Учебное пособие М.КНОРУС 2008
3. Ориентация и ведение гражданской обороны., и защиты населения, и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.. Под редакцией Г.Н. Кириллова

Избыточные давления ударной волны при различных мощностях ядерного боеприпаса и расстояниях до центра взрыва

Мощность боеприпаса, кТ	Избыточное давление ΔP_{ϕ} , кПа																
	20000	10000	500	250	200	150	100	90	80	70	60	50	40	30	20	15	10
	Расстояние до центра (эпицентра) взрыва, км																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	<u>0,05</u>	<u>0,07</u>	<u>0,09</u>	<u>0,13</u>	<u>0,15</u>	<u>0,17</u>	<u>0,21</u>	<u>0,23</u>	<u>0,26</u>	<u>0,29</u>	<u>0,32</u>	<u>0,36</u>	<u>0,45</u>	<u>0,54</u>	<u>0,75</u>	<u>0,95</u>	<u>1,4</u>
	<u>0,08</u>	<u>0,1</u>	<u>0,13</u>	<u>0,18</u>	<u>0,2</u>	<u>0,23</u>	<u>0,27</u>	<u>0,28</u>	<u>0,3</u>	<u>0,33</u>	<u>0,36</u>	<u>0,4</u>	<u>0,47</u>	<u>0,54</u>	<u>0,69</u>	<u>0,84</u>	<u>1,1</u>
2	<u>0,07</u>	<u>0,09</u>	<u>0,11</u>	<u>0,15</u>	<u>0,18</u>	<u>0,21</u>	<u>0,27</u>	<u>0,28</u>	<u>0,31</u>	<u>0,34</u>	<u>0,38</u>	<u>0,45</u>	<u>0,57</u>	<u>0,68</u>	<u>0,95</u>	<u>1,2</u>	<u>1,75</u>
	<u>0,1</u>	<u>0,13</u>	<u>0,17</u>	<u>0,23</u>	<u>0,25</u>	<u>0,29</u>	<u>0,35</u>	<u>0,36</u>	<u>0,4</u>	<u>0,44</u>	<u>0,49</u>	<u>0,5</u>	<u>0,59</u>	<u>0,68</u>	<u>0,87</u>	<u>1,05</u>	<u>1,4</u>
3	<u>0,08</u>	<u>0,1</u>	<u>0,13</u>	<u>0,18</u>	<u>0,21</u>	<u>0,24</u>	<u>0,31</u>	<u>0,32</u>	<u>0,36</u>	<u>0,41</u>	<u>0,47</u>	<u>0,52</u>	<u>0,65</u>	<u>0,78</u>	<u>1,1</u>	<u>1,35</u>	<u>2</u>
	<u>0,11</u>	<u>0,14</u>	<u>0,19</u>	<u>0,25</u>	<u>0,29</u>	<u>0,33</u>	<u>0,4</u>	<u>0,42</u>	<u>0,44</u>	<u>0,48</u>	<u>0,52</u>	<u>0,57</u>	<u>0,68</u>	<u>0,78</u>	<u>1</u>	<u>1,2</u>	<u>1,6</u>
