

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический
университет



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к расчетно-практическому занятию
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»
**« Оценка обстановки в зоне
чрезвычайной ситуации
при взрывах и пожарах»**

для всех специальностей
дневной и заочной форм обучения

Заказ №___ от «___»_____2006 .Тираж 75 экз.
Изд-во СевНТУ.

**Севастополь
2006**



УДК.628+550.348+551.5+577.4

Методические указания к расчетно-практическому занятию по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»: «Оценка обстановки в зоне чрезвычайной ситуации при взрывах и пожарах» / Разработал А.А. Леонов. - Севастополь: Изд-во СевНТУ.- 2006г.-16с.

Цель методических указаний – закрепление и углубление теоретических знаний у студентов всех специальностей дневной и заочной форм обучения СевНТУ по теме «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» в нормативной дисциплине «Безопасность жизнедеятельности».

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры ПЭОТ, протокол №_3_, от «14»_11_2005 г.

Допущено учебно-методическим центром и НТС СевНТУ

Рецензент: доктор технических наук, профессор кафедры Прикладной экологии и охраны труда (ПЭОТ) Севриков В. В.

Разработал: Леонов А.А., кандидат технических наук, и.о. заведующего кафедрой Прикладной экологии и охраны труда.

Ответственный за выпуск: Севриков В.В., профессор кафедры ПЭОТ, доктор технических наук.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

/справочное/

Таблица В.1- Степени разрушения сооружений, объектов и поражения человека в зависимости от величины избыточного давления ΔP

Наименование объекта	Степень разрушения при избыточном давлении ΔP , кПа		
	Слабое	Среднее	Сильное
Многоэтажное кирпичное здание (более 3-х этажей)	8-12	12-20	20-30
Деревянное здание	6-8	8-12	12-20
Грузовая машина	20-40	40-50	50-60
Резервуар ГСМ	10-30	30-50	50-100
Характер поражения	Степень поражения открыто расположенных людей при избыточном давлении ΔP , кПа		
	Легкие	Средние	Тяжелые
Травмы	20-40	40-60	60-100

Таблица В.2 - Степени возгорания объектов и поражения человека в зависимости от величины теплового импульса U , кДж/м²

Наименование объекта	Тепловой импульс U , кДж/м ² , приводящий к воспламенению		
Кроны деревьев	500-700		
Кровля (рубероид)	530-800		
Характер поражения	Степень поражения открыто расположенных людей при тепловом импульсе U , кДж/м ²		
	Легкие	Средние	Тяжелые
Ожоги	80-100	100-400	400-600



ПРИЛОЖЕНИЕ А

/справочное/

Диаграмма А.1 - Оценка степени вертикальной устойчивости воздуха по данным прогноза погоды

Скорость ветра, м/с	НОЧЬ			ДЕНЬ		
	ясно	полу-ясно	пасмурно	ясно	полу-ясно	пасмурно
0,5	Инверсия		Изотермия	Конвекция		Изотермия
0,6-2,0						
2,1-4,0	Инверсия	Изотермия		Конвекция	Изотермия	
Более 4	Изотермия			Изотермия		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

/справочное/

Таблица Б.1- Предельные значения интенсивности теплового излучения J_0

Время воздействия	Степень поражения	J_0 , кДж/м ² × с
Длительное воздействие	Болевые ощущения	1,26
10-20 с	Ожог	10,5
5 мин	Возгорание древесины	17,5
3 мин	Возгорание горючей жидкости (мазут)	35

СОДЕРЖАНИЕ

Цель работы.....	3
1. Теоретический раздел.....	3
2. Порядок выполнения расчетов.....	7
3. Типовые задачи для решения на занятии.....	14
4. Индивидуальное расчетно-практическое задание.....	15
5. Содержание отчета о практическом занятии.....	15
6. Контрольные вопросы.....	16
Библиографический список.....	17
Приложения А.....	18
Приложения Б.....	18
Приложения В.....	19

ОЦЕНКА ОБСТАНОВКИ В ЗОНЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ ПРИ ВЗРЫВАХ И ПОЖАРАХ

Цель работы: ознакомить студентов с методикой оценки обстановки в зоне чрезвычайной ситуации, вызванной взрывами и пожарами.

