

Федеральное агентство по образованию

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

В. К. СМОЛЕНСКИЙ
И. А. КУПРИЯНОВ

**ГРАЖДАНСКАЯ ЗАЩИТА
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ
СИТУАЦИЯХ (ЧС)**

Учебное пособие
Часть 2

Санкт-Петербург
2007

Рецензенты: канд. техн. наук, проф. О. Н. Савчук (Высшее инженерное училище); академик, д-р педагог. наук, проф. Г. Л. Грозовский (Академия физической культуры); проф. В. А. Мозин (Академия театрального искусства)

Смоленский, В. К., Куприянов, И. А

Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях (ЧС). Часть 2: учебное пособие / В. К. Смоленский, И. А. Куприянов; СПб. гос. архит.-строит. ун-т. – СПб., 2007. – 99 с.

В данном пособии изучаются: понятие о российской системе предупреждения и действий в ЧС; понятие о ЧС и их классификация; поражающие факторы ЧС; оценка химической, инженерной, пожарной, радиационной, биологической, медицинской обстановки в условиях ЧС мирного и военного времени.

Пособие предназначено для студентов всех специальностей.

Табл. 16. Ил. 33. Библиогр.: 5 назв.

Рекомендовано Редакционно-издательским советом СПбГАСУ в качестве учебного пособия

© В. К. Смоленский, И. А. Куприянов,
2007

© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
2007

Тема 1. ПРИНЦИПЫ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ В ЧС

Цель: изучить основные принципы и способы защиты населения и территории в ЧС, виды и характеристики защитных сооружений, содержание и способы эвакуации, а также основные положения по обеспечению индивидуальной защиты на объектах экономики.

Учебные вопросы:

1. Способы защиты населения.
2. Защитные сооружения ГО.
3. Цели и способы эвакуационных мероприятий.
4. Средства индивидуальной защиты населения.

Введение

Защита жизни и здоровья населения в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени является основополагающей задачей РСЧС (ГО). Для её решения привлекаются все организации и силы страны.

В мирное время, заблаговременно, на всех ОЭ разрабатываются планы ГО на мирное и военное время на случай возникновения ЧС, возможных в данных конкретных условиях. Это могут быть аварии на АЭС, химических и других производствах, связанных со взрывами, пожарами, заражением территории; стихийные бедствия в виде наводнений, ураганов, землетрясений и т. д. Предусматриваются мероприятия при возникновении очагов поражения вследствие применения современного ОМП.

Во всех этих планах основным разделом является раздел о защите производственного персонала ОЭ, членов их семей и населения от воздействия поражающих факторов ЧС.

Защита основывается на следующих основных принципах:

1. Заблаговременная подготовка и осуществление защитных мероприятий (система оповещения; обеспечение защиты продовольствия и воды от РВ, ОВ, БС; накопление фонда ЗС; планирование проведения эвакуационных мероприятий; обеспечение населения СИЗ; обучение населения действиям в ЧС).

2. Дифференцированный подход к определению характера, объема и сроков проведения мероприятий ГО.

3. Комплексность проведения мероприятий ГО для наиболее надежной защиты населения и обеспечения устойчивости экономики страны. Согласованность эффективного применения способов и средств защиты от ОМП.

Вопрос 1. Способы защиты населения

Существует два способа защиты:

- укрытие населения в защитных сооружениях (ЗС) на территории проживания или работы;
- проведение эвакуационных мероприятий с удалением отдыхающих рабочих смен и неработающего населения за границы опасных зон (возможных разрушений, сильного радиоактивного или поражающего химического заражения).

Главным является первый способ, который обеспечивает сохранение жизни и здоровья людей при внезапном возникновении ЧС (аварии или нападении с применением ОМП). Второй способ требует некоторого времени для его осуществления и применяется при постепенном развитии ЧС (например, наводнения, пожары) или превентивно при угрозе нападения.

Оба способа предусматривают обязательность использования СИЗ. Направляясь в защитные сооружения или убывая в эвакуацию, их необходимо иметь наряду со средствами медицинской защиты.

Вопрос 2. Защитные сооружения ГО

Защитные сооружения (ЗС) – это инженерные сооружения, предназначенные для защиты населения от воздействия поражающих факторов ЧС мирного и военного времени (взрывной волны, тепловых излучений, радиационного, химического и бактериологического заражений и др.).

Защита обеспечивается не только наличием ЗС, но и возможностью заполнения их людьми в считанные минуты после сигнала «Внимание всем» и сообщения о ЧС.

Инженерные мероприятия по защите населения включают:

- накопление фонда ЗС в мирное время;
- содержание ЗС в готовности для использования по назначению;
- строительство быстровозводимых убежищ и укрытий при угрозе нападения или ЧС.

Контроль над организацией строительства ЗС возлагается на инженерную службу ГО города.

Содержание, приведение в готовность и эксплуатацию ЗС организует служба убежищ и укрытий объектов. За накопление и готовность ЗС отвечает лично начальник ГО объекта.

Для защиты населения также осуществляют:

1. Всеобщее обязательное обучение способам защиты.
2. Своевременное оповещение о возникновении ЧС.
3. Организацию радиационной, химической, бактериологической разведки, дозиметрического и лабораторного (химического и бактериологического) контроля.
4. Проведение противопожарных, противоэпидемических и санитарно-гигиенических мероприятий.
5. Соблюдение режимов радиационной защиты и поведения в зонах химического и бактериологического заражения.
6. Проведение санобработки людей и обеззараживания одежды, техники и местности.
7. Защиту продовольствия, воды, сельскохозяйственных животных и растений.

Виды и характеристики ЗС

Защитные сооружения ГО по назначению делятся на убежища ГО и укрытия ГО. Убежища защищают от всех поражающих факторов ЧС, укрытия защищают частично, ослабляя воздействие поражающих факторов ЧС.

Убежища ГО (рис. 1) по срокам строительства могут быть заблаговременно возводимыми (ЗВУ) или быстровозводимыми (БВУ). ЗВУ строятся заблаговременно для работающих смен объектов за 9 мес. при вместимости до 1000 чел., или за 12 мес. при вместимости свыше 1000 чел. БВУ строятся при угрозе нападения или возникновения ЧС в течение двух суток.

По степени защиты от ударной (взрывной) волны убежища делятся на классы в зависимости от расчетной величины избыточного давления во фронте ударной волны $\Delta P_{\text{ф}}$ (табл. 1). Для убежищ величина $\Delta P_{\text{ф}}$ должна быть не менее 0,1 МПа. При этом коэффициент ослабления радиации (коэффициент защиты) убежища должен составлять не менее 1000.

По расположению бывают убежища отдельно стоящие либо встроенные в подвальные или первые этажи зданий.

По вертикальной посадке в грунт различают убежища заглубленные (при глубине подземной части более 1,5 м), полузаглубленные

(при глубине подземной части менее 1,5 м) и возвышающиеся.

По конструктивному решению убежища могут быть монолитные, сборно-монолитные (ЗВУ) или сборные (БВУ).

Классы убежищ ГО

Таблица 1

Классы	ΔP_{ϕ} , МПа	K_3
А-I	0,5	5000
А-II	0,3	3000
А-III	0,2	2000
А-IV	0,1	1000
А-V	0,05	300
А	0,2	5000
А	0,1	3000

Укрытия ГО бывают противорадиационные (ПРУ) и простейшие. Противорадиационные укрытия при вместимости более 50 чел. оборудуются во вновь строящихся зданиях (основной вид ПРУ). При возникновении угрозы ЧС ПРУ могут быть размещены в приспособляемых помещениях внутри существующих зданий.

По степени защиты от γ -радиации ПРУ делятся на группы (табл. 2). Коэффициент противорадиационной защиты укрытия K_3 должен быть не менее 50. Если укрытие размещено в зоне возможных слабых разрушений, то дополнительно предъявляется требование по защите от ударной волны с избыточным давлением 0,02 МПа.

Группы ПРУ

Таблица 2

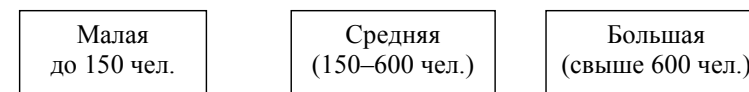
Группы	K_3	ΔP_{ϕ} , МПа
П-1	200	0,02
П-2	200	–
П-3	100	0,02
П-4	100	–
П-5	50	–
П	1000	0,02
П	500	0,02
П	500	–
П	20	–
П	10	–

УБЕЖИЩА

По времени возведения



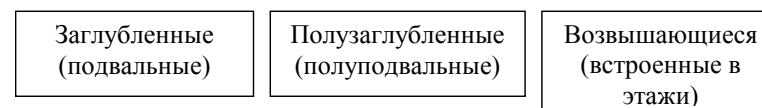
По вместимости



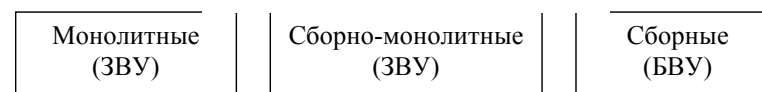
По расположению



По вертикальной посадке



По конструктивному решению



По степени защиты

$\Delta P_{\phi} \geq 0,1$ МПа; $K_3 \geq 1000$

Рис. 1. Классификация убежищ

Простейшие укрытия строятся и приспособляются для массового укрытия населения при нехватке убежищ и ПРУ. Это – щели открытые и перекрытые, приспособленные подвалы, погреба, горные выработки, подземные городские переходы и т. п. Щели открытые строятся за 12 ч, перекрытые – за 24 ч.

Все убежища и ПРУ, размещающиеся во вновь строящихся зданиях, оборудуются освещением, вентиляцией, водоснабжением, канали-

зацией и отоплением. В БВУ допускается применение упрощенного фильтровентиляционного оборудования с ручным или велосипедным приводом непромывного санузла, а также хранение питьевой воды в емкостях. Так как в ПРУ даже при режиме укрытия допускается выход укрываемых в них людей, то оборудуется помещение для загрязненной верхней одежды.

Приспособление под ПРУ погребов и других хозяйственных и бытовых помещений состоит в герметизации, повышении защитных свойств, устройстве простейшей вентиляции (рис. 2).

Герметизация достигается уплотнением дверных проемов и окон, заделкой щелей, мест вводов водопроводных и отопительных труб. Защитные свойства повышают подсыпкой грунта на перекрытие с одновременным их усилением стойками, заделкой оконных проемов и обсыпкой стен.

Естественная вентиляция осуществляется через приточный и вытяжной короба. Для обеспечения тяги, вытяжной короб должен быть выше приточного на 2 м. Приточный короб снабжается марлевым фильтром, карманом для осаждения пыли и шибером (задвижкой), а вытяжной – задвижкой; сверху оба короба имеют козырьки.

Первые 3–5 ч после радиоактивного заражения, вентиляционные отверстия в ПРУ закрыты. Затем каждые 5–6 ч осуществляют вентиляцию открытием задвижек приточного и вытяжного коробов на 20 мин, причем укрывающиеся одевают противогазы (респираторы).

ПРУ могут размещаться в горных выработках. Противорадиационная защита достигается размещением укрываемых на расстоянии от хода $L = 10S$, где S (m^2) – площадь сечения выработки. Предусматриваются помещения: для укрываемых из расчета 1 м/чел., санузел, места хранения загрязненной верхней одежды. Запасы воды и стоки размещаются в оборудованных вагонетках.

Самым массовым типом простейших укрытий являются щели. Щели отрываются в грунте в виде узких рвов глубиной 2 м и шириной 1,2 м по верху и 0,8 м по низу, ломаной линией в плане (рис. 3).

Длина прямого участка должна быть не более 10 м. Вместимость щелей принимается от 10 до 40 чел. В щелях вместимостью до 20 чел. устраивается один вход. Для увеличения защитных свойств щель перекрывают, а при входах устраиваются защитные двери или вертикальные лазы с люком. Перекрытие из бревен или железобетонных плит застилается рулонным материалом и засыпается слоем мятой глины и грунта.

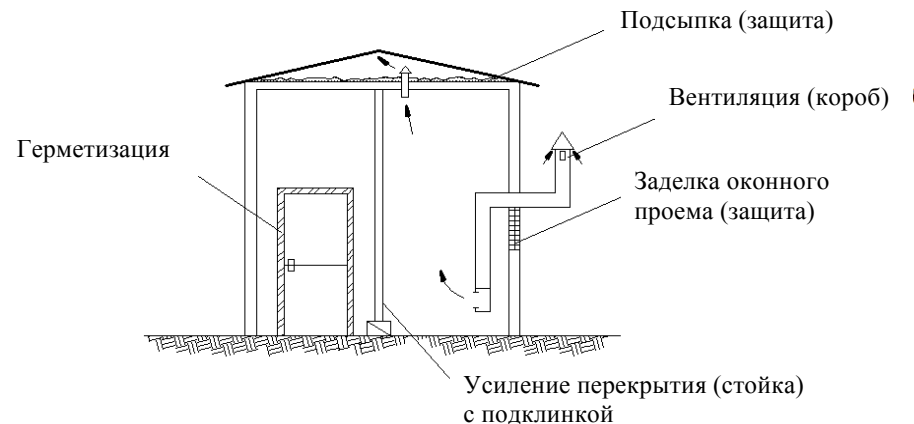
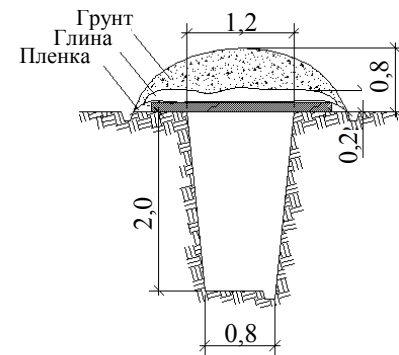


Рис. 2. Приспособление здания под ПРУ



Норма: 0,6 пог. м/чел.
Вместимость до 40 чел.

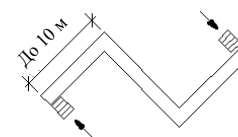


Рис. 3. Перекрытая щель в земле

Перекрытие и одежда крутоостей щели должны выдерживать нагрузку от веса грунтовой засыпки толщиной 80 см, бокового давления грунта и давления ударной волны на поверхности земли.

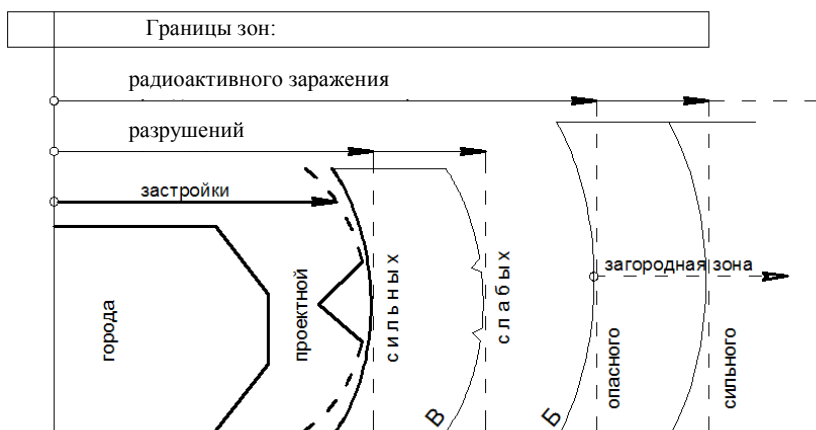
Для размещения укрываемых в щели устраиваются земляные ступеньки, обшитые досками. В стенах щели отрываются ниши для бачков с водой, продуктов питания, вещей и выносной тары для отходов. На обоих концах перекрытий щели устраиваются вентиляционные короба.

Карточка на строительство щели включает: вместимость, для кого предназначается, выделяемые силы и средства, сроки строительства, схема привязки к местным предметам, чертеж щели в плане и разрезе, график работ.

Работы состоят в трассировании щели, отрывке грунта, оборудовании щели. Строительство щелей производится поточным методом с применением комплекса механизмов.

Размещение защитных сооружений

Размещение ЗС в больших городах и на расположенных вне городов важных объектах экономики (ОЭ) определяется по прогнозируемым условиям военного времени с последующим уточнением по возможным авариям и стихийным бедствиям в районе расположения ОЭ (рис. 4).



Защитные сооружения				
Убежища	ПРУ	ПРУ	ПРУ	ПРУ
$\Delta P_{\phi} > 0,1$ МПа	$\Delta P_{\phi} > 0,02$ МПа	$K_3 > 100$	$K_3 > 50$	$K_3 > 10$
$K_3 > 1000$	$K_3 > 100$			
← Простейшие укрытия		→		

Рис. 4. Размещение защитных сооружений

Наиболее мощные защитные сооружения-убежища должны строиться для тех, кто остается работать в городе во время войны и других ЧС на объектах, расположенных в зонах возможных сильных разрушений: для укрытия рабочих, служащих, обслуживающего персонала – основной производительной силы общества.