5	<u>0,09</u>	<u>0,12</u>	<u>0,15</u>	<u>0,22</u>	<u>0,25</u>	<u>0,28</u>	<u>0,37</u>	<u>0,41</u>	<u>0,45</u>	<u>0,5</u>	<u>0,55</u>	<u>0,61</u>	<u>0,77</u>	<u>0,92</u>	<u>1,3</u>	<u>1,6</u>	<u>2,4</u>
	<u>0,13</u>	<u>0,17</u>	<u>0,23</u>	<u>0,31</u>	<u>0,34</u>	<u>0,29</u>	<u>0,47</u>	<u>0,5</u>	<u>0,54</u>	<u>0,58</u>	<u>0,63</u>	<u>0,68</u>	<u>0,68</u>	<u>0,92</u>	<u>1,2</u>	<u>1,45</u>	<u>1,9</u>
10	<u>0,11</u>	<u>0,15</u>	<u>0,18</u>	<u>0,27</u>	<u>0,32</u>	<u>0,36</u>	<u>0,46</u>	<u>0,5</u>	<u>0,55</u>	<u>0,61</u>	<u>0,67</u>	<u>0,77</u>	<u>0,96</u>	<u>1,15</u>	<u>1,6</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
	<u>0,17</u>	<u>0,22</u>	<u>0,29</u>	<u>0,39</u>	<u>0,43</u>	<u>0,49</u>	<u>0,59</u>	<u>0,64</u>	<u>0,69</u>	<u>0,74</u>	<u>0,8</u>	<u>0,65</u>	<u>1</u>	<u>1,15</u>	<u>1,5</u>	<u>1,8</u>	<u>2,4</u>
20	<u>0,15</u>	<u>0,18</u>	<u>0,24</u>	<u>0,35</u>	<u>0,4</u>	<u>0,45</u>	<u>0,6</u>	<u>0,7</u>	<u>0,8</u>	<u>0,85</u>	<u>0,9</u>	<u>1</u>	<u>1,1</u>	<u>1,5</u>	<u>2</u>	<u>2,6</u>	<u>3,2</u>
	<u>0,21</u>	<u>0,27</u>	<u>0,37</u>	<u>0,49</u>	<u>0,54</u>	<u>0,62</u>	<u>0,7</u>	<u>0,8</u>	<u>0,9</u>	<u>0,97</u>	<u>1</u>	<u>1,1</u>	<u>1,2</u>	<u>1,5</u>	<u>1,9</u>	<u>2,3</u>	<u>3</u>
30	<u>0,17</u>	<u>0,21</u>	<u>0,27</u>	<u>0,4</u>	<u>0,46</u>	<u>0,52</u>	<u>0,7</u>	<u>0,8</u>	<u>0,9</u>	<u>0,93</u>	<u>1</u>	<u>1,1</u>	<u>1,2</u>	<u>1,35</u>	<u>2,23</u>	<u>3</u>	<u>3,65</u>
	<u>0,24</u>	<u>0,31</u>	<u>0,42</u>	<u>0,5</u>	<u>0,62</u>	<u>0,7</u>	<u>0,8</u>	<u>0,9</u>	<u>1</u>	<u>1,05</u>	<u>1,1</u>	<u>1,2</u>	<u>1,3</u>	<u>1,35</u>	<u>2,13</u>	<u>2,6</u>	<u>3,4</u>