В результате выполнения работы студент должен уметь самостоятельно производить оценку ожидаемой обстановки и выполнять необходимые расчеты.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Взрыв - внезапное изменение физического или химического состояния вещества, сопровождающееся крайне быстрым выделением энергии, которое приводит к разогреву, движению и сжатию продуктов взрыва и окружающей воздушной (газовой) среды, к возникновению интенсивного скачка давления и к разрушениям. При соприкосновении с воздухом газообразные продукты разложения некоторых веществ обладают способностью воспламеняться, что не только обуславливает разрушения от воздействия взрывной ударной волны, но и вызывает большие пожары.

Зоной чрезвычайной ситуации (ЧС) при взрывах называют территорию, в пределах которой происходит поражение людей животных, разрушаются или повреждаются здания и сооружения.



Таблица 3 - Исходные данные к расчетно-практическому заданию

Вариант	G, тонн	L ₁ , м	L ₂ , м	L ₃ , м
00-05	20	70	100	200
06-10	25	80	110	210
11-16	30	90	120	220
17-20	35	100	130	230
21-25	40	110	140	240
26-30	45	120	150	250
31-37	50	130	160	260
38-45	55	140	170	270
46-50	60	150	180	280
51-57	65	160	190	290
58-63	70	170	200	300
64-70	75	180	210	310
71-75	80	190	220	320
76-78	85	200	230	330
79-83	90	210	240	340
84-87	95	220	250	350
88-92	100	230	260	360
93-95	105	240	270	370
96-98	110	250	280	380
99	120	260	290	390

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1). Что такое зона ЧС при взрывах? Что такое взрыв?
- 2). Что такое зона ЧС при пожарах? Что такое пожар?
- 3). Каковы особенности взрывов ГВС?
- 4). Какие радиусы поражения имеют место при взрывах ГВС?
- 5). Как определяются ожидаемые безвозвратные потери людей при взрывах ВВ и ВОВ?
- 6). Как оценивают поражающее действие взрывов ВВ и ВОВ?
- 7). Как оперативно оценивают размер зоны ЧС при взрывах и безопасное расстояние от очагов пожара?
- 8). Какими параметрами характеризуется ВУВ?
- 9). Как разделяют пожары по масштабам и интенсивности?
- 10). Каковы основные действия человека при пожаре?

Следует отметить, что взрывы ГВС по радиусу поражения в 2-3 раза опаснее взрывов ВВ!

В 1989 году в Башкирии из-за разрыва газопровода у железнодорожного полотна образовалось огромное облако углеводородной смеси. При прохождении двух встречных пассажирских поездов произошел сильнейший взрыв, в результате которого погибли и пропали без вести почти 800 человек. 11 вагонов были сброшены с железнодорожного полотна, 7 из них сгорели полностью.

Зона ЧС при объемных взрывах разделяется на 5 радиусов (зон) поражения:

- радиус детонационной волны, находится в пределах облака взрыва;
- радиус действия продуктов взрыва, охватывает всю площадь разлета продуктов ГВС, в результате ее детонации;
- радиус действия воздушной ударной волны, где формируется фронт ударной волны, распространяющейся по поверхности земли;
- радиус действия теплового поля (пожары и ожоги людей);
- радиус действия токсического задымления (отравление людей, животных).

В зависимости от последствий взрыва и характера разрушений выделяют зоны: слабых, средних, сильных и полных разрушений.

Зона слабых разрушений характеризуется избыточным давлением во фронте ударной волны от 10 до 20 кПа. В этой зоне здания и сооружения получают незначительные разрушения.