В зоне возможных слабых разрушений сооружаются ПРУ с проверкой их ограждающих конструкций на действие слабой ударной волны и обломков от разрушения верхних этажей зданий (например, 0,01–0,02 МПа).

Вне возможного очага поражения, т. е. вне зоны действия ударной волны, достаточно укрыть людей в ПРУ, защитив их от радиации (ОВ и БС).

Вопрос 3. Цели и способы эвакуационных мероприятий

Понятие об эвакуации населения

Эвакуационные мероприятия как способ защиты населения проводятся с целью вывести людей из очагов ЧС, чтобы уменьшить возможные потери и создать группировку сил в загородной зоне для ведения СНР и ликвидации ЧС.

В военное время эвакуация населения проводится из зоны возможных сильных разрушений при угрозе нападения противника, но по особому распоряжению правительственных органов эвакуация может проводиться по территориально-производственному принципу, на значительные расстояния – за зону опасного радиоактивного заражения.

В мирное время эвакуация проводится в зависимости от того, возникли ЧС внезапно (одномоментно) или развиваются постепенно. Например, при аварийном выбросе АХОВ проводится экстренная эвакуация из зоны поражающего действия АХОВ по территориально-производственному принципу с размещением в общественных зданиях на ближайших безопасных территориях.

При аварии на АЭС сразу за 30-километровую зону эвакуируется поселок энергетиков – по территориальному принципу, так как работающие должны вернуться домой, чтобы взять семью и вещи. Население, накрываемое радиоактивными облаками с уровнями радиации более 5 мР/ч, эвакуируется также по территориальному принципу: город на город, район на район, чтобы избежать того, что произошло после Чернобыльской катастрофы, когда членам семьи, попавшим при эвакуации

в разные места, приходилось долго искать друг друга. Остальное население должно укрываться в ПРУ или герметизированных помещениях в течение 2–3 сут и далее действовать по указанию штабов ГО. По производственному принципу эвакуируют только больницы, интернаты и другие учреждения. Размещаться эвакуируемые будут как в общественных зданиях, так и в домах местных жителей.

При внезапных мощных взрывах на складах, объектах, транспорте возможна эвакуация населения с опасных территорий в оперативном порядке.

Если ЧС развиваются постепенно, как например, наводнения, пожары и др., проводится поквартирный обход с подробным инструктажем жителей. Население размещается на не затопляемых территориях вблизи мест проживания.

Видом эвакуомероприятий является также отселение жителей из районов, где недопустима сельскохозяйственная деятельность, которая проводится спустя определенное время после аварии на АЭС.

Виды эвакуации

Различают три вида эвакуации:

1. Эвакуация отдыхающей смены предприятий, продолжающих работу в городе в военное время или на опасной территории (например, при высоких уровнях радиации или концентрации АХОВ, когда работа ведется в СИЗ), так называемое рассредоточение. В этом случае смена организовано вывозится из города и размещается в ближайших к городу районах загородной зоны, поблизости от шоссе, автодорог, пристаней. Подвоз для посменной работы производится по скользящему графику не более чем за 4 ч туда и обратно.

2. Эвакуация населения – организованный вывоз или вывоз неработающего населения с размещением в удаленных районах загородной зоны. Они постоянно проживают там и в город не возвращаются до особого распоряжения. Сюда же относят отселение из районов, опасных для проживания. Эвакуируются также рабочие и служащие ОЭ, переносящие свою деятельность из городов в загородную зону (в том числе и вузы).

3. Частичная эвакуация, которая проводится скрытно и заблаговременно, до начала общих эвакуомероприятий. Осуществляется по специальному распоряжению правительственных органов.

Способы эвакуации

Эвакуация проводится тремя способами:

1. Вывод эвакуированных пешим порядком за зону возможных разрушений города. Колонны формируются по территориально-производственному принципу численностью от 500 до 1000 чел.; скорость движения (с вещами) – до 4–5 км/ч, малые привалы (10–15 мин) назначаются через 1–1,5 ч движения, большой привал – во второй половине перехода, за зоной возможных сильных разрушений города.

2. Вывоз транспортом (автомобильным, железнодорожным, речным, морским, авиа) осуществляется для работающих смен, населения, которое не может передвигаться пешком (инвалиды, больные и др.), женщин с детьми до 10 лет. Используются все виды транспорта, приспособленные для увеличенных норм посадки людей.

3. Комбинированный: вывоз из города большей части населения пешим порядком с одновременным (или последующим) вывозом остального населения всеми видами транспорта. Этот способ позволяет осуществить эвакуацию в кратчайшие сроки и поэтому считается основным.

Эвакоорганы

Для проведения эвакуации создаются эвакоорганы (рис. 5).

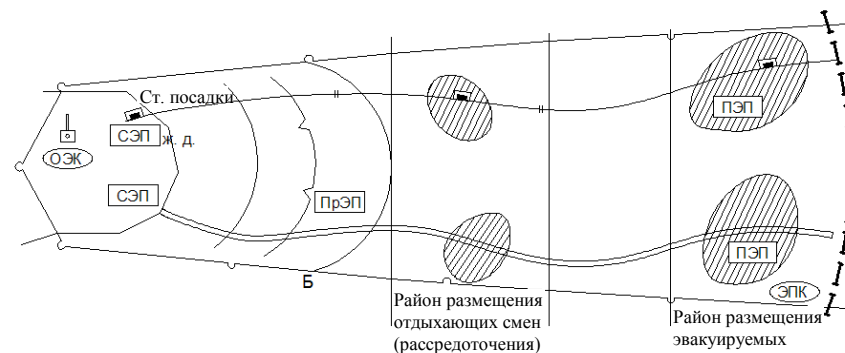


Рис. 5. Эвакоорганы

Объектовые эвакокомиссии (ОЭК) – планируют и организуют эвакуомероприятия на объекте.

Сборные эвакуационные пункты (СЭП) – для сбора, регистрации и отправки эвакуированных.

Промежуточные эвакуационные пункты (ПрЭП) создаются при перемене способа эвакуации за зоной возможных разрушений города для временного размещения, укрытия и дальнейшей отправки эвакуируемых. В мирное время ПрЭП не создаются.

Приемный эвакуационный пункт (ПЭП) – для встречи эвакуируемых и отправки их к месту размещения.

Эвакоприемные комиссии (ЭПК) – для размещения прибывших, обеспечения их работой, питанием, медобслуживанием.

Порядок эвакуации

Каждый гражданин должен знать порядок оповещения об эвакуации в рабочее и нерабочее время, каким способом он эвакуируется, где находится СЭП и пункт расселения при эвакуации.

При оповещении о начале эвакуации в установленное время с вещами нужно самостоятельно прибыть на СЭП.

При себе иметь:

СИЗ (противогаз, респиратор, ПТМ или ватно-марлевую повязку, одежду и обувь, приспособленные для защиты кожи);

свои медицинские лекарства, аптечку АИ-2, пакет перевязочный медицинский (ППМ), ИПП-8 (10), йод;

верхнюю одежду и обувь по сезону, теплые вещи;

постельное белье и туалетные принадлежности;

двухдневный запас непортящихся продуктов;

документы: паспорт, военный билет, трудовую книжку, свидетельства об образовании и рождении детей, деньги.

Руководитель эвакуации объявляет: пункт эвакуации, способ эвакуации, местоположение СЭП, время прибытия на него, срок прибытия в пункт эвакуации и адрес размещения на жительство.

После регистрации на СЭП в пути следования необходимо соблюдать дисциплину, выполнять все сигналы и указания начальников колонн и эшелонов, соблюдать свое место и оказывать помощь отстающим и больным, выполнять все распоряжения местных органов в пункте эвакуации.

Вопрос 4. Средства индивидуальной защиты населения

К средствам индивидуальной защиты (СИЗ) относятся:

- средства защиты органов дыхания;
- средства защиты кожи (рис. 6).

Они предназначены для защиты от радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств.

СИЗ у людей должны быть на работе (противогазы) и дома (простейшие и подручные средства).

Фильтрующие противогазы ПДФ-Д, ПДФ-Ш, ГП-5, ГП-7 защищают глаза и органы дыхания от газа, дыма, пара, тумана, капельно-жидких ОВ, радиоактивной пыли, аэрозолей, микробов и токсинов. Защита от окиси углерода обеспечивается навинчиванием к коробке гепкалитового патрона. Разновидностью фильтрующих противогазов являются промышленные противогазы со шлем-маской и сменными поглощающими коробками для различных АХОВ, имеющими соответствующую маркировку и цвет (для аммиака – буквы КД, цвет коробки – серый).

Изолирующие противогазы ИП-4, КИП-8 изолируют органы дыхания от окружающего воздуха. Дыхание происходит за счет запаса кислорода. Применяются при ведении работ на участках, зараженных АХОВ, и под водой.

Респираторы Р-2Д, Р-2 защищают органы дыхания (но не глаза) от радиоактивной пыли и вредных аэрозолей.

Простейшие средства защиты – противопылевая маска (ППМ), ватно-марлевая повязка – используются как респираторы.

Средства защиты кожи предохраняют кожу и одежду от попадания капельно-жидких ОВ, бактериальных средств, радиоактивной пыли, частично – от светового излучения.

Фильтрующая одежда из хлопчатобумажной ткани, обработанной специальными составами, применяется для повседневного ношения. Может применяться спортивная одежда с дополнительными средствами герметизации, пропитанная масляно-мыльной эмульсией.

Изолирующая одежда может быть герметичной (защитный комплект или костюм, комбинезон) или частично герметичной (плащ, накидка). Сроки пребывания людей в изолирующей одежде ограничиваются и зависят от температуры воздуха.

Средствами защиты органов дыхания (см. рис. 6) в первую очередь обеспечиваются: личный состав формирований повышенной го-

товности, других НФ, рабочие и служащие предприятий, которые будут продолжать работу в военное время, затем – все остальное население городов и сельской местности. Детскими противогазами в первую очередь обеспечиваются дети, проживающие в химически опасных городах.

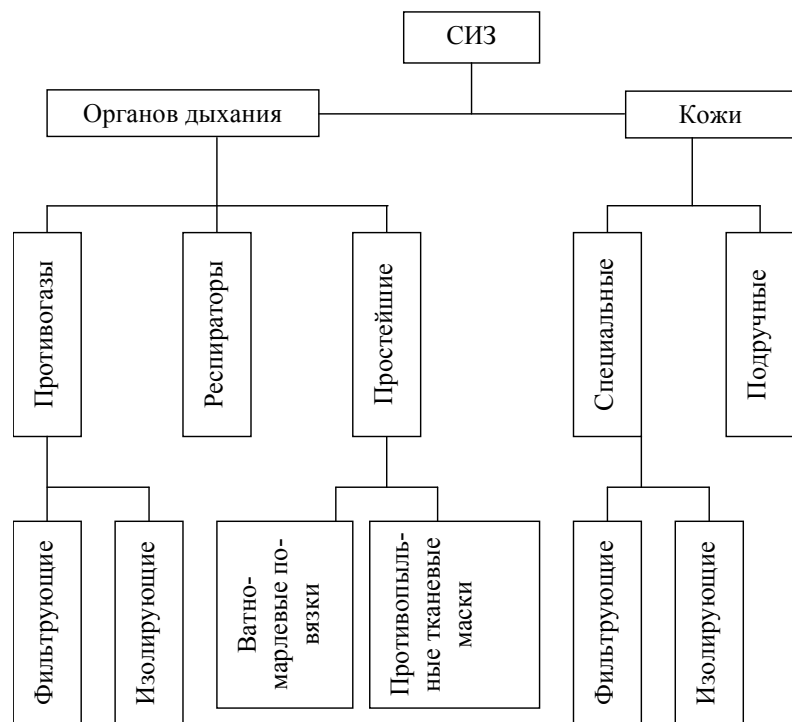


Рис. 6. Виды средств индивидуальной защиты (СИЗ)

Изолирующие и фильтрующие противогазы, а также специальные средства защиты кожи накапливаются на объектах экономики. Простейшие средства защиты органов дыхания и подручные средства защиты кожи изготавливаются (приспосабливаются) и накапливаются населением.

Средствами защиты кожи обеспечиваются только формирования ГО, в первую очередь разведывательные, противорадиационной и противохимической защиты, аварийно-технические.

Хранение СИЗ для рабочих и служащих предусматривается вблизи рабочих мест; для неработающего населения – по месту жительства.

Выдача СИЗ производится при объявлении угрозы нападения противника или при опасности возникновения ЧС.

Кроме СИЗ, население использует средства медицинской защиты и профилактики. К ним относятся:

- аптечка индивидуальная АИ-2;
- индивидуальный противохимический пакет ИПП-8 (10);
- пакет перевязочный медицинский (ППМ).

Аптечка АИ-2 предназначена для оказания само- и взаимопомощи при ранениях и ожогах и для ослабления поражений фосфорорганическими ОВ, бактериальными средствами и радиоактивными веществами.

Пакет ИПП-8 (10) предназначен для обезвреживания капельно-жидких ОВ, попавших на кожу (через 1–5 мин после попадания ОВ).

Перевязочный пакет предназначен для перевязки ран, ожогов, остановки малых кровотечений.

Рекомендуемая литература

1. Каммерер Ю. Ю., Кубырев А. К., Харкевич А. Е. Защитные сооружения гражданской обороны. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Журавлёв В. П. и др. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 1999.
3. Атаманюк В. Г. и др. Гражданская оборона: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1987.

Тема 2. УБЕЖИЩА ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

Цель: изучить основные требования к защитным сооружениям, объемно-планировочные, конструктивные решения и оборудование убежищ, основные положения по проектированию, организации строительства и приемке защитных сооружений в эксплуатацию.

Учебные вопросы:

1. Основные требования к убежищам ГО.
2. Объемно-планировочные и конструктивные решения убежищ.
3. Инженерно-техническое оборудование убежищ.
4. Организация проектирования и строительства ЗС.

Введение

При изучении темы «Принципы и способы защиты населения в ЧС» установлено, что основным способом защиты является укрытие людей в защитных сооружениях (ЗС). Среди них особое место принадлежит заблаговременно возводимым (капитальным) убежищам ГО, лучше других обеспечивающим защиту и жизнеобеспечение укрываемых.

Капитальные убежища ГО возводятся в мирное время по планам капстроительства в полном соответствии с нормами и утвержденными проектами, при строгом контроле качества производимых работ и оснащаются инженерно-техническим оборудованием заводского изготовления.

Капитальные убежища в первую очередь предназначаются для размещения пунктов управления начальников гражданской обороны (НГО) объектов и укрытия смены рабочих, служащих и обслуживающего персонала, продолжающих работу на данном объекте в военное время.

Убежища строятся на всех объектах народного хозяйства больших городов, а также на объектах вне городов, если они расположены в зоне возможных сильных разрушений. При этом степень защиты убежищ может быть различной.

Заблаговременно возводимые убежища ГО обеспечивают надежную защиту укрываемых от всех поражающих факторов ядерного взрыва, отравляющих веществ, бактериальных средств, а также от высоких температур и отравления продуктами горения при пожарах.

Вопрос 1. Основные требования к убежищам ГО

Заблаговременно возводимые убежища проектируют и строят в соответствии со СНиП II-11-77* «Защитные сооружения ГО» и указаниями «Руководство по проектированию строительных конструкций убежищ гражданской обороны» и «Руководство по проектированию инженерно-технического оборудования убежищ гражданской обороны».

Требования к убежищам ГО следующие:

1. *Обеспечение необходимой степени защиты укрываемых.* Степень защиты характеризуется классом убежища. Класс определяется расчетной величиной избыточного давления ΔP . Для убежищ ГО $\Delta P \geq 0,1$ МПа.

2. *Прочность, пространственная жесткость и равнопрочность* всех конструктивных элементов обеспечивается подбором соответствующих материалов и конструктивных схем.

3. *Невозгораемость и низкая теплопроводность ограждающих конструкций.* Обеспечивается подбором соответствующих конструкционных и теплозащитных материалов, толщиной ограждающих конструкций. При пожаре вблизи убежища или в здании над ним температура воздуха в сооружении не должна превышать 27–31 °С.

4. *Высокая степень ослабления проникающей радиации.* Достигается подбором конструкционных материалов и толщиной ограждающих конструкций, заглублением сооружений в грунт, обсыпкой грунтом выступающих частей конструкций. Для убежищ ГО $K_3 \geq 1000$.

5. *Полная герметичность сооружения.* Достигается подбором газоплотных материалов ограждающих конструкций, надежной герметизацией входных проемов, всех швов и технологических отверстий, созданием подпора воздуха в сооружении. Величина эксплуатационного подпора 50 Па (при режиме фильтровентиляции).

6. *Обеспечение укрытия расчетного количества людей.* Расчетная вместимость сооружения достигается соответствующими объемно-планировочными решениями в соответствии с нормами СНиП II-11-77*.

7. *Обеспечение условий обитаемости.* Достигается системами инженерно-технического оборудования, создающими необходимые температурно-влажностные параметры воздуха и обеспечивающими физиологические потребности людей наличием запасов воды, продовольствия и медикаментов.