50	$\frac{0,2}{0,28}$	$\frac{0,25}{0,37}$	$\frac{0,32}{0,5}$	$\frac{0,47}{0,66}$	$\frac{0,54}{0,75}$	$\frac{0,61}{0,84}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{0,9}{1,1}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{1,1}{1,25}$	$\frac{1,2}{1,3}$	$\frac{1,3}{1,4}$	$\frac{1,4}{1,5}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{2,7}{2,6}$	$\frac{3,5}{3,1}$	$\frac{4,5}{4,2}$
100	$\frac{0,23}{0,36}$	$\frac{0,32}{0,46}$	$\frac{0,4}{0,62}$	$\frac{0,59}{0,83}$	$\frac{0,68}{0,92}$	$\frac{0,77}{1,05}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{1,2}{1,3}$	$\frac{1,3}{1,4}$	$\frac{1,4}{1,5}$	$\frac{1,6}{1,7}$	$\frac{1,7}{1,9}$	$\frac{2,1}{2,2}$	$\frac{2,6}{2,5}$	$\frac{3,8}{3,2}$	$\frac{4,4}{3,9}$	$\frac{6,5}{5,2}$
200	$\frac{0,32}{0,46}$	$\frac{0,4}{0,58}$	$\frac{0,51}{0,79}$	$\frac{0,7}{1,05}$	$\frac{0,86}{1,15}$	$\frac{0,97}{1,35}$	$\frac{1,2}{1,5}$	$\frac{1,4}{1,6}$	$\frac{1,5}{1,7}$	$\frac{1,6}{1,8}$	$\frac{1,8}{2}$	$\frac{1,9}{2,2}$	$\frac{2,5}{2,6}$	$\frac{2,9}{3}$	$\frac{4,4}{3,8}$	$\frac{5,5}{4,9}$	$\frac{7,9}{6,4}$
300	$\frac{0,36}{0,52}$	$\frac{0,46}{0,67}$	$\frac{0,58}{0,9}$	$\frac{0,85}{1,2}$	$\frac{0,98}{1,35}$	$\frac{1,1}{1,5}$	$\frac{1,37}{1,7}$	$\frac{1,57}{1,83}$	$\frac{1,67}{1,93}$	$\frac{1,85}{2,1}$	$\frac{2,07}{2,3}$	$\frac{2,27}{2,55}$	$\frac{2,8}{2,93}$	$\frac{3,35}{3,6}$	$\frac{4,95}{4,4}$	$\frac{6,35}{5,65}$	$\frac{9,1}{7,3}$
500	$\frac{0,43}{0,61}$	$\frac{0,54}{0,7}$	$\frac{0,69}{1,05}$	$\frac{1}{1,45}$	$\frac{1,15}{1,6}$	$\frac{1,3}{1,8}$	$\frac{1,7}{2,1}$	$\frac{1,9}{2,3}$	$\frac{2}{2,4}$	$\frac{2,3}{2,6}$	$\frac{2,6}{2,8}$	$\frac{3}{3,2}$	$\frac{3,4}{3,6}$	$\frac{4,2}{4,4}$	$\frac{6}{5,5}$	$\frac{7,55}{6,7}$	$\frac{11,5}{9}$
1000	$\frac{0,5}{0,77}$	$\frac{0,7}{1}$	$\frac{0,9}{1,35}$	$\frac{1,3}{1,4}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,7}{2,3}$	$\frac{2,2}{2,9}$	$\frac{2,4}{3}$	$\frac{2,7}{3,4}$	$\frac{3}{3,5}$	$\frac{3,3}{3,6}$	$\frac{3,6}{4}$	$\frac{4,3}{4,5}$	$\frac{5}{5,4}$	$\frac{7,5}{7}$	$\frac{9,5}{8,4}$	$\frac{14,3}{11,2}$
2000	$\frac{0,65}{1}$	$\frac{0,9}{1,3}$	$\frac{1,2}{1,7}$	$\frac{1,5}{2,1}$	$\frac{1,8}{2,5}$	$\frac{2,2}{2,9}$	$\frac{2,7}{3,4}$	$\frac{3}{3,7}$	$\frac{3,3}{3,9}$	$\frac{3,6}{4,2}$	$\frac{4,2}{4,6}$	$\frac{4,6}{5,1}$	$\frac{5,6}{5,7}$	$\frac{6,8}{7}$	$\frac{9,5}{8,8}$	$\frac{13}{10,7}$	$\frac{18}{14,2}$
5000	$\frac{0,85}{1,3}$	$\frac{1,3}{1,8}$	$\frac{1,8}{2,4}$	$\frac{2}{2,9}$	$\frac{2,5}{3,6}$	$\frac{3,1}{4,2}$	$\frac{3,7}{4,7}$	$\frac{4,2}{5}$	$\frac{4,4}{5,4}$	$\frac{5}{5,7}$	$\frac{5,6}{6,2}$	$\frac{6,5}{6,8}$	$\frac{7,6}{7,8}$	$\frac{9,3}{9,6}$	$\frac{13}{12}$	$\frac{14,6}{14,3}$	$\frac{24}{19,5}$
10000	$\frac{1,25}{1,7}$	$\frac{1,6}{2,2}$	$\frac{2}{2,9}$	$\frac{2,5}{3,6}$	$\frac{3,1}{4,2}$	$\frac{3,8}{5,2}$	$\frac{4,8}{6}$	$\frac{5,3}{6,3}$	$\frac{5,3}{6,7}$	$\frac{6,3}{7,2}$	$\frac{7}{7,7}$	$\frac{7,9}{8,5}$	$\frac{9,3}{9,6}$	$\frac{11,4}{11,6}$	$\frac{16,2}{15,3}$	$\frac{21,8}{18}$	$\frac{31,4}{24,5}$