Зона средних разрушений образуется при избыточном давлении от 20 до 30 кПа. В пределах этой зоны деревянные постройки разрушаются полностью, здания и сооружения получают частичные разрушения, образуются отдельные завалы.

В зоне сильных разрушений избыточное давление составляет от 30 до 50 кПа. В этой зоне жилые дома разрушаются полностью. Промышленные здания получают сильные разрушения, образуются местные и сплошные завалы.

Зона полных разрушений характеризуется избыточным давлением 50 кПа и более. В пределах этой зоны полностью разрушаются все жилые и промышленные здания и сооружения. Образуются сплошные завалы, разрушаются подземные коммунально-энергетические сети.



Пожар - это неконтролируемый процесс горения вне специального очага, наносящий ущерб. Ежедневно в Украине возникает 150 - 200 пожаров. За год число пожаров доходит до 60 000. Ежегодно в нашей стране в огне погибает около 10000 человек.

Опасными факторами пожара (ОФП) являются:

- открытый огонь и искры;
- повышенная температура окружающей среды и предметов;
- токсичные продукты горения;
- дым;
- падающие части строительных конструкций, агрегатов и установок.

Следует отметить, что значительное количество людей погибает на пожарах не от открытого огня, а от падающих частей строительных конструкций и отравления токсичными продуктами горения.

По масштабам и интенсивности пожары можно разделить на:

- отдельный пожар;
- сплошной пожар;
- огневой шторм;
- массовый пожар.

Отдельным считается пожар, который охватил отдельное здание, сооружение или небольшую изолированную группу домов.

Сплошной пожар характеризуется одновременным интенсивным горением большей части домов и строений на всей территории жилой застройки (при горении более 50% зданий и сооружений). При этом виде пожара в течение 1-2 часов огнем охватывается более 90% всех строений. В определенных условиях сплошные пожары могут переходить в огневой шторм.

Огневой шторм - особая форма сплошного пожара на значительной территории ($1,5-2 \text{ км}^2$), который характеризуется мощными восходящими вверх потоками продуктов горения и горячего воздуха, создающими условия для ураганного ветра, дующего со всех сторон к центру горящего района (скорость ветра 50 км/ч и более). При этом столб огня может подниматься на высоту до 5 км.

Под массовым пожаром понимают совокупность сплошных и отдельных пожаров на большой территории.

К основным характеристикам пожара относят:

- интенсивность теплового излучения пожара, J , Дж / $\text{м}^2 \times \text{с}$;
- удельная теплота сгорания, Q_c , кДж / кг;
- удельная теплота пожара, Q_0 , кДж / $\text{м}^2 \times \text{с}$.

(объем помещения 100 м^3) произошел взрыв. Требуется определить ожидаемый ущерб зданию. Как изменится ущерб, если объем помещения увеличить в 5 раз?

Задача 3.4

В зоне ЧС произошло разрушение емкости, из которой вылилось и произошло возгорание 20 м^3 бензина.

Требуется определить:

- 1) безопасное для человека расстояние от очага пожара;
- 2) на каком расстоянии от очага пожара возможно возгорание деревянных построек.

4. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

На объекте в дневное время произошел взрыв емкости с бутаном. В емкости находилось G тонн газа (смотри таблицу 3). Варианты в таблице выбирать по двум последним цифрам зачетной книжки студента.

Погода - пасмурно. Скорость ветра в момент аварии 2 м/с. Местность открытая. Токсическую дозу вещества в зоне задымления принять равной $2000 \text{ мг} \times \text{мин/л}$. Угловой коэффициент равен 0,08.

Требуется определить:

- 1) все радиусы поражения при взрыве ГВС;
- 2) будет ли разрушено многоэтажное кирпичное здание, находящееся на расстоянии L_1 (м) от места взрыва;
- 3) получат ли травмы люди, находящиеся открыто на расстоянии L_2 (м) от места взрыва;
- 4) получат ли ожоги люди находящиеся открыто на расстоянии L_3 (м) от места взрыва.