Опасны для пребывания людей: температура выше 34 °С и концентрация кислорода менее 14 %, двуокиси углерода более 5 % и окиси углерода более 100 мг/м³.

Эти данные характеризуют предельно допустимые параметры газового состава воздуха. Кроме того, опасны температура тела выше 38 °С и частота пульса более 120 ударов в минуту (или менее 35 ударов в минуту) у большинства укрываемых.

В этих случаях улучшается газовый состав воздуха или люди выводятся из убежища.

8. *Автономность всех систем жизнеобеспечения.* Предусматривается на случай выхода из строя после ядерного взрыва внешних КЭС, обеспечивающих функционирование убежищ.

9. *Экономичность.* Достигается применением типовых проектов, типовых деталей и конструкций, максимальной индустриализацией и механизацией строительных работ.

Более экономичны:

- встроенные убежища, размещаемые в подвальных этажах административно-бытовых зданий наименьшей этажности (I и II степени огнестойкости);
- убежища наибольшей вместимости, так как удельная стоимость их значительно меньше, чем сооружений малой вместимости.

Обязательно двойное назначение убежищ, т. е. их использование как в мирное, так и в военное время. Перевод помещений на режим ЗС должен осуществляться в возможно короткий срок (обычно не более 12 ч).

10. *Размещение убежищ должно обеспечить возможность заполнения их после сигнала ВТ в короткий промежуток времени* (например, за 10 мин). Поэтому их располагают в местах наибольшего сосредоточения укрываемых, чтобы «радиус сбора» был минимальным (например, до 500 м),

Убежища должны размещаться на пожаробезопасных участках, которым не грозит затопление ливневыми или аварийными водами, на безопасных расстояниях от пожаровзрывоопасных емкостей и технологических установок.

Вопрос 2. Объемно-планировочные и конструктивные решения убежищ

Встроенные убежища ГО размещаются в подвальных, цокольных и первых этажах зданий (рис. 7). Предусматривается подсыпка грунта

по покрытию слоем до 1 м с прокладкой в ней инженерных коммуникаций.

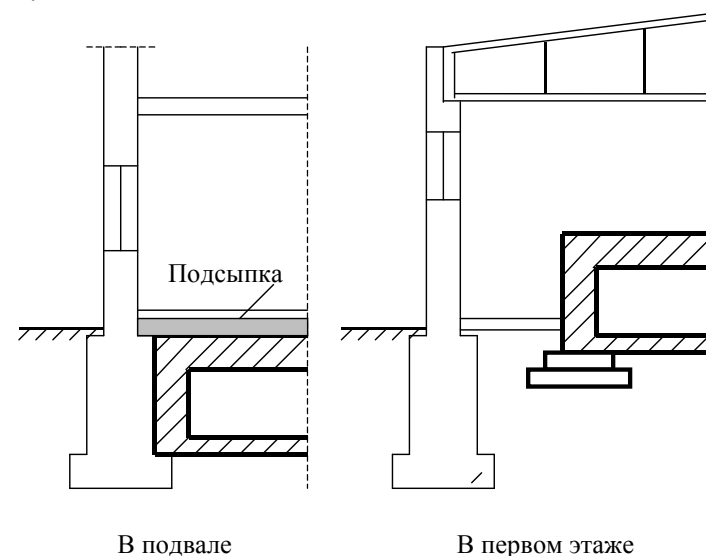


Рис. 7. Размещение встроенных убежищ

Отдельно стоящие убежища ГО проектируют после обоснования при невозможности устройства встроенных убежищ или при сложных гидрогеологических условиях. Они могут быть заглубленные, полузаглубленные и возвышающиеся.

Обвалование производится грунтом, толщина слоя которого принимается по расчету защиты от гамма-нейтронной радиации (формула (36) СНиП II-11-77*), но обычно не менее 0,5 м и не более 1 м.

Нормируется удаление от зданий, вынос бровки и крутизна откоса (рис. 8).

В задании на проектирование убежища ГО указывается:

- класс убежища;
- количество укрываемых мужчин и женщин в работающей смене;
- режимы вентиляции (два или три);
- назначение помещений в мирное время.

Вместимость убежища, как правило, не менее 150 чел.

Принята определенная индексация проектов, например: А-II-750-78: А – убежище ГО; II – класс убежища; 750 (чел.) – расчетная вместимость; 78 – номер типового проекта.

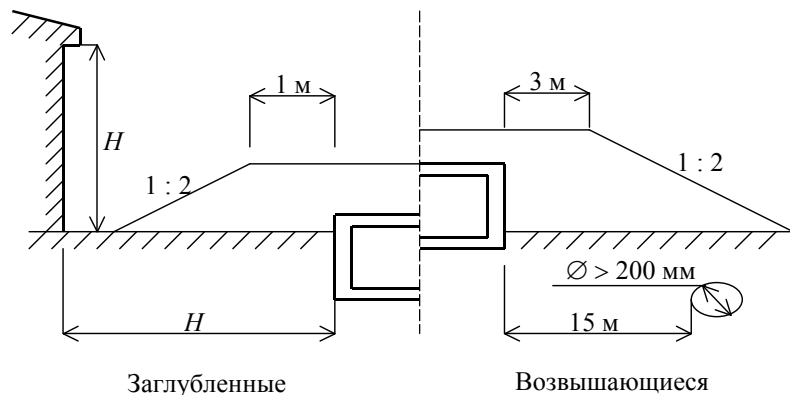


Рис. 8. Нормы удаления от зданий, выноса бровки и крутизны откоса

При проектировании и строительстве убежищ ГО принимают объемно-планировочные решения, конструктивные решения и выбирают инженерно-техническое оборудование при строгом соблюдении норм проектирования ЗСГО и строительных норм.

Объемно-планировочные решения убежищ

Объемно-планировочные решения должны обеспечивать: простую планировку помещений; экономичное использование внутренних объемов и площадей; удобство заполнения убежища, размещения укрываемых и их выхода; создание условий для длительного пребывания людей; рациональное размещение инженерно-технического оборудования и целесообразное использование помещений в мирное время.

В убежище ГО должны быть следующие помещения:

Основные:

1. Помещение для укрываемых.
2. Пункт управления (ПУ).
3. Медпункт (и санитарные посты).

Вспомогательные:

4. Фильтровентиляционное помещение (ФВП).
5. Санитарные узлы.
6. Защищенная дизельная электростанция (ДЭС).
7. Защищенные входы и выходы с тамбур-шлюзами, тамбурами.
8. Помещения для хранения продовольствия.
9. Электрощитовая.

При принятии объемно-планировочных решений учитываются следующие нормативные требования:

1. Помещение для укрываемых

Норма площади пола – $0,5 \text{ м}^2/\text{чел.}$, объем помещений – $1,5 \text{ м}^3/\text{чел.}$, высота помещения от пола до низа выступающих конструкций покрытия – $2,15 \text{ м}$. Мест для сидения – 80% ; размер сиденья $0,45 \times 0,45 \text{ м}$; для лежания – 20% , размер – $0,55 \times 1,8 \text{ м}$. Нормативы даны для обычного двухъярусного расположения нар.

2. Пункт управления

Помещение предназначается для штаба ГО объекта и устраивается при численности наибольшей смены военного времени более 600 чел. в одном из убежищ, где имеется ДЭС, вблизи входа. Норма площади пола – $2 \text{ м}^2/\text{чел.}$ При численности работающих до 10 чел. проектируются 2 комнаты (рабочая и комната связи); до 25 чел. – 3 комнаты (две рабочих комнаты и комната связи).

3. В защитных сооружениях на каждые 500 укрываемых предусматривается один санитарный пост площадью 2 м^2 , но не менее одного поста на сооружение. В убежищах вместимостью 900–1200 чел. кроме санитарных постов размещают медицинский пункт площадью 9 м^2 . На каждые 100 чел. сверх 1200 чел. площадь медпункта увеличивается на 1 м^2 .

4. Фильтровентиляционное помещение (ФВП)

Предусматривается при вместимости убежища более 150 человек. При меньшей вместимости фильтровентиляционное оборудование располагается в помещении для укрываемых и отделяется металлической сеткой. ФВП размещается у капитальной стены вблизи аварийного выхода или входа. Размеры помещения определяются числом и размерами фильтровентиляционных агрегатов.

5. Санитарные узлы

Делаются раздельными для мужчин и женщин с самозакрывающимися дверями. Один унитаз (напольная чаша) предусматривается на 75 женщин или на 150 мужчин. Кроме того, на 150 мужчин должен быть писсуар (два прибора) или $0,6 \text{ пог. м}$ лоткового писсуара. В каждом санузле должен быть один умывальник. На 200 чел. укрываемых должен быть один умывальник. Предусматривается также установка аварийных резервуаров для сбора стоков из расчета 2 л/сут на человека.

6. Защищенная дизельная электростанция (ДЭС)

Проектируется в одном из убежищ и обеспечивает энергией все убежища объекта. ДЭС отделяется от других помещений и размещает-

ся у наружной стены. Вход осуществляется через тамбур с двумя герметическими дверями, так как воздух очищается только от пыли и может быть заражен ОВ и бактериальными средствами. В этом случае работа выполняется в СИЗ.

ГСМ объемом до $1,5 \text{ м}^3$ хранятся в машинном зале, при большем объеме – в отдельном помещении с герметической дверью (ГД). Щитовая отделяется от помещения для укрываемых обычной дверью. Смотровые окна в стенах ДЭС не предусматриваются.

7. Защищенные входы и выходы с тамбур-шлюзами, тамбурами

Проектируются в количестве не менее двух, с противоположных сторон убежища и с тамбурами. Входы включают:

- лестничный спуск или пандус;
- предтамбур (ниша или площадка с козырьком);
- тамбур-шлюз или тамбур;
- входной проем с дверями (распашными или откатными).

Входы могут быть тупиковыми и сквозниковыми. Нагрузка на стены и защитно-герметические двери тупикового входа примерно вдвое больше, чем сквозникового входа.

Конструкция защитно-герметических дверей (ЗГД) должна соответствовать классу убежища. При вместимости до 600 чел. может быть один вход и один аварийный выход с тоннелем и вертикальной шахтой, имеющей защищенный оголовок. Тоннель имеет сечение размерами $0,9 \times 1,3 \text{ м}$ и отделяется от убежища защитно-герметическими и герметическими ставнями. Во встроенных убежищах оголовок аварийного выхода должен располагаться на незаваливаемой территории.

При вместимости более 600 чел. размеры тоннеля $1,2 \times 2,0 \text{ м}$, вместо ставней устраивается тамбур с дверями $0,8 \times 1,8 \text{ м}$ и аварийный выход совмещается со входом.

При высоком уровне грунтовых вод аварийный выход (рис. 9) проектируется в виде защищенной шахты, проходящей через покрытие. Высота оголовка в пределах разрушенного здания принимается равной $0,15H$ в производственных многоэтажных зданиях; $0,25H$ – в административно-бытовых и жилых зданиях.

Тамбур-шлюзы имеют две защитно-герметические двери. Они предназначены для выхода разведывательных формирований, и в них сидя могут укрываться опоздавшие люди. Тамбур-шлюзы устраиваются при одном из выходов; при вместимости более 600 чел. они выполняются двухкамерными. Размеры дверных проемов – $0,8 \times 1,8 \text{ м}$ или

$1,2 \times 2,0 \text{ м}$. Площадь камеры при ширине дверного проема $0,8 \text{ м} – 8 \text{ м}^2$, при ширине $1,2 \text{ м} – 10 \text{ м}^2$.

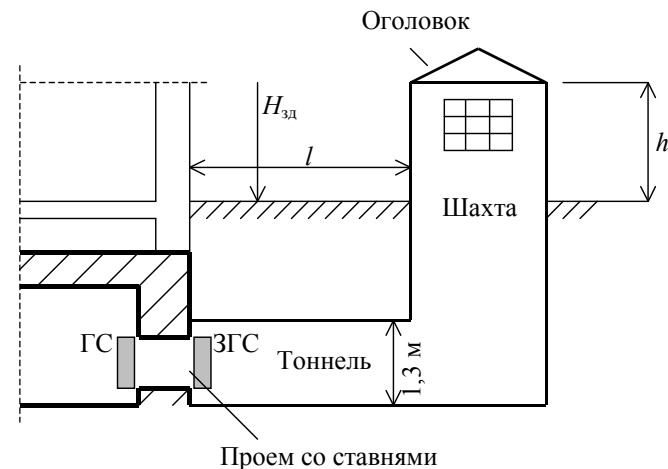


Рис. 9. Аварийный выход

Тамбуры отличаются от тамбур-шлюзов (рис. 10) тем, что имеют одну защитно-герметическую дверь, а другую – герметическую.

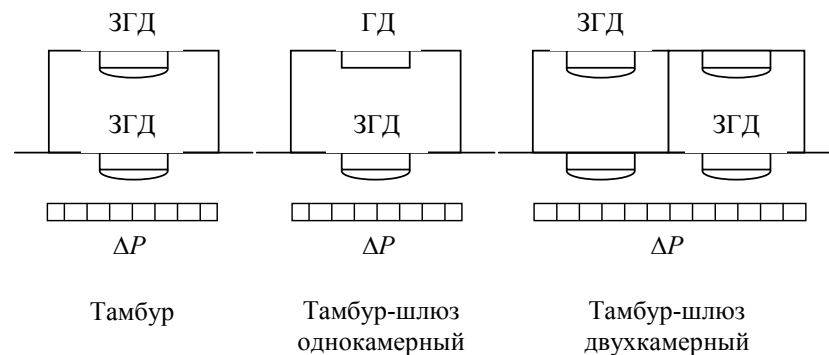


Рис. 10. Тамбуры и тамбур-шлюзы

8. Помещения для хранения, фасовки и выдачи продовольствия

Проектируются из расчета одно помещение на 600 чел. укрываемых. Если помещений несколько – они располагаются рассредоточенно, подальше от санузлов и медпунктов.

При числе укрываемых до 150 чел. площадь помещения – 5 м², на каждые следующие 150 чел. добавляется по 3 м².

Продовольствие располагается на стеллажах в транспортной таре. Для защиты от грызунов пол и стены армируются металлической сеткой с ячейками 12 × 12 мм на высоту 0,5 м, двери обиваются оцинкованным железом.

Пример. При вместимости 750 чел. нужны два помещения общей площадью $5 + 3 \cdot 4 = 17$ м², например, 9 и 8 м².

9. Электрощитовая

В помещении размещаются вводные устройства, распределительные щиты и щит управления ДЭС. Дверь обычная, открывается наружу (в помещение для укрываемых) и снабжается самозапирающимися замками.

Баллонная с защитно-герметической дверью устраивается для размещения баллонов с кислородом при наличии режима регенерации и использовании регенеративных патронов.

При применении регенерационных установок баллонная не нужна.

Конструктивные решения убежищ

По конструктивным решениям заблаговременно возводимые убежища могут быть:

- монолитно-бескаркасной конструкции, бетонированные в котловане на месте возведения как единое целое;
- сборные – монтируемые в котловане из готовых элементов промышленного изготовления; обычно применяются при возведении БВУ (А-III-50 и др.);
- сборно-монолитные каркасной конструкции, монтируемые в котловане из типовых железобетонных элементов для убежищ промышленного изготовления (серии У-01-01, У-01-02) с последующим замоноличиванием стыков элементов и покрытия сооружения.

Сборно-монолитная конструкция является основной при массовом строительстве ЗСГО.

Для убежищ IV класса допускается использование типовых конструкций ПГС с обязательным их усилением.

Железобетонные стены и перекрытия, не обсыпанные грунтом, при толщине менее 50 см должны иметь термоизоляционный слой из кирпичной кладки, шлака или грунта (табл. 6 СНиП II-11-77*).

Конструктивную схему встроенных убежищ выбирают с учетом конструкций здания, в котором устраивается убежище, и на основе технико-экономической оценки объемно-планировочных решений.

Конструктивными элементами убежища являются:

1. Несущие и ограждающие конструкции основного сооружения: наружные стены; внутренние стены и колонны; фундаменты отдельные столбчатые (под колонны), ленточные (под стены), а в водонасыщенных грунтах – сплошная фундаментная плита.

2. Элементы входов: стены тамбуров, тамбур-шлюзов, предтамбуров, лестничных спусков и пандусов, перекрытия над ними, входные проемы с защитными устройствами (дверями, ставнями, воротами), оголовки над входами в убежище.

3. Элементы аварийных выходов: стены, перекрытия и фундаменты тоннеля и защищенного оголовка, проемы с защитными устройствами (дверями, ставнями, унифицированными защитными секциями).