Примечание: Числитель - для воздушного взрыва, знаменатель — для наземного взрыва.

**Степени разрушения элементов объекта при различных избыточных давлениях ударной волны,
КПа**

№ п/п	Элементы объекта	Разрушение			
		слабое	среднее	сильное	полное
Производственные, административные здания и сооружения					
1	Массивные промышленные здания с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25...50т	20...30	20...30	20...30	50...70
2	То же, с крановым оборудованием грузоподъемностью 60...100т	20...40	40...50	50...60	60...80
3	Бетонные, железобетонные здания и здания антисейсмической конструкции	25...35	80...120	150...200	200
4	Здания с легким металлическим каркасом и бескаркасной конструкции	10...20	20...30	30...50	50...70
5	Промышленные здания с металлическим каркасом и бетонным заполнением с площадью остекления около 30%	10...20	20...30	30...40	40...50
6	Промышленные здания с металлическим каркасом и сплошным хрупким заполнением стен и крыш	10...20	20...30	30...40	40...50
7	Многоэтажные железобетонные здания с большой площадью остекления	8...20	20...40	40...90	90...100
8	Здания из сборного железобетона	10...20	20...30	-	30...60

Продолжение приложения 6

№ п/п	Элементы объекта	Разрушение			
		слабое	среднее	сильное	полное
9	Одноэтажные здания с металлическим каркасом и стеновым заполнением из листового металла	5...7	7...10	10...15	15
10	То же, с крышей и стеновым заполнением из волнистой стали	7...10	7...15	10...25	25...30
11	Кирпичные бескаркасные производственно-вспомогательные здания с перекрытием (покрытием) из железобетонных сборных элементов одно- и многоэтажные	10...20	20...35	35...45	45...60
12	То же, с перекрытием (покрытием) из деревянных элементов одно- и многоэтажные	8...15	15...25	25...35	35
13	Здания филерной или трансформаторной подстанции из кирпича или блоков	10...20	20...40	40...60	60...80
14	Складские кирпичные здания	10...30	20...30	30...40	40...50
15	Легкие склады-навесы с металлическим каркасом и шиферной кровлей	10...25	25...35	35...50	50
16	Склады-навесы из железобетонных конструкций	20...35	35...70	80...100	100
17	Административные многоэтажные здания с металлическим или железобетонным каркасом	20...30	30...40	40...50	50...60
18	Кирпичные малоэтажные здания (один-два этажа)	8...15	15...25	25...35	35...45

19	Кирпичные многоэтажные здания (три этажа и более)	8...12	12...20	20...30	30...40
20	Деревянные дома	6...8	8...12	12...20	20...30
21	Доменные печи	20	40	80	100
22	Здания ГЭС	50...100	100...200	200...300	300
23	Затворы плотин	20...70	70...100	100	—
24	Остекление зданий обычное	0,5...1	1...1,5	1,5...3	—
25	Остекление зданий из армированного стекла	1...1,5	1,5...2	2...5	—

2. Некоторые виды оборудования

1	Станки тяжелые	25...40	40...60	60...70	—
2	Станки средние	15...25	25...35	35...45	—
3	Станки легкие	6...12	—	15...25	—
4	Краны и крановое оборудование	20...30	30...50	50...70	70
5	Подъемно транспортное оборудование	20	20...60	60...80	80
6	Кузнечно-прессовое оборудование	50	100...150	150...200	—
7	Ленточные железобетонные конвейеры	5...6	6...10	10...20	20...40
8	Ковшовые конвейеры в галерее на железобетонной эстакаде	8...10	10...20	20...30	30...50
9	Гибкие шланги для транспортирования сыпучих материалов	7...15	15...25	25...30	35...40

10	Электродвигатели мощностью от 2 до 10 кВт, открытые	20...40	40...50	—	50...80
11	То же, герметические	30...50	50...70	—	80...100
12	Электродвигатели мощностью от 2 до 10 кВт, закрытые	30...50	50...70	—	80...90
13	То же, герметически	40...60	60..75	—	75...110
14	Электродвигатели мощностью 10кВт и более, открытые	50...60	60...80	—	80...120
15	То же, герметические	60...70	70...80	—	80...120
16	Трансформаторы от 100 до 1000 кВ	20...30	30...50	50...60	60
17	Трансформаторы блочные	30...40	50...60	—	—
18	Генераторы на 1000..300 кВт	30...40	50...60	—	—
19	Открытые распределительные устройства	15...25	25...35	—	—
20	Масляные выключатели	10...20	20...30	—	—
21	Контрольно-измерительная аппаратура	5...10	10...20	20...30	30
22	Магнитные пускатели	20...30	30...40	40...60	—
23	Электролампы в плафонах	—	—	—	10...20
24	Электролампы открытые	—	—	—	5...7
25	Паровые котлы, парогенераторы	50...70	70...100	100...150	Более 150