Примечание. Значения L_1 , L_2 , L_3 приведены в таблице 3.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет о практическом занятии должен содержать:

- 1). Название и цель занятия.
- 2). Краткие теоретические сведения.
- 3). Решение типовых задач с необходимыми пояснениями.
- 4). Выполненное индивидуальное задание, согласно своему варианту.
- 5). Выводы.



Q_f - удельная теплота взрыва (50×10^3 кДж/кг);

V_F - свободный объем помещения, m^3 ;

T_K - температура, принимаемая 293^0 К.

Поражающее действие взрывов ВВ и ВОВ в атмосфере оценивают путем сравнения расчетных значений избыточного давления ΔP и теплового импульса U с данными, представленными в справочном приложении В методических указаний.

3.ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

Задача 3.1

На объекте находится емкость со сжиженным пропаном, в которой 90 тонн газа.

Требуется определить:

- 1) в случае взрыва емкости, какое избыточное давление будет на расстоянии 200 м от места взрыва;
- 2) будут ли разрушены здания механического и сборочного цехов при взрыве емкости, если они расположены на расстоянии соответственно 300 и 500 м от места взрыва;
- 3) радиус действия теплового поля при взрыве емкости.

Задача 3.2

Обезвреженные преступники готовили террористический акт – взрыв автомобиля начиненного 1500 кг ВВ (гексоген) в центре города N, с плотностью населения 10000 человек на квадратный километр.

Требуется определить:

- 1) ожидаемые безвозвратные потери людей в случае взрыва автомобиля;
- 2) ожидаемый ущерб на расстоянии 50 и 100 м от места взрыва;
- 3) ожидаемую дальность разлета осколков автомобиля;
- 4) насколько изменится ожидаемый ущерб на расстоянии 50 и 100 м от места взрыва, если в качестве ВВ преступники использовали бы тротил.

Задача 3.3

В результате утечки 2 кг природного газа в квартире жилого дома

Основные действия при пожаре сводятся к следующему. Если невозможно потушить пожар своими силами следует, соблюдая спокойствие, немедленно покинуть горящее здание. Пользоваться лифтом нельзя. Для эвакуации следует использовать основные и запасные выходы и лестницы (вы должны изучить пути эвакуации в обычной обстановке). Уходя, выключите электроприборы, перекройте кран подачи газа, плотно закройте окна и двери в квартире.

Если лестничные марши задымлены (густой дым заполнил все выходы), следует плотно закрыть двери и окна в квартире, выйти на балкон и эвакуироваться по пожарной лестнице. Опасно входить в зону задымления при видимости менее 10 м. Дым очень токсичен, горячие газы могут обжечь легкие.

Если все безопасные выходы отсутствуют, оставайтесь в квартире. Плотнo закройте входную дверь и все окна в вашей квартире. У входной двери необходимо законопатить все щели мокрыми тряпками (для предотвращения проникновения дыма). Внутреннюю сторону двери целесообразно периодически поливать водой (во избежание повышения температуры). Незамедлительно сообщите пожарным о своем местонахождении в доме по телефону, при его отсутствии встаньте у окна, чтобы пожарным было известно о вашем пребывании в квартире. В городских условиях пожарным требуется всего несколько минут, чтобы прибыть на место пожара.

При проникновении дыма в вашу квартиру держитесь около пола: там всегда есть чистый воздух. Закройте рот и нос влажным платком или полотенцем.

Ни в коем случае не пытайтесь спускаться по водосточным трубам или прыгать с верхних этажей (каждый второй прыжок с четвертого этажа смертелен).

Если здание повреждено взрывом, то входить в него следует с осторожностью, убедившись в отсутствии значительных повреждений перекрытий. После выноса людей из зоны взрывов (разрушения) и пожаров следует немедленно приступить к оказанию первой медицинской помощи.