Комплект железобетонных типовых элементов для убежища ГО серии У-01-01 включает (рис. 11):

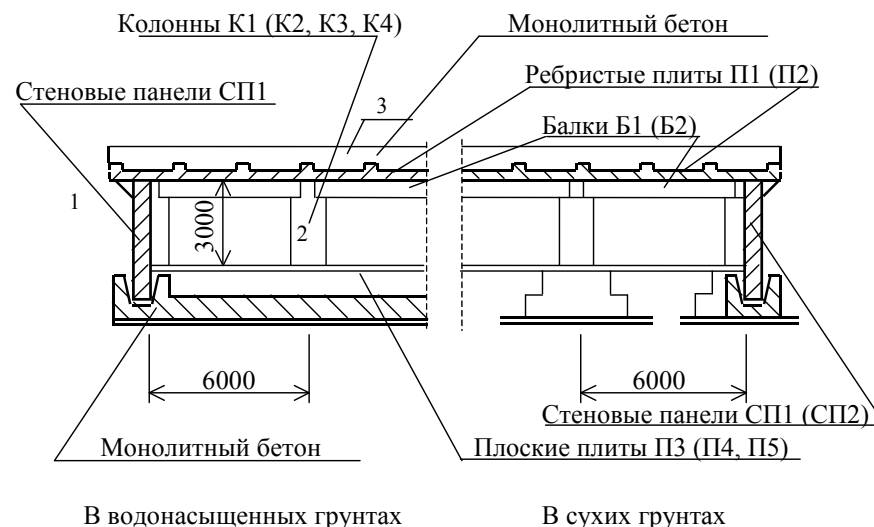


Рис. 11. Каркасно-панельная конструкция из элементов серии У-01-01

- ребристые плиты для покрытия типоразмеров П1 и П2;
- плоские плиты для пола типоразмеров П3, П4 и П5;
- балки Б1;
- колонны типоразмеров К1, К2, К3 и К4;
- стеновые панели типоразмеров СП1 и СП2.

Каркас наземной части здания должен свободно опираться на конструкцию покрытия убежища (рис. 12) или предусматриваются жесткие стыки, которые разрушаются при воздействии особого сочетания нагрузок (без нарушения прочности и герметичности убежища).

Ленточные (под стены) и столбчатые (под колонны) фундаменты применяются при уровне грунтовых вод (УГВ) ниже основания на 0,5 м и более. В водонасыщенных грунтах и при сложных геологических условиях используют сплошную монолитную фундаментную плиту.

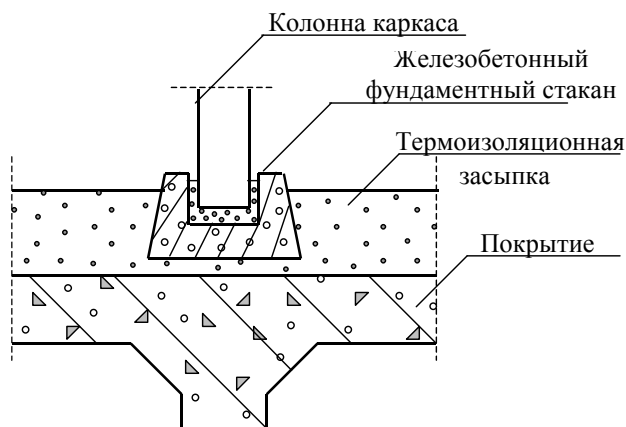


Рис. 12. Опираение каркаса здания на покрытие убежища

Защита проемов осуществляется типовыми защитно-герметическими ставнями, дверями и воротами. Монтажные проемы после ввода коммуникаций заделываются наглухо, предусматриваются компенсационные устройства, исключающие возможность повреждения вводов при осадке убежищ.

Герметизация убежищ производится в целях предотвращения проникновения внутрь убежища отравляющих и радиоактивных веществ, бактериальных аэрозолей, газообразных продуктов горения при пожарах и для исключения затекания ударной волны, а гидроизоляция – для

предотвращения проникновения грунтовых и поверхностных вод. Гидроизоляция, кроме того, улучшает герметизацию убежищ.

Герметизация достигается: высоким качеством работ; сокращением числа проемов и периметра вводов коммуникаций; нагнетанием цементного раствора на основе расширяющихся цементов (после схватывания бетона) в места установки закладных деталей и за отделку дверной коробки (комингса).

Гидроизоляция должна обеспечивать сплошность и водонепроницаемость покрытия после воздействия расчетных нагрузок. Для гидроизоляции применяется поливинилхлоридный пластикат, полиэтилен, бризол толщиной 2 мм, наклеиваемый битумно-каучуко-соляровой мастикой на защитный слой толщиной 30 мм, уложенный по металлической сетке (на вертикальные поверхности защитный слой не наносится).

Вопрос 3. Инженерно-техническое оборудование убежищ

Инженерно-техническое оборудование предназначается для обеспечения коллективной защиты и поддержания в убежищах санитарно-гигиенических условий (условий обитаемости) за расчетный срок пребывания – 2 сут.

В состав инженерно-технического оборудования убежищ входят системы вентиляции, отопления, водоснабжения, канализации, электроснабжения и средств связи.

Проектирование систем и элементов инженерно-технического оборудования выполняется из стандартных и типовых элементов, выпускаемых промышленностью, с учетом возможности использования их при эксплуатации помещений в мирное время.

Вентиляция

Для поддержания тепловлажностных и газовых параметров воздушной среды в допустимых пределах в убежищах предусматривается устройство приточной или приточно-вытяжной вентиляции, которая может работать по трем режимам (табл. 3).

Все убежища обеспечиваются I и II режимами вентиляции. По особому заданию создается III режим, если возможна загазованность приземного воздуха вредными веществами и продуктами горения.

Таблица 3

Характеристика режимов вентиляции убежищ ГО

Режимы вентиляции	Очистка наружного воздуха	Нормы воздухоподачи, м ³ /чел.·ч	Допустимое время пребывания, ч	Обмен объема воздуха в ч, %
I. Простой вентиляции Воздух поступает с незаваливаемой территории	От пыли (РВ)	От 8 (при 20 °С) до 13 (при 30 °С)	Не ограничено	90
II. Фильтровентиляции Воздух может поступать с заваливаемой территории	От РВ, ОВ, БС	До 10 в III и IV климатических зонах. 5 – на работающих в ПУ	12	60
III. Регенерация внутреннего воздуха Изоляция от наружной среды	Нет	Нет. Регенеративная установка поглощает СО ₂ – 20 л/чел.·ч и выдает О ₂ – 25 л/чел.·ч	6	0

Система вентиляции убежищ всех классов должна обеспечивать надежную работу после воздействия средств поражения в двух режимах: чистой вентиляции и фильтровентиляции. Непосредственно после взрыва вентиляция отключается на 40 мин.

Режим чистой вентиляции (I режим) предназначен для обеспечения требуемого обмена состава воздуха в убежище, удаления тепловыделений и очистки воздуха от радиоактивной пыли (РВ). Норма подачи воздуха в зависимости от климатической зоны от 8 м³/чел.·ч ($t = 20\text{ °C}$) до 13 м³/чел.·ч ($t > 30\text{ °C}$), где t – среднемесячная температура жаркого времени года. Время работы не ограничивается. Кратность воздухообмена – 90 % объема воздуха в час.

Режим фильтровентиляции (II режим) предназначен для очистки приточного воздуха от радиоактивной пыли (РВ), отравляющих веществ (ОВ) и бактериальных средств (БС). Норма подачи воздуха – от 2 м³/чел.·ч (в I и II климатических зонах) до 8 м³/чел.·ч (в III и IV зонах). Для работающих в пункте управления (ПУ) – 5 м³/чел.·ч.

Время работы – до 12 ч. Кратность воздухообмена – 60 % объема воздуха в час (для этого имеются риски на герметических клапанах).

В убежищах, располагаемых в местах возможного возникновения массовых пожаров или сильной загазованности территории вредными веществами от действия вторичных поражающих факторов, по особому заданию предусматривается режим регенерации внутреннего воздуха (III режим). Время работы – до 6 ч. Выдача кислорода – 25 л/чел.·ч. Поглощение углекислого газа – 20 л/чел.·ч.

При II и III режимах предусматривается рециркуляция воздуха вентиляторами I режима. Для возможности выхода разведчиков периодически вентилируется один из тамбуров в течение 6 мин вентиляторами II режима.

В состав системы вентиляции входят:

- отдельные воздухозаборные каналы, предназначенные для забора наружного воздуха при режимах чистой вентиляции и фильтровентиляции;
- противовзрывные устройства для защиты от ударной волны (МЗС, УЗС-8, УЗО-25);
- противопылевые фильтры для задержки радиоактивной пыли (ВНИИСТО, ФЯР);
- расширительные камеры;
- фильтры-поглотители ОВ и бактериальных средств (ФП-100у, ФП-200, ФП-300);
- вентиляторы;
- разводящая сеть;
- герметические клапаны для отключения или переключения режимов вентиляции (0112, 0116, 0117, 0118);
- вытяжной канал для выброса отработанного воздуха принудительно, вентилятором или за счет подпора, с установкой клапана избыточного давления (КИД).

В систему вентиляции убежищ, оборудованных по III режиму, дополнительно включаются средства регенерации (регенеративные патроны РП-100 в комплекте с кислородными баллонами или регенеративные установки РУ-150/6 (на 150 чел., время работы – 6 ч)).

Воздухозабор чистой вентиляции устраивается отдельно или совмещается с аварийным выходом. Воздухозабор фильтровентиляции допускается размещать на заваливаемой территории и в предтамбурах убежища.

Воздухозаборы внутри убежища должны соединяться между собой. На воздухозаборах и вытяжных каналах устанавливаются противозрывные устройства с расширительными камерами и двумя гермостваньями, исключая проникновение ударной волны в убежище.

ДЭС вентилируется самостоятельной системой приточно-вытяжной вентиляции; устраивают отдельные каналы воздухопритока, воздуховыброса и газовыхлопа дизеля.

Отопление

В убежищах для поддержания тепловлажностных условий устанавливается центральное отопление в виде самостоятельного ответвления от общей отопительной системы предприятия или здания. После заполнения убежища укрываемыми отопительная система отключается, для чего на вводах подающего и обратного трубопровода в пределах убежища устанавливается запорная арматура.

Система отопления принимается, как правило, однотрубная, горизонтальная, с попутным движением воды, представляющая собой горизонтальное кольцо из газовых труб, проложенных по внутреннему периметру наружных стен убежища на высоте 200–400 мм от уровня пола. Температура в убежище не должна быть ниже +10 °С в холодное время года. При необходимости в системе чистой вентиляции устанавливаются калориферы для подогрева воздуха.

Водоснабжение и канализация

Убежища оборудуются внутренним трубопроводом с подключением к наружной водопроводной сети. На вводе водопроводной сети в пределах убежища устанавливается запорная арматура.

На случай выхода из строя внешней водопроводной сети предусматривается аварийный запас питьевой воды в проточных резервуарах. В отдельно стоящих и встроенных убежищах вместимостью до 300 чел. допускается применение сухих емкостей, заполняемых водой при приведении убежищ в готовность.

Емкость аварийного запаса воды из расчета 3 л/чел.·сут оборудуется указателями и кранами из расчета один кран на 300 чел. Из расчета 25 л/чел.·сут (2 л/чел.·ч) к умывальникам и смывным бачкам вода подается только в период поступления ее из наружной сети. Подача воды

для пожаротушения из аварийного резервуара осуществляется пожарным насосом. При вместимости убежища более 600 чел. предусматривается пожарный запас воды 4,5 м³.

В убежищах устанавливаются промывные уборные с отводом сточных вод в наружную канализационную сеть по самостоятельным выпускам самотеком или путем перекачки с установкой задвижек внутри убежищ. Станции перекачки и приемные резервуары располагаются вне убежищ.

На случай выхода из строя внешней сети канализации и прекращения подачи воды в санузел предусматриваются аварийные резервуары для сбора стоков объемом 3 л/чел.·сут с возможностью их очистки. Слив стоков предусматривается в приемный резервуар насосной станции. Для сбора сухих отбросов предусматриваются бумажные мешки или пакеты из расчета 1 л/чел.·сут.

Электроснабжение

Электроснабжение убежищ осуществляется от внешних сетей города, предприятия, не отключаемых по сигналу ВТ или от ДЭС – защищенной дизельной электростанции, рассчитанной на группу вблизи расположенных убежищ или убежище большой вместимости, когда их воздухообеспечение невозможно осуществлять с помощью электроручных вентиляторов. ДЭС проектируется также при режиме регенерации, при наличии в системе воздухообеспечения убежища воздухоохладителей и кондиционеров.

Основными потребителями электроэнергии в убежищах являются: электродвигатели вентиляционных систем, осветительные сети, средства связи пунктов управления, электродвигатели насосов станций перекачки стоков и пожарного насоса.

Мощность электроагрегатов ДЭС определяется по максимальной сумме потребляемых мощностей одновременно работающих электродвигателей.

Минимальная постоянная эксплуатационная нагрузка на дизель должна быть не менее 40 % его номинальной мощности.

При выходе из строя внешних электросетей и отсутствии ДЭС в убежищах малой вместимости предусматривается вращение вентиляторов вручную, а освещение убежища – аккумуляторными фонарями.

Связь

Каждое убежище должно иметь телефонную связь с пунктом управления предприятия и репродуктор, подключенный к городской и местной трансляционным сетям. ПУ объекта должен иметь связь с начальником штаба (НШ) ГО района, своими формированиями, другими убежищами и работающими цехами и УКВ радиостанции, дублирующие телефонную связь, а также средства управления и оповещения НГО объекта.

Вопрос 4. Организация проектирования и строительства ЗС

Заблаговременное строительство защитных сооружений ГО осуществляется по планам капитального строительства объектов и населенных мест в соответствии с требованиями норм проектирования инженерно-технических мероприятий (СНиП 2.01.51.90) и СНиП II-11-77*.

Планирование строительства ЗС включается в специальные приложения к перспективным, среднесрочным и текущим (годовым) планам развития экономики страны.

Строительство встроенных и отдельно стоящих ЗС включается в планы капитального строительства; реконструкция и ремонт ЗС – в планы капремонта на основании «Инструкции по разработке проектов и смет для промышленного строительства» (СН 202-81).

В титульные списки капитального строительства включаются ассигнования на каждое ЗС, на дополнительное оборудование ранее построенных убежищ, приспособление горных выработок под ЗС и др.

Финансирование строительства ЗС осуществляют министерства и ведомства через Стройбанк, который при наличии техдокументации открывает заказчику счет финансирования, а подрядчику – расчетный счет.

Проектирование ЗС

Проектирование осуществляется в одну или две стадии. В одну стадию составляется технорабочий проект (при использовании типовых или ранее примененных проектов); в две стадии – когда разрабатывается технический проект, а затем – рабочие чертежи.

Задание на проектирование убежища является составной частью задания на проектирование новых и реконструкцию действующих

предприятий, зданий и сооружений. В задании на проектирование ЗС указывают степень защиты ЗС, количество укрываемых мужчин и женщин, количество режимов вентиляции, назначение помещений в мирное время, технико-экономические показатели проекта.

Рабочие проекты ЗС входят в состав рабочих проектов здания в виде самостоятельного раздела.

В технорабочий проект убежищ ГО дополнительно включают:

- выкопировку из генплана с показом размещения убежищ, радиусов сбора и путей движения людей;
- расчет конструкций на особое сочетание нагрузок и расчет противорадиационной защиты;
- расчет сил, средств и времени для перевода убежища с обычного режима на режим защиты.

Строительство ЗС

Возведение ЗС осуществляется по типовым или индивидуальным проектам и сметам, разрабатываемым и утвержденным в установленном для капитального строительства порядке.

Сроки возведения ЗС определяются календарными и сетевыми графиками, составляемыми на весь объем строительства. При этом выделяют работы первой очереди – создание защищенного и герметизированного объема, и второй очереди – обеспечение условий обитаемости и автономности сооружения. В соответствии со СНиП 1.04.03-85 сроки строительства ЗВУ при вместимости до 1000 чел. – 9 мес., при вместимости более 2500 чел. – 1 год.

Основные функции заказчика и подрядчика строительства:

- заказчик выделяет стройплощадку, обеспечивает оборудованием поставки заказчика, осуществляет контроль за строительством и организует приемку;
- подрядчик осуществляет производство работ, обеспечивает оборудованием поставки подрядчика, представляет объект к сдаче;
- контроль хода строительства (оперативный и по отчетам) осуществляется заказчиком и инженерным отделом штаба ГО.

Приемка в эксплуатацию

Приемка ЗС в эксплуатацию производится сначала рабочей комиссией заказчика, затем государственной приемочной комиссией со-

вместно с представителями штаба ГО на основании СНиП 3.01.09–84.

Допускается приемка убежища в эксплуатацию без фильтров-поглочителей и регенеративных установок при условии, что это оборудование будет поставлено заказчиком и смонтировано в течение одного года.

Контроль состояния принятого в эксплуатацию ЗС осуществляется комиссиями и включает: ежегодный осмотр; специальный осмотр и проверку всех систем жизнеобеспечения после стихийных бедствий, аварий и других ЧС; комплексные проверки при подготовке к комплексным учениям (КУ) ГО и не реже одного раза в 5 лет.