3. Коммунально-энергетические сооружения и сети

1	Газгольдеры и наземные резервуары для ТСМ и химических веществ	15...20	20...30	30...40	40
2	Подземные, металлические и железобетонные резервуары	20...50	50...100	100...200	200
3	Частично заглубленные резервуары	40...50	50...80	80...90	90
4	Наземные металлические резервуары и емкости	30...40	40...70	70...90	90
5	Деревянные заглубленные хранилища стойчатой конструкции	20...40	40...60	60...100	100
6	Открыто расположенное оборудование артезианских скважин	70...110	110...130	130...170	170
7	Водонапорные башни	10...20	20...40	40...60	60
8	Котельные и регуляторные станции и другие сооружения в кирпичных зданиях	7...13	13...25	25...35	35...45
9	Металлические вышки сплошной конструкции	20...30	30...50	50...70	70
10	Трансформаторные подстанции закрытого типа	30...40	40...60	60...70	70...80
11	Тепловые электростанции	10...15	15...20	20...25	25...40
12	Распределительные устройства и вспомогательные сооружения электростанций	30...40	40...60	60...80	80...120
13	Кабельные подземные линии	200...300	300...600	600...1000	1500
14	Кабельные наземные линии	10...30	30...50	50...60	60

15	Воздушные линии высокого напряжения	25...30	30...50	50...70	70
16	Воздушные линии низкого напряжения	20...60	60...100	100...160	160
17	Воздушные линии низкого напряжения на деревянных опорах	20...40	40...60	60...100	100
18	Силовые линии электрифицированных железных дорог	30...50	50...70	70...120	120
19	Подземные стальные сваренные трубопроводы диаметром до 450мм	600...1000	1000...1500	1500...2000	2000
20	То же, с диаметром 350мм	200...350	350...600	600...1000	1000
21	Подземные чугунные и керамические трубопроводы на раструбках, асбестоцементные на муфтах	200...600	600...1000	1000...2000	2000
22	Трубопроводы заглубленные на 20 см	150...200	250...350	500	—
23	Трубопроводы наземные	20	50	130	—
24	трубопроводы на металлических или железобетонных эстакадах	20...30	30...40	40...50	—
25	Смотровые колодцы и задвижки на сетях коммунального хозяйства	200...400	400...600	600...1000	1000
26	Сети коммунального хозяйства(водопровод, канализация, газопровод) заглубленные	100...200	400...1000	1000...1500	1500
27	Сооружения коммунального хозяйства без ограждающих конструкций	50...150	150...250	250...300	300

4. Средства связи

1	Радиорелейные линии и стационарные линии связи	30...50	50...70	70...120	120
2	Воздушные линии телефонно-телеграфной связи	20...40	40...60	60...100	100
3	Шестовые воздушные линии связи	20...30	30...60	60...100	100
4	Кабельные наземные линии связи	10...30	30...50	50...60	60
5	Кабельные подземные линии связи	20...30	—	50...100	Болие100
6	Телефонно-телеграфная аппаратура вне укрытий	10...30	30...50	50...60	60
7	Антенные устройства	10...20	20...30	30...40	40
8	Переносные радиостанции	—	60...70	70...110	110

5.Защитные сооружения

1	Отдельно стоящие убежища, рассчитанное на избыточное давление ударной волны 5000кПа	500...600	600...700	700...900	900
2	Отдельно стоящие и встроенные убежища, рассчитанные на 300кПа	300...400	400...550	550...650	650
3	То же, на 200кПа	200...300	300...370	370...450	450
4	То же, на 100кПа	100...140	140...180	180...220	220
5	То же, на 50кПа	50...70	70...90	90...110	110
6	Противорадиационные укрытия, рассчитанные на 30кПа	30...40	40...60	60...110	90
7	Подвалы без усиления несущих конструкций	20...30	30...60	60...90	90
8	Входы в убежище с одеждой крутостей	30...40	40...80	80...120	120
9	Вход в убежище без одежды крутостей	30...40	40...60	60...80	80