2.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ

2.1. Оценка обстановки при взрывах ВВ

Поражающим фактором при взрывах ВВ является ВУВ. ВУВ характеризуется двумя параметрами: избыточным давлением и давлением скоростного напора.



Оценка обстановки при взрывах ВВ может быть дана двумя способами.

При первом способе вначале определяют приведенный радиус R^* .

$$R^* = \frac{r}{\sqrt[3]{2 \times \eta \times G \times k_e}}, \quad (1)$$

где r - расстояние от центра взрыва ВВ, м;

η - коэффициент, учитывающий характер подстилающей поверхности: для металла - 1, для бетона - 0,95, для грунта и дерева - 0,6...0,8;

G - масса ВВ, кг;

k_e - коэффициент приведения данного вида ВВ к тротилу (выбирается по таблице 1).

Таблица 1- Значения коэффициента приведения k_e ВВ к тротилу

Вид ВВ	Тротил	Тритонал	Гексоген	Амонит	Тетрил	Амотол	Порох
k_e	1	1,53	1,3	0,99	1,15	0,94	0,66

Далее, в зависимости от значения приведенного радиуса вычисляется избыточное давление ВУВ. Если $R^* \leq 6,2$; то избыточное давление ΔP (кПа) рассчитывают по формуле

$$\Delta P = \frac{700}{3 \times \left(\sqrt{1 + R^{*3}} - 1 \right)}. \quad (2)$$

Если $R^* > 6,2$; то избыточное давление ΔP (кПа) определяется из выражения

$$\Delta P = \frac{70}{R^* \times \left(\sqrt{\lg R^*} - 0,332 \right)}. \quad (3)$$

Затем, для прогнозирования обстановки на пожаровзрывоопасных объектах рекомендуется на план объекта нанести зоны с радиусами, соответственно равными $\Delta P = 100; 50; 30; 20; 10$ кПа.

При втором (ориентировочном) способе оценки обстановки избыточное давление определяют по формуле

На практике для расчета безопасного расстояния R_s , (м) от различных очагов пожаров используют выражение

$$R_s = R_o \times \sqrt{\frac{\alpha \times Q_0}{J_0}}, \quad (20)$$

где R_o - характерный размер очага пожара, м;

α - коэффициент, учитывающий геометрию очага пожара (0,02 - плоский очаг - разлив горючего; 0,08 - объемный очаг - дом, резервуар);

Q_0 - удельная теплота пожара, кДж/м² × с;

J_0 - предельное значение интенсивности теплового излучения, кДж/м² × с, (справочное приложение Б).

Характерный размер очага пожара R_o , (м) определяется для объемного объекта соотношениями (21), а для разлитой горючей жидкости выражением (22)

$$R_o = \sqrt{S}, \quad (21)$$

где S - площадь горящего фронтона здания, м².

$$R_o = \sqrt{25,5 \times V_a}, \quad (22)$$

где V_a - объем разлившейся горючей жидкости, м³.

Безвозвратные потери людей N_d при взрывах ГВС ориентировочно определяют по формуле

$$N_d = 3 \times P \times G^{0,666}, \quad (23)$$

где P - плотность населения, тыс.чел. / км²;

G - количество ГВС, т.

Сравнивая формулы (6) и (23) можно сделать вывод, что взрывы ГВС в 3 раза опаснее (по радиусу поражения), чем взрывы ВВ.

Особую опасность представляют взрывы ВВ и ВОВ в помещениях, так как в ограниченном пространстве избыточное давление 30-40 кПа приводит к разрушению объекта.

Избыточное давление ΔP_F (кПа) при взрыве ГВС в помещении можно рассчитать по формуле

$$\Delta P_F = 14 \times \frac{G \times Q_f}{V_F \times T_K}, \quad (24)$$

где G - масса газа, кг;



R_3 - радиус действия воздушной ударной волны (или расстояние от центра взрыва до точки, в которой требуется определить избыточное давление ВУВ), м.