При всех видах контроля проверяется возможность пребывания людей в ЗС по полной расчетной вместимости в течение 6 ч. Построенные ЗС после приемки их государственной приемочной комиссией должны использоваться по двоякому назначению. Виды возможного использования ЗС определены СНиП II-11–77*. Использование по другому назначению может быть только по согласованию со штабом ГО, Минздравом и Управлением пожарной охраны МЧС. При использовании ЗС по двоякому назначению должны быть обеспечены постоянная готовность ЗС к приему укрываемых на 60–80 % расчетной вместимости с сохранением защитных свойств ЗС. После объявления угрозы нападения (УН) все ЗС должны быть приведены в 100 %-ную готовность в срок до 12 ч. ЗС должны обеспечивать укрытие наибольшей работающей смены (НРС) в пределах зоны возможных сильных разрушений ($\Delta P = 0,03$ МПа).

Защитные сооружения должны быть обеспечены следующей необходимой документацией:

- паспортом ЗС;
- перечнем оборудования;
- правилами содержания и использования ЗС;
- схемой внутренних и наружных инженерных сетей с указанием отключающих устройств;
- правилами поведения укрываемых в ЗС;
- инструкциями личному составу убежищ и укрытий и расчетами двухсменных круглосуточных постов;
- графиком приведения ЗС в готовность;
- схемой эвакуации.

Кроме того, ЗС должны быть обеспечены комплектом контрольно-измерительных приборов (КИП) и инструкциями к ним: газоанализа-

тор на O_2 - CO - CO_2 , психрометр (влажность), термометр, тягонапоромер.

В процессе эксплуатации защитных сооружений должна быть обеспечена сохранность защитных свойств сооружения, его инженерно-технического оборудования, герметичности и гидроизоляции сооружения.

Рекомендуемая литература

1. Каммерер Ю. Ю., Кубырев А. К., Харкевич А. Е. Защитные сооружения гражданской обороны. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Журавлёв В. П. и др. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 1999.
3. Атаманюк В. Г. и др. Гражданская оборона: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1987.

Тема 3. РАСЧЕТ ПРОТИВОРАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ

Цель: изучить методику определения коэффициента противорадиационной защиты ПРУ в соответствии со СНиП. Познакомиться со способами повышения защитных свойств укрытий.

Учебные вопросы:

1. Понятие о коэффициенте защиты.
2. Определение коэффициента защиты помещения.
3. Способы повышения защитных свойств помещений ПРУ.

Вопрос 1. Понятие о коэффициенте защиты

Самым распространенным средством коллективной защиты от радиации в ЧС мирного и военного времени являются ПРУ, предназначенные для защиты людей от радиоактивных гамма-излучений, вызванных выпавшими на местности радиоактивными осадками.

Степень ослабления радиоактивных излучений зависит от вида, свойств и толщины слоя материалов. Кроме характеристик материалов ограждающих конструкций, на ослабление радиации существенно влияют и другие факторы.

В соответствии со СНиП II-11-77* «Защитные сооружения ГО» защитные свойства ПРУ от гамма-излучений оцениваются коэффициентом защиты (K_3). Коэффициент защиты характеризует степень ослабления излучений и показывает, во сколько раз доза радиации на открытой местности больше дозы радиации, получаемой людьми, находящимися в помещении ПРУ:

$$K_3 = \frac{D_M}{D_{II}} \geq 50.$$

K_3 определяется для точки геометрического центра помещения и на высоте 1 м над полом. Именно на этой высоте расположены у человека среднего роста кровеносные органы, облучение которых особенно опасно. Величина K_3 и группа ПРУ зависят от места расположения ПРУ (табл. 4, 5).

Принимается, что выпавшие радиоактивные осадки равномерно распределены на горизонтальных поверхностях и горизонтальных про-

екциях наклонных поверхностей; заражение стен не учитывается. При этом излучения от осадков, лежащих на крыше, не могут попадать в помещение через наружные стены, а излучения с поверхности затем проникают только через стены.

Считается, что эффективный спектр гамма-излучений не меняется во времени и, следовательно, не изменяется степень ослабления излучений стенами и перекрытиями.

Таблица 4

Возможные условия расположения ПРУ

Но-мер п/п	Условия расположения ПРУ	Необходимые K_3
1	Объекты 1-й и 2-й категории ГО (для работающих)	200
2	В зонах возможного опасного радиоактивного заражения: для работающих смен, лечебных заведений	200
	для населения некатегорированных городов (населенных пунктов)	100
3	В зонах возможного сильного заражения: для работающих смен, лечебных заведений в военное время	100
	для населения некатегорированных городов и т. п.	50
4	За пределами зон возникновения сильного заражения: для работающих смен некатегорированных предприятий	20
	для населения поселков и городов, эвакуируемых в загородную зону	10

Таблица 5

Группы ПРУ

Группа ПРУ	K_3	Избыточное давление МПа
П-1	200	0,02
П-2	200	–
П-3	100	0,02
П-4	100	–
П-5	50	–

Вопрос 2. Определение коэффициента защиты помещения

Расчетные формулы для определения коэффициентов противорадиационной защиты являются эмпирическими и учитывают две группы факторов, влияющих на ослабление радиоактивных излучений: барьерную и геометрическую защиты.

Первая группа характеризует ослабление радиоактивных излучений при проникании их сквозь толщу ограждающих конструкций. Различают первичное излучение, проникающее через наружные стены и перекрытия, непосредственно соприкасающееся с зараженной местностью, и вторичное излучение, проникающее через внутренние стены и перекрытия здания.

Сущность барьерной защиты состоит в следующем. При взаимодействии фотонов электромагнитного гамма-излучения с материалом ограждающих конструкций происходит ионизация атомов вещества. Гамма-излучение рассеивается в толще материала и теряет значительную часть своей энергии. Степень ослабления излучений зависит от того, сколько электронов вещества вступают во взаимодействие с гамма-фотонами. Это можно оценить произведением количества электронов в единице объема материала ограждающих конструкций на его толщину.

Для таких материалов ограждающих конструкций, как кирпич, бетон, железобетон, а также для грунта безразмерные атомные характеристики (отношение удвоенного атомного номера к атомному весу) близки к единице. Поэтому степень (кратность) ослабления излучений материалом стены или перекрытия оценивают одной переменной величиной произведением объемного веса на толщину конструкции.

Геометрическая защита характеризует ослабление излучений вследствие их рассеивания в объемах помещений, экранирования соседними зданиями и т. д.

Расчетные формулы СНиП II-11-77 имеют следующий вид для помещений:

а) в одноэтажном здании:

$$K_3 = \frac{0,65K_1K_{ст}K_{пер}}{V_1K_{ст}K_1 + (1 - K_{ш})(K_0K_{ст} + 1)K_{пер}K_M};$$

б) в первом этаже многоэтажного здания:

$$K_3 = \frac{0,65K_1K_{ст}}{(1 - K_{ш})(K_0K_{ст} + 1)K_M};$$

в) на первом этаже внутри многоэтажного здания, когда ни одна стена помещения непосредственно не соприкасается с зараженной территорией:

$$K_3 = \frac{3,25K_{ст}}{(1 - K_{ш})(K_0K_{ст} + 1)K_M};$$

г) в заглубленном или обсыпном сооружении без надстройки:

$$K_3 = \frac{0,77K_{пер}}{V_1 + \chi K_{пер}};$$

д) в полностью заглубленном подвале или во внутренней части не полностью заглубленных подвальных и цокольных этажей, а также для не полностью заглубленных подвалов и цокольных этажей при суммарном весе выступающих частей наружных стен с обсыпкой 10 кН/м² и более:

$$K_3 = \frac{4,5K_{п}}{V_1 + \chi K_{п}}.$$

Коэффициенты расчетных формул имеют определенный физический смысл.

Физическая сущность коэффициентов расчетных формул

Коэффициенты геометрической защиты учитывают размеры здания и окружающей застройки, влияющие на ослабление радиоактивных излучений, проникающих в помещение ПРУ.

K_1 характеризует фронт проникания излучений через все наружные и внутренние стены здания в точке, расположенной в геометрическом центре ПРУ. Принимается, что при суммарном весе наружных и внутренних стен в данном направлении более 10 кН/м² излучения поглощаются ими полностью.

K_1 определяется по формуле

$$K_1 = \frac{360^\circ}{36^\circ + \sum \alpha_i},$$

где $\sum \alpha_i$ – сумма плоских углов с вершиной в центре помещения, против

которых расположены наружные и внутренние стены с суммарным весом менее 10 кН/м².

Если суммарный вес всех стен в пределах всех плоских углов более 10 кН/м², то принимают $K_1 = 1$. Вес стен учитывается приведенный, т. е. с учетом ослабления стены проемами.

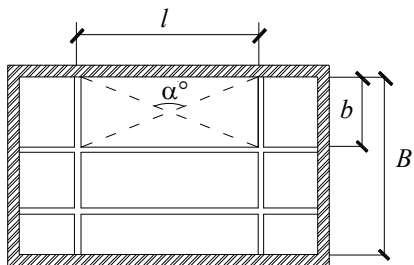


Рис. 13. Схематический план здания

Например, если суммарный вес 1 м² в направлении внутренних стен помещения (рис. 13) превышает 10 кН/м², учитывается только угол α и вес наружной стены. Величина угла α находится через его тангенс, определяемый по известной длине и ширине помещения ПРУ:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{l}{b}.$$

Таким образом, коэффициент K_1 , главным образом, характеризует фронт проникания излучений в ПРУ через наружные стены.

K_0 учитывает снижение поглощающей способности наружных стен за счет оконных и дверных проемов. Значения коэффициента K_0 находятся умножением геометрического коэффициента естественной освещенности помещения на числовой коэффициент m , зависящий от высоты оконного проема над уровнем чистого пола h_0 (табл. 6).

$$K_0 = m \frac{S_0}{S_{\text{п}}}.$$

Коэффициент естественной освещенности равен отношению общей площади оконных проемов S_0 к площади пола помещения $S_{\text{п}}$.

$K_{\text{ш}}$ зависит от ширины здания B и учитывает, какую часть зараженной территории занимает крыша здания. Определяется по первой строке табл. 29 СНиП II-11-77* (высота помещений не учитывается).

Таблица 6

Определение коэффициента m

Высота проема h_0 , м	m
$\leq 0,8$	0,8
1,5	0,15
$\geq 2,0$	0,09

K_M зависит от ширины зараженного участка D , примыкающего к зданию, и учитывает экранирующее влияние соседних зданий (табл. 30 СНиП II-11-77*).

При расположении ПРУ в подвале или отдельно стоящем сооружении определяются коэффициенты V_1 и χ .

V_1 зависит от ширины b и высоты h_1 помещения ПРУ и учитывает, какая доля радиации проникает в помещение от радиоактивных осадков, выпавших на крышу (табл. 29 СНиП II-11-77*). Для заглубленных или обсыпных сооружений в высоту помещения включается также вся толщина засыпки.

От вида входа и его защитных свойств зависит χ и он характеризует часть дозы радиации, проникающей в ПРУ через входы. Определяется по формулам:

а) без стенки-экрана у входа:

$$\chi = \sum_{i=1}^n K_{\text{вх}} \Pi_{90};$$

б) со стенкой-экраном у входа или дверью весом более 200 кгс/м²:

$$\chi = \sum_{i=1}^n \frac{K_{\text{вх}}}{K_{\text{ст.э}}} \Pi_{90}.$$

Коэффициент Π_{90} учитывает тип и характеристику входа и определяется по табл. 31 СНиП II-11-77*. Коэффициент $K_{\text{вх}}$ характеризует конструктивные особенности и защитные свойства входа и принимается по табл. 32 СНиП II-11-77*. Коэффициент $K_{\text{ст.э}}$ находят по табл. 28 СНиП II-11-77* (как и $K_{\text{ст}}$); n – число входов.

Коэффициенты барьерной защиты учитывают ослабление радиоактивных излучений при их проникновении сквозь массу стен и перекрытия в помещение ПРУ.

Коэффициент $K_{ст}$ для стен учитывает ослабление первичных излучений наружными стенами и зависит от приведенного веса ограждающих конструкций $q_{пр}$:

$$K_{ст} = f(q_{пр}),$$

где

$$q_{пр} = q_{ст} \frac{S_{ст} - S_0}{S_{ст}},$$

$q_{ст}$ – вес 1 м^2 сплошной стены, $S_{ст} = h_1 l$ – площадь стены, S_0 – площадь проемов в стене.

Коэффициенты для перекрытий: $K_{пер}$ учитывает ослабление первичных излучений перекрытием отдельно стоящего обсыпного сооружения без надстройки; $K_{п}$ учитывает ослабление вторичных излучений перекрытием подвала. Они зависят от веса 1 м^2 перекрытия. Все коэффициенты барьерной защиты определяются по табл. 28 СНиП II-11-77* в зависимости от веса ограждающих конструкций.

В вес 1 м^2 перекрытий промышленных зданий включается в виде равномерно распределенной нагрузки вес стационарного оборудования, но не более 2 кН в жилых и общественных зданиях (только в зоне действия ударной волны) и $0,75 \text{ кН}$ от перегородок и несущих стен.

Значение коэффициента защиты помещений в многоэтажных зданиях следует также умножить на коэффициент герметичности $K_{г}$, если заражение соседних (смежных и вышележащих) помещений не предотвращено. При $S_0/S_{п} \leq 0,3$ $K_{г} = 0,8$, при $S_0/S_{п} \geq 0,5$ $K_{г} = 0,45$.

Вопрос 3. Способы повышения защитных свойств помещений ПРУ

Варианты повышения защитных свойств помещений ПРУ необходимо разрабатывать в тех случаях, когда определенный по приведенным выше формулам первоначальный коэффициент защиты оказался меньше указанного в задании на проектирование – $K_3 < K_{3,зад}$.

Возможны следующие проектные решения по повышению коэффициента защиты.

Для ПРУ в первом этаже многоэтажных зданий

1. Заделка оконных и дверных проемов в ограждающих конструкциях; при этом в расчетных формулах изменяются значения K_0 и повышается K_3 . Окна заделывают на высоту $1,7 \text{ м}$ от пола, с оставлением отверстия высотой $0,3 \text{ м}$ сверху или полностью.

2. Устройство пристенных экранов из кирпича, камней, мешков с песком, бревен и др. у наружных стен зданий на высоту не менее $1,7 \text{ м}$ от отметки пола помещения с одновременной заделкой оконных проемов на всю толщину стен. В расчетных формулах за счет увеличения суммарного веса стены и экрана значительно повышаются коэффициенты $K_{ст}$ и K_3 .

3. Герметизация смежных и вышележащих над укрытием помещений заделыванием лишних проемов, навеской на оставшиеся проемы в наружных стенах щитов, занавесей, уплотнением притворов внутренних дверей и пр. Это позволит не вводить в формулы коэффициенты $K_{г}$.

4. Различные сочетания перечисленных основных способов повышения защитных свойств помещений при одновременном варьировании материалов и толщины экрана или обсыпки.

Для ПРУ в подвальных помещениях, а также в заглубленных отдельно стоящих зданиях (дополнительно)

Обсыпка перекрытия слоем грунта, песка, шлака с усилением его в необходимых случаях установкой дополнительных поддерживающих прогонов (балок) и стоек; за счет увеличения веса перекрытия возрастет величина коэффициента $K_{п}$ или $K_{пер}$, что приведет к увеличению K_3 .

Методика оценки и выбора мероприятий по повышению коэффициента защиты

Задача оценки и выбора разработанных мероприятий, обеспечивающих повышение K_3 до заданной величины, является многовариантной задачей. Расчеты по приведенным формулам не сложны, но достаточно трудоемки. Это определяет необходимость автоматизации расчетов с применением ЭВМ. Оценка конкурентоспособных решений, обеспечивающих заданную степень защиты, и выбор лучшего варианта должны производиться одновременно с оценкой сравнительной экономической эффективности по определенному критерию.

В качестве критерия экономической эффективности мероприятий по повышению защитных свойств ПРУ можно принять минимум трудоемкости работ.