6. Средства транспорта, строительная техника, мосты, плотины. Аэродромы

1	Грузовые автомобили и автоцистерны	20...30	30..50	55..65	90...150
2	Легковые автомобили	10...20	20...30	30...50	50
3	Автобусы и специальные автомашины с кузовами автобусного типа	15...20	20...45	45...55	60...80
4	Гусеничные тягачи и тракторы	30...40	40...80	80...100	110...130
5	Шоссейные дороги с асфальтовым и бетонным покрытием	120...300	300...1000	1000...2000	2000...3000
6	Железно дорожные пути	100...150	150...200	200...300	300...500
7	Подвижной железнодорожный состав	30...40	40...80	80...100	100...200
8	Землеройные дорожно-строительные машины	50...110	110...140	170...250	—
9	Металлические мосты с длинной пролета 30-40м	50...100	100...150	150...200	200...300
10	То же, с пролетом 100м и более	40...80	80...100	100..150	150...200
11	Мосты железнодорожные с пролетами 20м	50...60	60...110	110...130	200...300
12	То же, с пролетами до 10м	50..100	100...350	350...380	380...400
13	Деревянные мосты	40...60	60...110	110...130	200...250
14	Бетонные плотины	1000...2000	2000...5000	5000	10000
15	Земляные плотины ширенной 80-100м	150...70	700...1000	1000	Более1000
16	Взлетно-посадочные полосы	300...400	400...1500	1500...2000	2000...4000
17	Транспортные самолеты на стоянке	7...8	8...10	10...15	15
18	Вертолеты на стоянке	3..5	8...10	10...20	—
19	Торговые суда	80...100	100...130	130...180	—

Характеристика степеней разрушений ударной волной элементов объектов

Элементы объекта	Разрушение		
	слабое	среднее	сильное
1	2	3	4
<p>Производственные, административные и жилые здания</p> <p>Промышленное оборудование (станки, прессы, конвейеры, насосы, компрессоры, генераторы и т. п.)</p> <p>Газгольдеры, резервуары и емкости</p>	<p>Разрушение наименее прочных конструкций зданий, сооружений и агрегатов заполнений</p> <p>дверных и оконных проемов, срыв кровли, основное оборудование повреждено незначительно. Восстановительные работы сводятся к среднему восстановительному ремонту.</p> <p>Повреждение шестерен и передаточных механизмов, обрыв маховиков и рычагов управления. Разрыв приводных ремней. Восстановление возможно без полной разборки, с заменой поврежденных частей. Небольшие вмятины на оболочке, деформация трубопроводов.</p>	<p>Разрушение кровли, пере Городок, а также части Оборудования повреждение подъемно-транспортных механизмов. Восстановление возможно при капитальном восстановительном ремонте с использованием сохранившихся основных конструкций и оборудования</p> <p>Повреждение и деформация основных деталей, повреждение электропроводки, приборов автоматики. Использование оборудования возможно</p> <p>Смещение на опорах, деформация оболочек.</p>	<p>Значительные деформации несущих конструкций, разрушение большей части перекрытий, стен и оборудования. Восстановление элемента возможно, но сводится по</p> <p>Срыв с опор, опрокидывание, разрушение и деформация</p>