Если $\Psi \leq 2$, то избыточное давление ΔP_3 , (кПа) рассчитывают по формуле

$$\Delta P_3 = \frac{700}{3 \times \left(\sqrt{1 + 29,8 \times \Psi^3} - 1 \right)}. \quad (14)$$

Если $\Psi > 2$, то избыточное давление ΔP_3 , (кПа) определяют из выражения

$$\Delta P_3 = \frac{22}{\Psi \times \sqrt{\lg \Psi + 0,158}}. \quad (15)$$

Тепловой импульс от взрыва ГВС на расстоянии R (м) от центра взрыва рассчитывают по формуле

$$U = J \times t_c, \quad (16)$$

где U - тепловой импульс, кДж/м²;

J - интенсивность теплового излучения, кДж/м² × с;

t_c - продолжительность существования огненной сферы при взрыве ГВС, с.

Интенсивность теплового излучения J , кДж/м² × с определяют по формуле

$$J = Q_0 \times F \times T_A, \quad (17)$$

где Q_0 - удельная теплота пожара, кДж/м² × с, (для бензина – 1780-2200 кДж/м² × с, для смеси метана, пропана, бутана – 2800 кДж/м² × с);

F - угловой коэффициент взаимного расположения объекта и источника взрыва;

T_A - показатель прозрачности атмосферы, определяемый по формуле

$$T_A = 1 - 0,058 \times \ln R, \quad (18)$$

где R - расстояние (м), от центра взрыва до заданной точки.

Продолжительность существования огненной сферы при взрыве ГВС - t_c , (с) обычно принимают в следующих пределах

$$t_c = 0,45 \div \left(0,85 \times \sqrt[3]{G} \right), \quad (19)$$

где G - количество ГВС, т.

$$\Delta P = 95 \frac{\sqrt[3]{G}}{R} + 390 \frac{\sqrt[3]{G^2}}{R^2} + 1300 \frac{G}{R^3}, \quad (4)$$

где ΔP - избыточное давление, кПа;

G - масса заряда, кг;

R - расстояние от места взрыва, м.

Размер зоны ЧС при оперативных оценках вычисляют по зависимости

$$R_d = k_0 \times \sqrt[3]{G}, \quad (5)$$

где R_d - размер зоны ЧС, м;

k_0 - безразмерный коэффициент, характеризующий зоны разрушений (выбирается по таблице 2);

G - масса заряда, кг.

Таблица 2 -Значения коэффициента k_0

Наименование зоны	Значение избыточного давления ΔP , кПа	Значение коэффициента k_0
Слабого разрушения	10-20	13,5
Среднего разрушения	20-30	8,2
Сильного разрушения	30-50	6,4
Полного разрушения	50 и более	4,7

Избыточное давление определяет разрушающее, а давление скоростного напора - метательное, опрокидывающее действие ВУВ. Для оценки устойчивости объектов к воздействию скоростного напора необходимо воспользоваться специальной литературой, например [2].

Ожидаемые безвозвратные потери (чел.) N_k в зоне ЧС при взрывах ВВ рассчитывают по формуле

$$N_k = P \times G^{0,666}, \quad (6)$$

где P - плотность населения, тыс. чел. / км²;

G - масса ВВ, т.

2.2. Оценка обстановки при взрывах ГВС и пожарах

Для оценки обстановки при взрывах ГВС сначала рассчитывают радиусы поражения.

Радиус детонационной волны R_1 (м) определяют из выражения



$$R_1 = 17,5 \times \sqrt[3]{G}, \quad (7)$$

где G - количество ГВС, т.

Радиус действия продуктов взрыва R_2 (м) определяют по формуле

$$R_2 = 1,7 \times R_1. \quad (8)$$

Радиус внешней границы действия воздушной ударной волны R_3 (м) можно определить по графику, приведенному на рисунке 1.