В простейшем случае, для ПРУ в первом этаже многоэтажного здания, если принята заделка окон и пристенный экран (рис. 14), трудоемкость работ (чел.·ч) определяется по формуле

$$A = F_3 a_3 + F_э a_э,$$

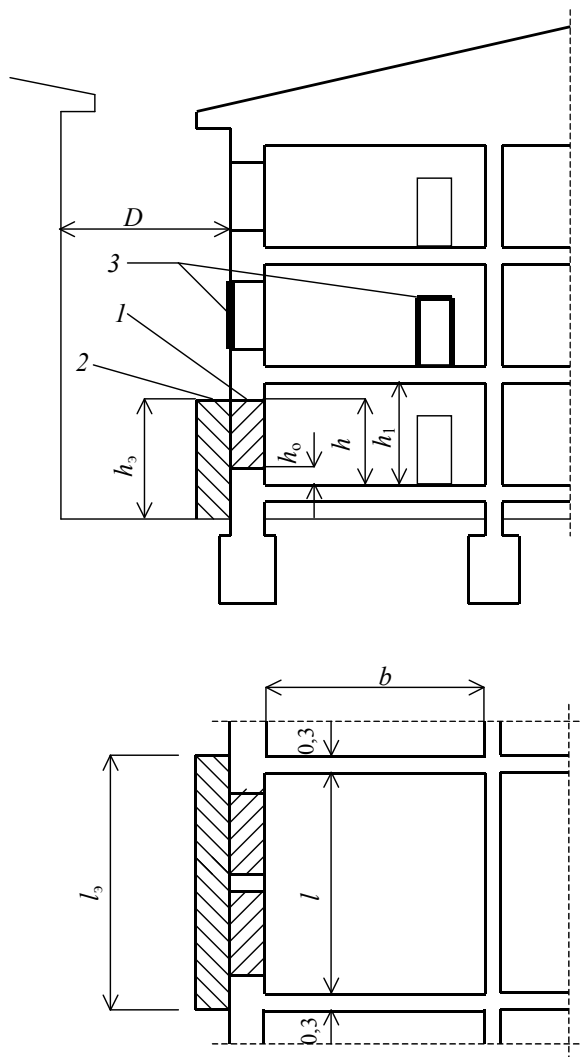


Рис. 14. Повышение защитных свойств:
1 – заделка оконных проемов;
2 – пристенный экран;
3 – герметизация

где F_3 – площадь заделки окон, $F_3 = (h - h_0)b_0n_0$, h – высота заделки оконного проема от пола, b_0 – ширина окна, n_0 – число окон в наружной стене; $F_э$ – площадь стенки-экрана, $F_э = (h + h_{п})(l + 2d)$, ($h_{п}$ – расстояние от планировочной отметки земли до отметки пола первого этажа; d – толщина поперечных внутренних стен); a_3 и $a_э$ – удельные трудоемкости работ, зависящие от материала и толщины стен либо пристенного экрана.

Трудоемкость работ по герметизации проемов вышерасположенных и смежных помещений определяется по зависимости

$$A = n_{г} a_{г},$$

где $n_{г}$ – количество герметизируемых проемов; $a_{г}$ – удельная трудоемкость герметизации.

Выбирается вариант с наименьшими трудозатратами, который может быть реализован с учетом имеющихся возможностей (наличия специалистов, машин и пр.).

Таким образом, эффективность намеченных мероприятий оценивается степенью повышения K_3 и сравнительной трудоемкостью работ.

ПРИМЕР РАСЧЕТА ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ЗАЩИТЫ ПОМЕЩЕНИЯ

Рассматривается помещение, расположенное на первом этаже многоэтажного здания. Исходные данные для расчета коэффициента защиты помещения приведены в табл. 7.

Таблица 7

Данные для расчета коэффициентов защиты помещения

Наименование параметров	Обозначение	Величина
Длина помещения, м	l	9
Ширина помещения, м	b	6
Высота помещения, м	h_1	3
Расстояние от пола до оконного проема, м	h_0	1,2
Площадь оконных проемов, м ²	S_0	7,2
Ширина здания, м	B	13
Ширина примыкающего зараженного участка, м	D	30
Вес 1 м ² наружной стены, кг	$q_{ст}$	680

Принято, что суммарный вес 1 м² всех стен, кроме наружной, более 1000 кг. Ширина всех окон 1,5 м, высота окон 1,6 м, площадь одного окна 2,4 м². Соседние помещения не герметизированы.

Расчетная формула СНиП для данного случая имеет вид

$$K_3 = \frac{0,65 K_1 K_{ст} K_{г}}{(1 - K_{ш})(K_0 K_{ст} + 1) K_M}$$

1. Определяем коэффициенты геометрической защиты:

- находим α – угол с вершиной в центре помещения напротив наружной стены:

$$\alpha = 2 \arctg \frac{l}{b} = 2 \arctg \frac{9}{6} = 113^\circ;$$

определяем K_1 :

$$K_1 = \frac{360}{36 + 113} = 2,42;$$

- вычисляем коэффициент m , используя линейную интерполяцию:

$$m = 0,8 + \frac{1,2 - 0,8}{1,5 - 0,8} (0,15 - 0,8) = 0,43;$$

вычисляем $S_{п} = lb = 9 \cdot 6 = 54 \text{ м}^2$;

определяем K_0 :

$$K_0 = m \frac{S_0}{S_{п}} = 0,43 \frac{7,2}{54} = 0,0573;$$

- определяем коэффициент $K_{ш}$ интерполяцией по табл. 29 СНиП II-11-77*:

$$K_{ш} = 0,24 + \frac{13 - 12}{18 - 12} (0,33 - 0,24) = 0,255;$$

- по табл. 30 СНиП II-11-77* находим коэффициент K_M :

$$K_M = 0,75;$$

- определяем барьерный коэффициент $K_{ст}$, для чего находим приведенный вес 1 м² наружной стены:

$$S_{ст} = h_1 l = 9 \cdot 3 = 27 \text{ м}^2;$$

$$q_{пр} = q_{ст} \frac{S_{ст} - S_0}{S_{ст}} = 680 \frac{27 - 7,2}{27} = 498,7 \text{ кг/м}^2,$$

интерполируя по табл. 28 СНиП II-11-77*, определяем:

$$K_{ст} = 22 + \frac{498,7 - 450}{500 - 450} (32 - 22) = 31,73;$$

- находим коэффициент $K_{г}$. В нашем случае $\frac{S_0}{S_{п}} = \frac{7,2}{54} = 0,133 < 0,3$.

Поэтому $K_{г} = 0,8$;

- вычисляем первоначальный коэффициент защиты:

$$K_3 = \frac{0,65 \cdot 2,42 \cdot 31,73 \cdot 0,8}{(1 - 0,255)(0,0573 \cdot 31,73 + 1) \cdot 0,75} = 25,36.$$

Полученное значение меньше минимально допустимого для ПРУ, поэтому требуется провести мероприятия по повышению степени противорадиационной защиты помещения.

Рассмотрим вариант повышения K_3 путем закладки оконных проемов кирпичом полностью. В этом случае $S_0 = 0$, а значит $K_0 = 0$ и $q_{пр} = q_{ст} = 680 \text{ кг/м}^2$. Определяем новое значение коэффициента $K_{ст}$:

$$K_{ст} = 90 + \frac{680 - 650}{700 - 650} (120 - 90) = 108.$$

Коэффициент защиты будет равен

$$K_3 = \frac{0,65 \cdot 2,42 \cdot 108 \cdot 0,8}{(1 - 0,255)(0 \cdot 108 + 1) \cdot 0,75} = 243.$$

Площадь закладки, м², $F_3 = S_0 = 7,2$.

Трудоемкость варианта, чел.·ч, составит

$$A = a_3 F_3 = 1,5 \cdot 7,2 = 10,8.$$

Применим теперь закладку оконных проемов с оставлением 0,3 м сверху. Определяем количество окон:

$$n = \frac{S_0}{2,4} = \frac{7,2}{2,4} = 3.$$

Новое значение S_0 , м², будет равно

$$S_0 = 1,5 \cdot 0,3 \cdot n = 0,45 \cdot 3 = 1,35.$$

Величина h_0 , м, составит

$$h_0 = h_{0,\text{нач}} + 1,3 = 1,2 + 1,3 = 2,5 > 2.$$

При этом $m = 0,09$. Новое значение K_0 :

$$K_0 = 0,09 \cdot \frac{1,35}{54} = 0,0023.$$

Приведенный вес 1 м² наружной стены, кг/м²,

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ст}} \frac{S_{\text{ст}} - S_0}{S_{\text{ст}}} = 680 \frac{27 - 1,35}{27} = 646.$$

$$K_{\text{ст}} = 65 + \frac{646 - 600}{650 - 600} (90 - 65) = 88.$$

Коэффициент защиты:

$$K_3 = \frac{0,65 \cdot 2,42 \cdot 88 \cdot 0,8}{(1 - 0,255)(0,0023 \cdot 88 + 1) \cdot 0,75} = 165.$$

Площадь закладки, м², $F_3 = S_{0,\text{нач}} - S_0 = 7,2 - 1,35 = 5,85$.

Трудоемкость: $A = a_3 F_3 = 1,5 \cdot 5,85 = 8,78$ чел.ч.

Дополним предыдущий вариант устройством пристенного экрана из бревен диаметром 20 см. Вес 1 м² такого ограждения равен 140 кг.

При этом $q_{\text{ст}} = 680 + 140 = 820$ кг/м².

$$K_{\text{ст}} = 250 + \frac{820 - 800}{900 - 800} (500 - 250) = 300.$$

$$K_3 = \frac{0,65 \cdot 2,42 \cdot 300 \cdot 0,8}{(1 - 0,255)(0,0023 \cdot 300 + 1) \cdot 0,75} = 400.$$

Определим высоту экрана, м. При отметке пола 0,5 м над уровнем земли и устройстве экрана по высоте до уровня верха закладки имеем:

$$h_3 = h_0 + 0,5 = 2,5 + 0,5 = 3,0.$$

Длина экрана, м, равна длине помещения плюс две толщины поперечных стен, которые принимаем по 0,3 м:

$$l_3 = l + 0,6 = 9 + 0,6 = 9,6.$$

Площадь экрана, м²,

$$F_3 = l_3 h_3 = 9,6 \cdot 3,0 = 28,8.$$

Трудоемкость варианта, чел.ч:

$$A = a_3 F_3 + a_3 F_3 = 1,5 \cdot 5,85 + 0,8 \cdot 28,8 = 31,8.$$

Последний вариант обладает наибольшей трудоемкостью, но и обеспечивает самый высокий коэффициент защиты. Принимая окончательное решение, надо принять во внимание величину заданного коэффициента защиты и наличие тех или иных материалов.

Тема 4. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ УБЕЖИЩ

Цель: изучить основные положения расчета конструкций убежищ на динамические воздействия, вызванные ударной волной: схемы приложения нагрузок, их расчетные сочетания, характеристики материалов и предельные состояния конструкций.

Учебные вопросы:

1. Особое сочетание нагрузок.
2. Динамические нагрузки на сооружения от ударной волны.
3. Основные расчетные положения.
4. Материалы и их расчетные характеристики.

Вопрос 1. Особое сочетание нагрузок

Конструкции убежища рассчитывают на особое сочетание нагрузок, МПа:

$$q = q_{\Pi} + q_{\text{вд}} + q_{\text{экв}}.$$

К постоянным нагрузкам (q_{Π}) относятся:

- вес несущих и ограждающих конструкций убежища и наземных конструкций здания (для встроенных убежищ);
- вес и давление грунта.

К временным нагрузкам относятся:

- временные длительно действующие ($q_{\text{вд}}$): вес стационарного оборудования и вес складироваемых материалов;
- временные кратковременные ($q_{\text{вк}}$): вес работающих людей; снеговые и ветровые не учитываются вследствие их малости.

Эквивалентная статистическая нагрузка ($q_{\text{экв}}$) вызывает в конструкции такое же напряженно-деформированное состояние, как и динамическая нагрузка от действия ударной волны.

Кроме того, конструкции убежищ проверяются расчетом на основное сочетание нагрузок и на сохранность герметичности при неравномерной осадке опор (колонн) убежищ от эксплуатационной нагрузки здания, МПа:

$$q = q_{\Pi} + q_{\text{вд}} + q_{\text{вк}}.$$

Вопрос 2. Динамические нагрузки на сооружения от ударной волны

Давление ударной волны в точке

При различных взрывах: ядерном, обычных взрывчатых веществ (типа тротила) и смесей углеводородных газов с воздухом возникают динамические нагрузки на конструкции убежищ.

Максимальная величина динамической нагрузки на конструктивный элемент убежища и закон ее изменения во времени зависят:

- от среды (воздух, грунт), через которую передается нагрузка;
- условий взаимодействия ударной волны с конструкцией (в зависимости от ее размеров, проемности, материала).

Основными параметрами поражающего действия ударной волны являются:

- 1) избыточное давление во фронте $\Delta P_{\text{ф}}$;
- 2) скоростной напор воздуха $P_{\text{ск}} = \rho \frac{v^2}{2}$;
- 3) время действия избыточного давления θ ;
- 4) скорость фронта ударной волны $C_{\text{ф}}$.

При расчете конструкций убежищ действительный график изменения избыточного давления в фазе сжатия заменяется эквивалентным по площади треугольным графиком с линейной зависимостью давления от эффективного времени действия ударной волны θ , с:

$$\theta = (0,72 - 0,08\Delta P)\tau_{+}.$$

Фаза разряжения имеет значение при определении обратных (отсасывающих) нагрузок на защитные двери входов в убежище и ставни аварийных выходов. Ввиду плавного возрастания отрицательного давления эквивалентная статическая отсасывающая нагрузка невелика и принимается равной максимальному отрицательному избыточному давлению (0,025 МПа для убежищ II и III классов).

Кроме того, ударная волна:

- обладает свойством обтекания сооружений и затекания через отверстие внутрь сооружений, поражая людей;

- вызывает волну сжатия в грунте, окружающем сооружение, причем давление в фазе сжатия быстро уменьшается, а на удалении это давление становится подобным сейсмической волне;
- сопровождается скоростным напором воздуха (типа урагана), оказывающим метательное, опрокидывающее действие при встрече с преградой.

Скоростной напор воздуха $P_{ск}$ – это динамическая нагрузка, создаваемая потоком воздуха; измеряется как и избыточное давление в МПа. Его величина зависит от скорости v и плотности ρ воздуха за фронтом волны и тесно связана со значением максимального избыточного давления ударной волны:

$$P_{ск} = \rho \frac{v^2}{2}.$$

Время действия скоростного напора (после обтекания сооружения ударной волной) составляет $(0,5 - 0,6)\theta$.

На поражающее действие ударной волны влияет также скорость движения фронта ударной волны C_{ϕ} , м/с:

$$C_{\phi} = 340\sqrt{1 + 0,0083\Delta P}.$$

Если стены здания сплошные или проемность их меньше 10 %, часть энергии ударной волны будет затрачена на разрушение наружных стен, и нагрузка на покрытие достигнет $0,9\Delta P$ в течение $0,02-0,06$ с (время нарастания нагрузки θ_1 , рис. 15).

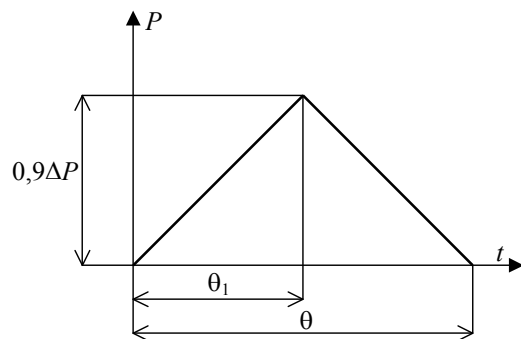


Рис. 15. Изменение нагрузки во времени

Аналогичен график для фундаментов заглубленных встроенных убежищ и покрытий отдельно стоящих убежищ с толщиной обсыпки более 1,0 м.

Предпосылки расчета

В практических расчетах на динамические нагрузки принимают следующие предпосылки:

- сооружение рассматривается полностью погруженным в ударную волну, т. е. динамические нагрузки действуют на все элементы сооружения одновременно;
- нагрузки имеют максимальные значения;
- нагрузки равномерно распределены по площадям;
- нагрузки приложены нормально к поверхностям конструкции.

Динамическая нагрузка P (МПа) на элементы конструкций определяется в зависимости от двух основных факторов: заглубления их в грунт и отметки уровня грунтовых вод.

Расчетные схемы приложения динамических нагрузок

Динамические нагрузки от ударной волны на встроенные убежища ГО при полном и неполном заглублении в грунт показаны на рис. 16,17.

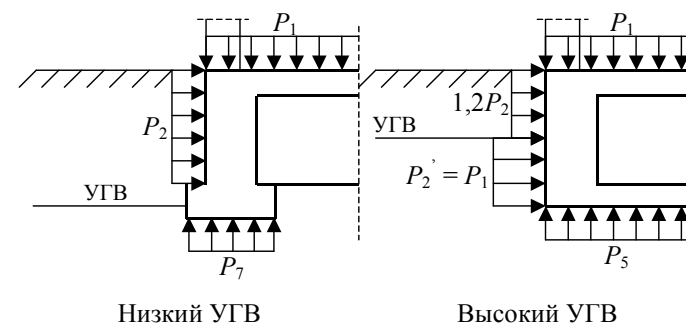


Рис. 16. Полное заглубление

Динамические нагрузки определяются по эмпирическим формулам СНиП II-11-77* в зависимости от заданной величины ΔP (класса убежища).