1	2	3	4
<p>Для нефтепродуктов и сжиженных газов.</p> <p>Мосты и эстакады.</p> <p>Подвижной железнодорожный состав, автотранспорт, инженерная техника, подъемно-транспортные механизмы, крановое оборудование.</p>	<p>повреждение запорной арматуры. Использование возможно после среднего (текущего) ремонта и замены поврежденных деталей. Небольшая деформация второстепенных элементов, грузоподъемность практически не уменьшается. Использование возможно после среднего ремонта. Частичное разрушение и деформация крышки, повреждение стекол кабин, фар и приборов. Требуется текущий(средний) ремонт.</p>	<p>подводящих трубопроводов повреждение запорной арматуры. Использование и возможно после капитального ремонта Разрушение и значительная деформация отдельных элементов, повреждение промежуточных опор. Частичное разрушение поперечных связей, снижение грузоподъемности на 50%. Движение по мосту и использование эстакад невозможно без восстановительных работ. Разрушение кузовов, крытых вагонов, повреждение кабин (кузовов), срыв дверей и повреждение наружного оборудования, разрыв трубопроводов систем питания, охлаждения и смазки. Использование возможно после ремонта с заменой поврежденных узлов</p>	<p>Оболочек, обрыв трубопроводов и запорной арматуры. Использование и восстановление невозможно.</p> <p>Смещение с опор и сильная деформация пролетного строения, повреждение верхней части промежуточных опор. Разрушение поперечных связей. Восстановление практически сводится к новому строительству.</p> <p>Опрокидывание, срыв отдельных частей, общая деформация рамы, разрушение кабины (кузова, грузовой платформы), срыв и повреждение радиаторов, крыльев, подножек, наружного оборудования двигателя. Использование невозможно требуется капитальный ремонт в заводских условиях.</p>

1	2	3	4
<p>Сооружения сети коммунального хозяйства.</p> <p>Убежища и противорадиационные укрытия.</p>	<p>Частичное повреждение стыков труб, контрольно-измерительной аппаратуры, верхней части стенок смотровых колодцев. При восстановлении меняются поврежденные элементы.</p>	<p>Разрыв и деформация труб в отдельных местах, повреждение стыков, фильтров, отстойников ,баков , выход из строя контрольно-измерительных приборов. Разрушение и сильная деформация резервуаров уровня жидкости. При восстановлении выполняются капитальный ремонт с замеленной поврежденных элементов. Разрушения примыкающие к участку хода сообщения, деформации и смещения стен, покрытий рам, дверей без значительного обвала грунта и засыпки им внутренних помещений. Для использования сооружений требуется восстановительный ремонт.</p>	<p>Разрушение и деформация большей части труб, повреждение отстойников насосного и другого оборудования. Повреждение арматуры, частичное разрушение и деформация остовов водозаборных колонок. Восстановление не возможно.</p> <p>Значительная деформация основных несущих конструкций, разрушение защитных дверей и внутреннего оборудования, обрушение крутостей, завал входов грунтом. Восстановление и использование для защиты людей невозможны.</p>

Коэффициент трения между поверхностями различных материалов

Приложение

Наименование трущихся материалов

Коэффициент трения

Наименование трущихся материалов	Коэффициент трения
----------------------------------	--------------------

Коэффициенты трения скольжения

Сталь по стали	0,15 0,3
Сталь по чугуну	0,2...0,4
Металл по линолеуму	0,6
Металл по дереву	0,2...0,5
Металл по бетону	0,4...0,6
Резина по твердому грунту	0,4...0,6
Резина по линолеуму	0,4...0,6
Резина по дереву	0,5...0,8
Резина по чугуну	0,8
Дерево по дереву	0,4...0,6
Кожа по чугуну	0,3...0,5
Кожа по дереву	0,4...0,6

Коэффициенты трения качения

Стального колеса по:	рельсу	0,05
	кафельной плитке	0,1
	линолеуму	0,15...0,2
	дереву	0,10...0,15

**Коэффициент аэродинамического сопротивления для тел
различной формы при $R_f > 50$ кПа**

Форма тела	C_x	Направление воздуха
Параллелепипед	0,85	Перпендикулярно квадратной грани
	1,3	Перпендикулярно прямоугольной грани
Куб	1,6	Перпендикулярно грани
Пластина квадратная	1,45	Перпендикулярно пластине
Диск	1,6	Перпендикулярно диску
Цилиндр:		
h/d=1	0,4	Перпендикулярно оси цилиндра
h/d=4	0,43	
h/d=9	0,46	
Сфера	0,25	
Полусфера	0,3	Параллельно плоскости основания
Пирамида	1,1	Параллельно основанию
Пирамида усеченная	1,2...1,3	