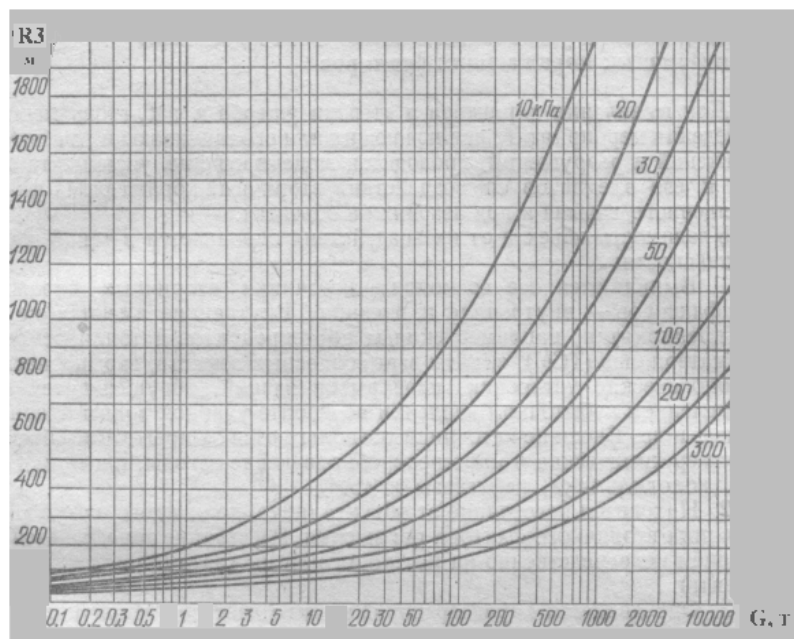


Рисунок 1- Зависимость радиуса R_3 от количества ГВС

Радиус действия теплового поля R_4 (м) вычисляют по формуле

$$R_4 = (3,1 \dots 3,6) \times R_2. \quad (9)$$

Радиус зоны токсического задымления R_5 (м) можно рассчитать по выражению

$$R_5 = \frac{34,2}{k_1} \times \left(\frac{G}{V_e \times k_2 \times D_m} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (10)$$

где k_1 - коэффициент шероховатости местности, для открытой местности $k_1 = 1$, для городской застройки, леса $k_1 = 3,5$;

k_2 - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы (для инверсии $k_2 = 1$, для изотермии $k_2 = 1,5$, для конвекции $k_2 = 2$);

V_e - скорость ветра, м/с;

D_m - токсическая доза вещества, мг $\times$ мин /л;

G - масса ГВС, кг.

Для определения степени вертикальной устойчивости атмосферы (СВУА) можно воспользоваться справочным приложением А методических указаний.

При всех видах взрывов образуется поле осколков (части оболочек резервуаров, стен зданий и т.д.).

Дальность полета осколков L_o , (м) определяется по формуле

$$L_o = 238 \times \sqrt[3]{G}, \quad (11)$$

где G - количество ГВС или ВВ, т.

Далее определяют избыточное давление для соответствующих радиусов поражения.

В пределах радиуса детонации R_1 избыточное давление может приниматься постоянным $\Delta P_1 = 1700$ кПа.

Для зоны R_2 избыточное давление ΔP_2 (кПа) определяют по формуле

$$\Delta P_2 = 1300 \times \left(\frac{R_1}{R} \right)^3 + 50, \quad (12)$$

где R_1 - радиус детонационной волны, м;

R - расстояние от центра взрыва до рассматриваемой точки, м.

Для определения избыточного давления в пределах радиуса R_3 вначале определяют относительную безразмерную величину Ψ по формуле

$$\Psi = 0,24 \times \frac{R_3}{R_1}, \quad (13)$$

где R_1 - радиус детонации, м;