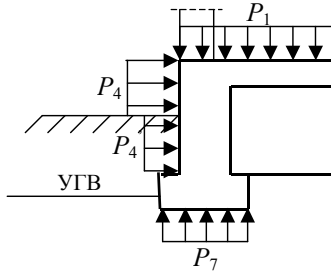


Рис. 17. Неполное заглубление или расположение в первом этаже здания

Учитывается также влияние площади проемов в ограждающих конструкциях помещений, расположенных над встроенными убежищами, и наличие легко разрушаемых стен (весом 1 м^2 меньше 100 кг).

Приведем эмпирические формулы для обычных условий при проемности стен более 10% .

Нагрузка на покрытие: $P_1 = \Delta P$.

Нагрузка на стены:

- примыкающие к незащищенному подвалу: $P_4 = 0,8\Delta P$;
- при УГВ ниже отметки пола: $P_2 = K_6\Delta P$, где K_6 – коэффициент бокового давления грунта: для грунтов нормальной влажности $K_6 = 0,5$; для водонасыщенных грунтов $K_6 = 1$;
- при УГВ выше отметки пола:
на стену выше УГВ $P_2 = 1,2K_6\Delta P$, K_6 – для грунтов нормальной влажности;
на стену ниже УГВ $P_2' = P_1$;
- на необвалованные наружные стены (учитывается воздействие скоростного напора):

при возвышении стен не больше $1,5 \text{ м}$: $P_4 = \Delta P + \frac{2,5\Delta P^2}{\Delta P + 7,2}$ (нагрузка обтекания ударной волной);

при возвышении стен более $1,5 \text{ м}$: $P_4 = 2\Delta P + \frac{6\Delta P^2}{\Delta P + 7,2}$ (нагрузка отражения ударной волны);

на часть стен, находящуюся в грунте: $P_4' = K_6P_4$;

- на стены у входов и на ЗГД: $P = K_B\Delta P$, где $K_B = 0,8 - 3$ (табл. 13 СНиП II-11-77*) – коэффициент входа;
- на внутренние стены тамбур-шлюзов $P = 0,8K_B\Delta P$;
- на внутренние стены тамбуров – $0,025 \text{ МПа}$.

Нагрузки на фундамент:

- сплошная плита: $P_5 = \Delta P$;
- ленточный, столбчатый: P_7 – по расчету.

При проемности стен менее 10% нагрузки имеют другие значения:

на покрытие $P_1 = 0,9\Delta P$, на стену у примыкающего подвала $P_4 = 0,7\Delta P$ и так далее.

Динамические нагрузки от ударной волны на отдельно стоящие убежища и встроенные (при неполном заглублении и обваловании участков стен, возвышающихся над поверхностью земли)

На нижнюю часть стены может действовать давление отражения ударной волны, передаваемое откосом обсыпки. Напряженное состояние в грунте создается проходящей ударной волной. От поверхности откоса распространяется плоская продольная волна, в которой смещение частиц грунта перпендикулярно к поверхности откоса. Это возможно при

$b < \frac{h_o + h_c}{n}$, где b – вынос бровки откоса обсыпки; h_o – высота обсыпки;

h_c – высота сооружения; n – коэффициент откоса (рис. 18).

В этом случае нагрузка на нижнюю часть стены:

$$P_3 = K_6K_{отр}\Delta P,$$

где $K_{отр}$ – коэффициент отражения ударной волны, зависящий от уклона откоса (табл. 8).

Для отдельно стоящих убежищ СНиП рекомендует толщину грунтовой обсыпки $0,5 - 1,0 \text{ м}$, вынос бровки не менее 1 м (для возвышающихся – 3 м), крутизну откоса не круче $1/2$.

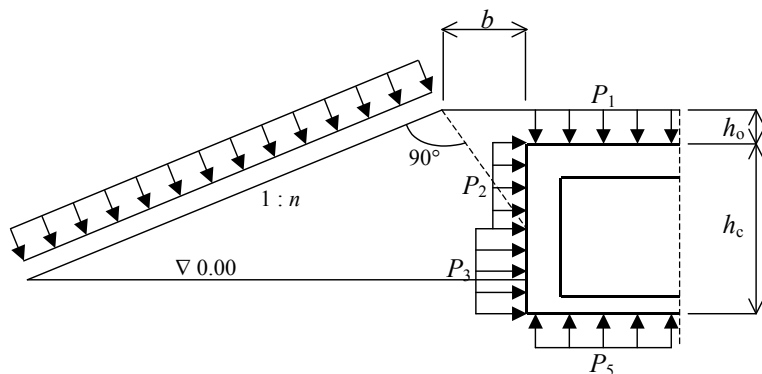


Рис. 18. Нагрузки на отдельно стоящее сооружение

Таблица 1

Уклон откоса	1/5	1/3	1/2
$K_{отр}$	1	1,2	1,3

Если $b \geq \frac{h_0 + h_c}{n}$, давление отражения с откоса на нижнюю часть стены не передается и нагрузка на всю стену будет P_2 .

Эквивалентные статические нагрузки

Динамические нагрузки от ударной волны приводят к эквивалентным статическим путем умножения на коэффициент динамичности:

$$q_{экр} = K_d P_n$$

Коэффициент динамичности K_d учитывает:

- изменение динамической нагрузки во времени;
- пластические и упругие свойства материалов;
- условия работы конструкций.

В зависимости от этих обстоятельств он принимается от 1,0 до 2,0 по таблицам СНиП II-11-77* (табл. 14–18, с. 20–22).

Для заглубленных и обвалованных стен вводится коэффициент $K_0 = 0,8$, который учитывает затухание волны сжатия с глубиной

и снижение давления за счет движения сооружения в грунте и деформации стен.

Вопрос 3. Основные расчетные положения

Расчеты конструкций гражданских и промышленных сооружений в РФ производятся по методу предельных состояний.

Метод расчетных предельных состояний исходит из всестороннего исследования перехода конструкции в предельное состояние.

Предельным называют такое состояние, при котором конструкция, основание, здание или сооружение перестают удовлетворять заданным эксплуатационным требованиям или техническим требованиям по их возведению.

Предельные состояния подразделяются на группы:

- первая группа – по потере несущей способности (прочности, устойчивости, выносливости);
- вторая – по непригодности к эксплуатации вследствие появления недопустимых деформаций (перемещений, прогибов, осадок, углов поворота).

Нагрузки, вызываемые действием ударной волны ядерного взрыва, являются одной из разновидностей динамических нагрузок, и поэтому к расчету убежищ применимы все положения метода предельных состояний. Рассчитывают конструкции убежищ по несущей способности (первая группа предельных состояний).

Элементы несущих и ограждающих конструкций убежищ рассчитываются в упругопластической стадии (состояние 1а), когда допускаются раскрытые трещины в растянутой зоне бетона и пластические (неупругие) деформации растянутой арматуры. Это позволяет получать экономичные решения убежищ, предназначенных для однократного восприятия особого сочетания нагрузок за счет полного использования возможности железобетона.

Конструкции убежищ в водонасыщенных грунтах рассчитываются по более строгим требованиям – в упругой стадии работы арматуры (состояние 1б), когда не допускаются раскрытие трещин в растянутой зоне бетона и пластические деформации растянутой арматуры (напряжения в арматуре и бетоне не должны превышать расчетного динамического сопротивления).

Стадии работы бетона и арматуры показаны на диаграмме предельных состояний «момент–прогиб» (рис. 19).

Предельные состояния 1а и 1б изгибаемых элементов нормируются отношением полного (предельного) прогиба конструкции при достижении предельного состояния y_n к величине упругого прогиба y_0 . Для состояния 1б максимальный упругий прогиб при равномерно распределенной нагрузке составляет $y_0 = l/200$, а предельный прогиб для состояния 1а – $y_n = l/75$ (рис. 20). Таким образом, $y_n \leq 3y_0$.

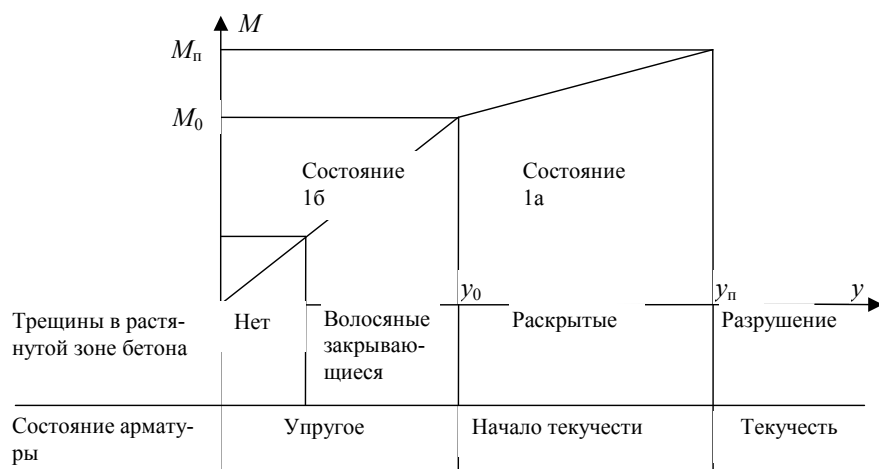


Рис. 19. Диаграмма предельных состояний

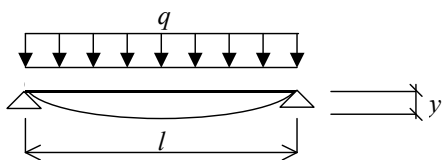


Рис. 20. Предельный прогиб

Вопрос 4. Материалы и их расчетные характеристики

Бетон. СНиП 2.03.01–84. Для сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций убежищ применяется тяжелый бетон

(объемный вес не менее 25 кН/м^3) проектной марки не ниже В20 (призменная прочность при осевом сжатии, т. е. нормативное сопротивление бетона $R_{bn} = 15 \text{ МПа}$, расчетное сопротивление $R_b = 11,5 \text{ МПа}$), а для ответственных элементов – колон и ригелей, не ниже В30 ($R_{bn} = 22,5 \text{ МПа}$, $R_b = 17,3 \text{ МПа}$). Бетонные блоки стен и раствор для заделки швов – не ниже М 100.

При расчете на эквивалентные статические нагрузки нормативные сопротивления бетона принимаются в соответствии с требованиями главы СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций. При этом коэффициенты безопасности по бетону принимаются равными: при сжатии $K_{\sigma c} = 1,3$, при растяжении $K_{\sigma p} = 1,5$.

При быстро возрастающих нагрузках сопротивляемость бетона увеличивается, что в расчетах учитывается коэффициентом динамического упрочнения бетона $K_{y\sigma} = 1,2$ и коэффициентом условий работы $m_{\sigma T} = 1,25$ (для заводских элементов 1,15). Коэффициент динамического упрочнения учитывает повышение прочности материала при большой скорости деформирования элемента конструкции. Коэффициент условий работы учитывает нарастание прочности бетона за период времени от постройки убежища до воздействия расчетной нагрузки.

Расчетное динамическое сопротивление на сжатие для бетона В30 будет равно:

$$R_b^d = R_{bn} K_{y\sigma} m_{\sigma T} / K_{\sigma c} = 22,5 \cdot 1,2 \cdot 1,25 / 1,3 = 26 \text{ МПа}.$$

Арматура. СНиП 2.03.01–84. В качестве рабочей арматуры ненапрягаемых железобетонных конструкций применяют горячекатаные арматурные стали с повышенными пластическими свойствами классов А-III, А-IV (допускается А-II).

При расчете конструкций убежищ ГО расчетные сопротивления рабочей арматуры на растяжение при изгибе принимают, например, для класса А-IV $R_y = 540 \text{ МПа}$ (для А-III $R_y = 400 \text{ МПа}$). Также вводятся коэффициент динамического упрочнения $K_{ya} = 1,05$ (для А-III $K_{ya} = 1,25$), коэффициент условий работы $m_a = 1,1$ (для классов А-III,

А-II) и коэффициент надежности по арматуре: для класса А-IV $K_a = 1,1$, для других классов $K_a = 1$.

Расчетное динамическое сопротивление растянутой арматуры класса А-III при изгибе будет равно:

$$R_y^d = R_{yn} K_{ya} m_a / K_a = 400 \cdot 1,25 \cdot 1,1 / 1 = 550 \text{ МПа}.$$

Повышение расчетной сопротивляемости бетона и арматуры до расчетных динамических сопротивлений при расчете на эквивалентные статические нагрузки позволяет получать более экономичные проектные решения при расчете убежищ ГО на однократное воздействие ударной волны ядерного взрыва.

Пример расчета основных конструкций убежища ГО

Исходные данные.

Дано: отдельно стоящее убежище на 600 чел. с размерами пролетов $l = 6$ м. Материалы – тяжелый железобетон с объемным весом $\gamma_{жб} = 25 \text{ кН/м}^3$; грунт обсыпки – песчаный, средней влажности, с объемным весом $\gamma_{гр} = 18 \text{ кН/м}^3$; уровень грунтовых вод ниже пола; защитная мощность $\Delta P = 0,3 \text{ МПа}$.

Определить: размеры основных ограждающих конструкций убежища (покрытие и стены).

Решение:

1. Принимаем по конструктивным соображениям:

вынос бровки $b = 1,5$ м; толщину обсыпки 1,0 м; уклон откоса 1:2; толщину фундаментной плиты 0,6 м, высоту помещения 2,4 м.

2. Определяем приближенно толщину плиты покрытия при $\Delta P = 0,3 \text{ МПа}$ и пролете $l = 6$ м по графику «Методического пособия цикла ГО ЛИСИ», 1976 (с. 67): $h_{пл} = 55$ см.

Высота сооружения

$$h_c = 0,55 + 2,4 + 0,6 = 3,55 \text{ м}.$$

3. Проверяем, нужно ли учитывать давление ударной волны, отражаемой откосом обсыпки:

$$\frac{h_o + h_c}{n} = \frac{1,0 + 3,55}{2} = 2,275 > b = 1,5 \text{ м}.$$

Давление ударной волны на нижнюю часть стены учитывать нужно.

4. Составляем расчетную схему динамических нагрузок от ударной волны (см. рис. 18).

5. Определяем динамические нагрузки от ударной волны P_n :

- на покрытие $P_1 = \Delta P = 0,3 \text{ МПа}$;
- на верхний участок стены $P_2 = K_6 \Delta P = 0,5 \cdot 0,3 = 0,15 \text{ МПа}$ (коэффициент бокового давления грунта $K_6 = 0,5$ по табл. 11 СНиП II-11-77*);
- на нижний участок стены

$$P_3 = K_{отр} K_6 \Delta P = 1,3 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 0,194 \text{ МПа}$$

(коэффициент, учитывающий отражение ударной волны, $K_{отр} = 1,3$ для уклона откосов обвалования 1 : 2 по табл. 12 СНиП II-11-77*).

6. Определяем эквивалентную статическую нагрузку:

$$q_{экр} = K_d P_n.$$

Коэффициент динамичности: для покрытия $K_d = 1,2$ (табл. 14, СНиП II-11-77*), для стен $K_d = 1,0$ (табл. 16, СНиП II-11-77*), для сплошной фундаментной плиты $K_d = 1,0$ (табл. 17, СНиП II-11-77*).

Эквивалентные статические нагрузки будут равны:

$$\text{на покрытие } q_{экр} = K_d P_1 = 1,2 \cdot 0,3 = 0,36 \text{ МПа};$$

$$\text{на стену сверху } q_{экр} = K_d K_o P_2 = 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,15 = 0,12 \text{ МПа};$$

$$\text{на стену внизу } q_{экр} = K_d K_o P_3 = 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,194 = 0,155 \text{ МПа};$$

на сплошную фундаментную плиту

$$q_{экр} = K_d P_5 = 1,0 \cdot 0,3 = 0,3 \text{ МПа}.$$

Далее ведем расчет для покрытия убежища.

7. Определяем постоянные нагрузки на покрытие:

- статическая нагрузка от собственного веса плиты покрытия

$$q_{с.в} = h_{пл} \gamma_{жб} = 0,55 \cdot 0,025 = 0,0138 \text{ МПа};$$

- статическая нагрузка от грунтовой обсыпки

$$q_{с.в} = h_0 \gamma_{гр} = 0,018 \text{ МПа};$$

- постоянная нагрузка

$$q_{п} = 0,0138 + 0,018 = 0,0318 \text{ МПа}.$$

8. Определяем особое сочетание нагрузок на покрытие:

$$q = q_{п} + q_{вд} + q_{эКВ}; \quad q_{вд} \approx 0;$$

$$q = 0,0318 + 0,36 = 0,3918 \approx 0,4 \text{ МПа}.$$

9. Определяем по графику (рис. 21) путем интерполирования толщину плиты покрытия при пролете $l = 6 \text{ м}$ и $q = 0,4 \text{ МПа}$. Принимаем толщину плиты покрытия равной 68 см; толщину наружных стен в верхней части в два раза меньше, чем плиты – 34 см.

Расчет с использованием графика приближенный. Расчет конструкций убежищ практически ведут по указаниям СНиП II-11-77*, СНиП 2.03.01-84 и Руководства по проектированию строительных конструкций убежищ ГО, 1982 г.