$\Delta P_{ск}, \text{кПа}$

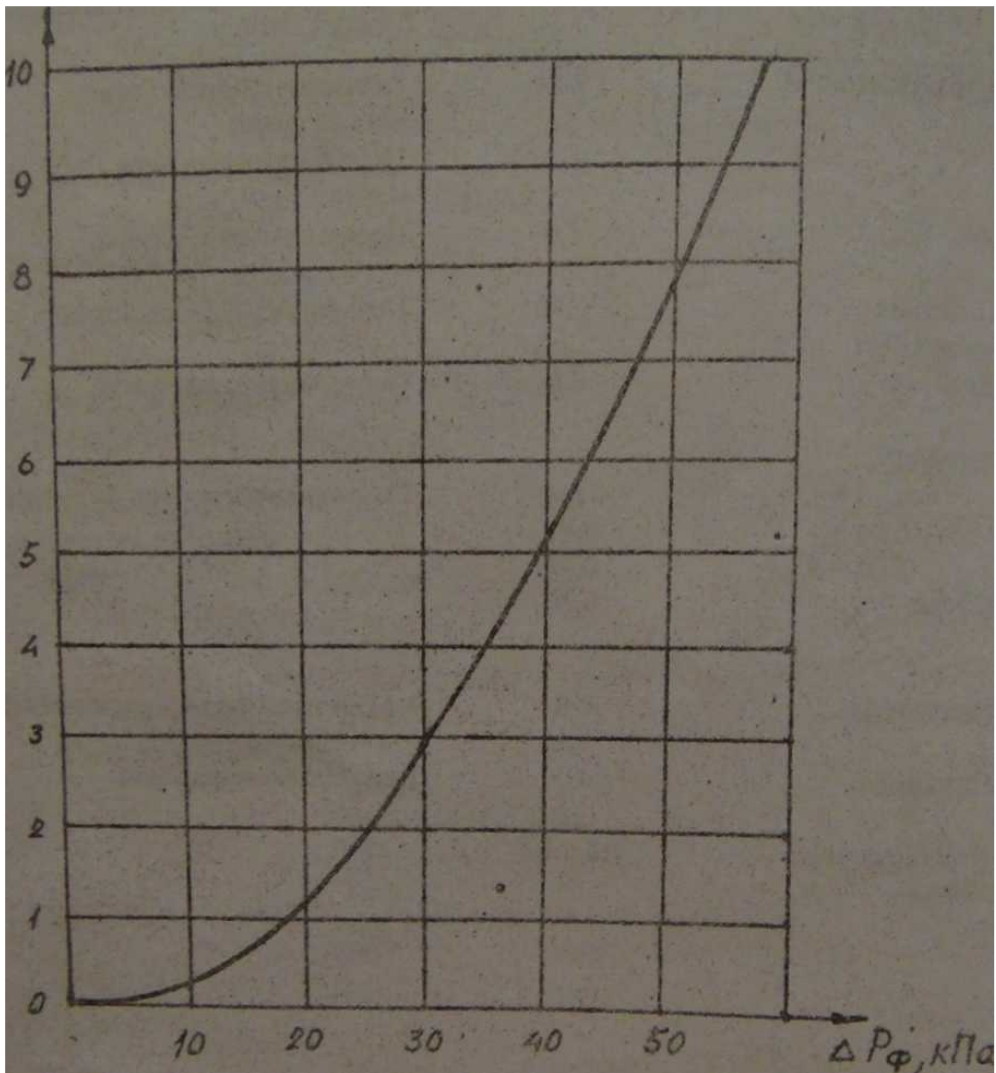


Рис.1. Зависимость скоростного напора $\Delta P_{ск}$ от избыточного давления ударной волны $\Delta P_{ф}$.

Оценка устойчивости объекта к воздействию

ударной волны ядерного взрыва

Методические указания
к практическому занятию для
студентов

Составитель: Мещанинова Н.Ф.

Редакция и корректура автора

Издательство

Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Подписано в печать

Формат 60x84/16

Заказ

Бумага офсетная № 1

Усл.-печ.л.

Тираж экз.

Печать ризографическая

Уч.-изд.л.

Отпечатано в полиграфическом секторе

издательства КГАСУ

420043, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1