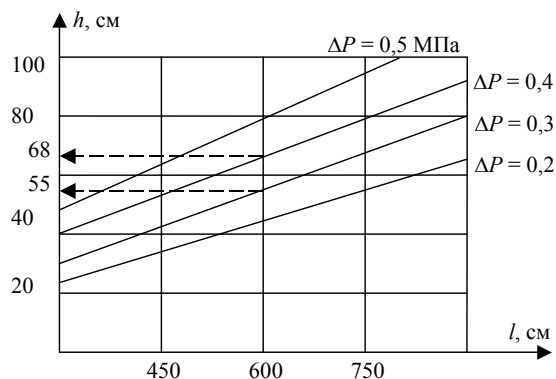


Рис. 21. График для приближенного определения толщины покрытия

Вопрос 5. Особенности расчета конструкций ПРУ

Рассчитываются только конструкции ПРУ, расположенные в зоне возможных слабых разрушений очага ядерного поражения (т. е. в зоне действия ударной волны) – в подвальных и цокольных этажах.

Ведется расчет на особое сочетание нагрузок только основных несущих конструкций (колонн, ригелей, перекрытий). Основания не рассчитываются, так как они не влияют на эксплуатационную пригодность ПРУ.

Так как величина нагрузки на перекрытие встроенного ПРУ почти одинакова при расчете по предельным состояниям 1а и 1б (из-за затекания ударной волны через проемы в стенах здания и медленного нарастания динамической нагрузки), то расчет ведется по состоянию 1б (1а не дает экономии). Производится проверочный расчет на основное сочетание нагрузок.

Двери ПРУ при подходе ударной волны должны быть открыты.

Тема 5. ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ УБЕЖИЩ

Цель: изучить принципы расчета и мероприятия по обеспечению поддержания температурно-влажностного режима в убежищах ГО.

Учебные вопросы:

1. Причины появления повышенной влажности.
2. Газовый состав и параметры воздуха.
3. Приборы контроля над составом воздуха.

Введение

Современные убежища ГО – это сложные в техническом отношении сооружения, оборудованные комплексом различных инженерных систем и измерительных приборов, которые должны обеспечить требуемые нормативные условия жизнеобитания людей в убежище в течение всего расчетного времени. Одно из таких непереносимых условий – поддержание в сооружении необходимого температурно-влажностного режима.

Поддержание последнего обеспечивается нормальной работой и правильной эксплуатацией системы вентиляции убежища. Система вентиляции, помимо подачи в убежище воздуха для укрываемых, должна обеспечить удаление тепло- и влагоизбытков от находящихся в сооружении людей, от работы всех агрегатов.

Вопрос 1. Причины появления повышенной влажности

Долговечность конструкций и внутреннего оборудования, эксплуатационное состояние убежища зависят в значительной мере от температурно-влажностного режима в помещениях сооружения. Главное значение принадлежит влажности. Степень увлажнения, допустимая в убежище, определяется, в первую очередь, использованием помещений в мирное время.

Основными причинами повышения влажности и появления сырости могут быть:

- неправильное проветривание и вентилирование, приводящие к конденсации водяных паров в помещениях;

- попадание в помещения грунтовых вод вследствие недостаточной гидроизоляции или ее повреждения;
- неисправности трубопроводов, арматуры и приборов на сетях водопровода, отопления, горячего водоснабжения, а также аварии на этих сетях.

В атмосфере всегда содержится некоторое количество водяного пара. Абсолютной влажностью воздуха называется количество влаги в граммах, содержащееся в 1 м³ воздуха. Относительная влажность выражается отношением абсолютной влажности данной воздушной среды к максимальной влажности, соответствующей температуре этой среды. При относительной влажности, равной 100 %, наступает состояние полного насыщения водяными паром. Температура, при которой наступает полное насыщение воздуха, называется температурой точки росы. При понижении этой температуры происходит выделение из воздуха части влаги в виде капель воды (конденсата).

В известной мере влага, содержащаяся в воздухе, может поглощаться пористым материалом стен (кирпичной кладкой, бетоном). Однако при длительной повышенной влажности воздуха происходит насыщение и увлажнение внутренних слоев ограждающих конструкций. На металлических поверхностях при увеличении влажности воздуха вода будет оседать в виде капель, что может привести к коррозии.

В практике эксплуатации ЗС не следует допускать такого температурно-влажностного режима, при котором возможно образование конденсата. Для этого внутри сооружения необходимо поддерживать такую температуру воздуха, при которой его относительная влажность будет не выше допустимой.

Наибольшая опасность появления сырости в убежищах возникает в летние месяцы, когда отключают централизованное отопление в зданиях, а следовательно, и в защитных сооружениях.

Теплый воздух всегда содержит большее количество водяного пара, чем холодный. Поэтому, попадая внутрь сооружения, где температура воздуха значительно ниже, чем снаружи, теплый воздух охлаждается, а его относительная влажность увеличивается. В этих случаях необходимо тщательное и интенсивное проветривание помещений, чтобы повысить температуру внутри ЗС. Проветривание проводят путем открывания всех дверей ЗС или с использованием вентиляторов, включенных по режиму чистой вентиляции.

Потребление кислорода человеком

Состояние, в котором находится человек	Потребление кислорода, л/ч	Выделение углекислого газа, л/ч
Относительный покой	18	14
Ускоренная ходьба	68	60
Быстрый бег	133	120
Тяжелая физическая нагрузка	190	180

При проветривании необходимо учитывать состояние наружного воздуха в зависимости от времени года и характера погоды. Нельзя проветривать помещение ЗС влажным воздухом, то есть во время дождя или сразу после него, а также в сырую туманную погоду.

Сведения о степени влажности наружного воздуха могут быть получены от местной метеорологической станции. Относительную влажность воздуха измеряют психрометром. Нормальной в убежище считается влажность не выше 65–70 %.

Чтобы из поступающего в сооружение наружного воздуха не выделялась (конденсировалась) содержащаяся в нем влага, для определения возможности проветривания может быть применен простейший способ. На полу сооружения ставят бутылку с водой и через 30–40 мин выносят ее на улицу. Если бутылка с водой покроется росой, проветривать помещение наружным воздухом нельзя, так как на стенах и металлических поверхностях будет осаждаться влага.

При обнаружении в помещениях ЗС влажности воздуха выше допустимой, характерным признаком чего является появление конденсата на металлических деталях конструкций оборудования, необходимо срочно выяснить причины повышенной влажности и принять меры к их устранению.

Вопрос 2. Газовый состав и параметры воздуха

Человек при дыхании поглощает кислород из воздуха и выделяет углекислый газ (CO_2), а также влагу и определенное количество тепла. В результате этого в ЗС, как и во всяком герметизированном помещении, изменяется газовый состав воздуха: уменьшается содержание кислорода, увеличивается содержание углекислого газа. Температурно-влажностный режим в сооружении также изменяется: температура и влажность повышаются. Скорость этого повышения зависит от числа людей в помещении. Повышение температуры происходит также из-за тепловыделений от работающих электродвигателей, ламп электрического освещения и регенеративных устройств.

Количество потребляемого человеком кислорода и выделяемого CO_2 зависит от состояния человека и колеблется в широких пределах (табл. 9).

В защитном сооружении человек потребляет кислорода и выделяет CO_2 в количествах на уровне тяжелых физических нагрузок.

Номинальное содержание в воздухе CO_2 составляет 0,03 %. При повышенном содержании CO_2 (1,5–2 %) дыхание человека становится более глубоким, однако заметного ухудшения самочувствия, как правило, не наблюдается. При 3,5–4 % CO_2 появляются головные боли, озноб, ухудшается сердечная деятельность, снижается работоспособность. В таких условиях человек может находиться только кратковременно. При дальнейшем повышении концентрации происходит дальнейшее ухудшение сердечной деятельности и общего состояния организма. Концентрацию CO_2 до 8 % человек может переносить лишь в течение 30–40 мин.

Нормальной концентрацией CO_2 в убежище считается 2 % или кратковременно – до 3–3,5 %.

Номинальное содержание кислорода в воздухе 21 %. Снижение его содержания до 15 % не вызывает в организме быстрых отрицательных явлений. Тяжелые физиологические изменения происходят при уменьшении концентрации кислорода в воздухе до 10 %. Однако следует иметь в виду, что концентрация CO_2 повышается быстрее, чем снижается содержание кислорода.

В защитном сооружении отрицательное воздействие на организм человека повышенной концентрации CO_2 и уменьшение содержания кислорода усугубляются из-за увеличения температуры и влажности.

Тепловыделения и влаговыделения человека колеблются в весьма широких пределах, однако для укрываемых в убежище, находящихся в состоянии относительного покоя, они могут быть приняты в соответствии с табл. 10.

Тепловыделения человека измеряют в ккал/ч или кДж/ч (1 ккал = 4,19 кДж; 1 кДж = 0,238 ккал). Для защитного сооружения как усредненное значение для расчетов принимают 419 кДж/ч = 100 ккал/ч.

Таблица 10

Тепло- и влаговыделение человеком

Показатель	Количество выделяемого тепла и влаги в убежищах, расположенных	
	на предприятиях	при лечебных учреждениях
Тепловыделения на одного укрываемого	100 ккал/ч	100 ккал/ч
Влаговыделения на одного укрываемого при температурах:		
28 °С	95 г/ч	95 г/ч
30 °С	110 г/ч	–

При повышении температуры среды выше определенного предела с поверхности кожи начинает выделяться вода для поддержания нормальной температуры тела (потоотделение). Однако при повышенных температуре и влажности воздуха этот естественный процесс терморегуляции нарушается.

Влияние температуры и влажности воздуха на состояние укрываемых в убежище приведено в табл. 11.

Таблица 11

Состояние человека в зависимости от параметров воздуха

Состояние человека	Параметры воздуха	
	Температура, °С	Относительная влажность, %
Нормальное	21–24	50–70
Самочувствие хуже, слабость	29	90
Слабость, удушье, беспокойство	30–32	90
Опасное, повышение температуры тела, частый пульс, учащенное дыхание	33	90
Чрезвычайно опасное (быстрое) повышение температуры тела	37	95–100

Воздействие на человека температуры и влажности воздуха принято оценивать по так называемой эффективной температуре $T_{эф}$. Под эффективной температурой понимается температура воздуха при 100 %-ной относительной влажности, которая эквивалентна другим сочетаниям температуры и влажности воздуха.

Для длительного пребывания в убежищах в средней полосе России можно принять $T_{эф} = 27$ °С, а для южных районов $T_{эф} = 29,5$ °С. Соответствующие значения температуры и влажности приведены в табл. 12.

Количество влаги, выделяемое человеком, находящимся в убежище, в первую очередь зависит от температуры и влажности воздуха.

Изменение воздушной среды внутри сооружения как по газовому составу, так и по температуре и влажности, идет быстро. В зависимости от характера сооружения (вентилируемое или невентилируемое) наибольшую опасность могут представлять либо высокие температура и влажность, либо изменения газового состава воздуха.

Таблица 12

Эффективная температура

$T_{эф} = 27$ °С		$T_{эф} = 29,5$ °С	
Температура, °С	Относительная влажность, %	Температура, °С	Относительная влажность, %
27	100	29,5	100
28	85	30	96
29	75	31	90
30	66	32	75
32	46	35	50

В ЗС с постоянным объемом воздуха (невентилируемом) быстрее меняется газовый состав воздуха – нарастает концентрация CO_2 . При объеме воздуха 1,5 м³ на 1 чел. содержание CO_2 через 2–2,5 ч после заполнения и герметизации сооружения может достигнуть уже 3–4 %.

Время, ч, возможного пребывания укрываемых в таком сооружении в зависимости от объема воздуха в сооружении может быть определено по формуле

$$t = \frac{C_{доп} V}{B \cdot 100},$$

где $C_{доп}$ – предельно допустимая концентрация углекислого газа, %; V – объем воздуха на 1 чел., м³; B – количество углекислого газа, выделяемого 1 чел., л/ч.

В убежищах, имеющих систему вентиляции, факторами, определяющими возможность длительного пребывания людей в режиме укрытия, являются температура и влажность воздуха. Уже в первые

Теплопоглощение ограждающих конструкций

Начальная температура ограждающих конструкций, °С	Среднечасовое количество тепла, поглощаемое ограждающими конструкциями при II режиме, ккал/ч·м ²	
	Железобетонными и бетонными	Кирпичной кладкой
1	2	3
21	50	31
22	43	27
23	36	22
24	30	18
25	24	14
26	16	10
27	9	2

10–12 ч после заполнения в убежищах при подаче воздуха 2 м³/ч на 1 чел. температура поднимается до 29–30 °С, в то время как содержание СО₂ при этом не превышает 1–1,5 %.

Количество свежего воздуха, необходимого для поддержания в убежище допустимых температуры и влажности, не превышающих предельных значений, зависит от времени суток, года и климатических условий района, где построено сооружение.

Размеры воздухоподачи, обеспечивающие в убежищах допустимую температуру и влажность воздуха в зависимости от климатических районов приведены в СНиП II-11-77* (табл. 13).

Таблица 13

Величина воздухоотдачи для убежищ

Климатическая зона	Температура наружного воздуха, °С	Теплосодержание наружного воздуха J _н , ккал/кг	Количество подаваемого воздуха, м ³ /ч на 1 чел.
I	До 20	До 10,5	8
II	20–25	10,5–12,5	10
III	25–30	12,5–14,0	11
IV	Более 30	Более 14	13

Из табл. 13 видно, что для поддержания условий жизнеобитания в убежище требуется подача большого количества воздуха. Однако подача 8–13 м³ воздуха в 1 ч на одного укрываемого может быть обеспечена без затруднений только в том случае, если воздух очищается только от пыли, т. е. при I режиме – чистой вентиляции.

Несколько облегчает это положение способность ограждающих конструкций убежищ (главным образом стен и полов) аккумулировать тепло и передавать его грунту. Чем больше площадь ограждающих конструкций, приходящихся на одного укрываемого, тем больше теплоизбытков будет снижаться ограждающими конструкциями. Определенное влияние на этот процесс будут оказывать теплофизические свойства конструкций, а также их начальная температура.

Начальная температура поверхности ограждающих конструкций принимается равной среднемесячной температуре наружного воздуха самого жаркого месяца климатической зоны, но не ниже 15 °С.

Теплопоглощение ограждающими конструкциями учитывается, как правило, для II режима (фильтровентиляции) и может быть принято по таблице СНиП II-11-77* (табл. 14).

При минимальной площади помещений для укрываемых, равной 0,5 м² на 1 чел., и высоте помещений 2,2 м, площадь ограждающих конструкций на 1 чел. составит 1,3–1,8 м². В этих условиях допустимые тепловлажностные параметры воздуха могут быть сохранены в течение 10–12 ч при подаче свежего воздуха по II режиму – около 2 м³/ч на 1 чел.

При большей площади пола и ограждающих конструкций при воздухоподаче 2 м³/ч·чел. температурно-влажностный режим в убежище может быть сохранен в течение более длительного времени.

При проектировании ЗС количество подаваемого наружного воздуха, м³/ч, в режиме фильтровентиляции в зависимости от тепловыделений в сооружении следует определять по формуле СНиП II-11-77*:

$$L = \frac{Q_T - F_K q_{огр}}{1,2(J_B - J_H)},$$

где Q_T – количество выделяющегося в убежище тепла (от людей, электрического освещения, электросилового оборудования), ккал/ч; F_K – площадь внутренней поверхности ограждающих конструкций, м²; J_B – теплосодержание внутреннего воздуха, принимаемое для 1-й и 2-й-климатических зон 22,5 ккал/кг, для 3-й и 4-й зон – 23,5 ккал/кг; J_H – теплосодержание наружного воздуха, соответствующее средне-

месячной температуре и влажности самого жаркого месяца, ккал/кг (см. табл. 13).

Приведенные данные и принципы расчета позволяют определить в каждом конкретном случае допустимое время пребывания людей в убежище и продолжительность тех или иных режимов вентиляции.

При необходимости приведенные данные позволяют решить и обратную задачу: в зависимости от предполагаемого времени пребывания людей в сооружении определить возможную его вместимость.

Вопрос 3. Приборы контроля за составом воздуха

В каждом защитном сооружении должен быть комплект контрольно-измерительных приборов (КИП) и индикаторов, позволяющих определять и контролировать поддержание основных параметров воздуха (температура и влажность), газовый состав (содержание углекислого газа) и степень зараженности воздуха радиоактивными и химическими веществами. Это необходимо для проверки температурно-влажностного режима при эксплуатации убежищ и для принятия соответствующих решений в случае заражения воздуха.

Места измерения параметров воздуха выбирают с учетом особенностей планировки сооружения. В помещениях площадью более 300 м² измерения проводят в центре помещения и в четырех точках, наиболее удаленных от центра.

Температуру воздуха внутри сооружения измеряют ртутными термометрами с ценой деления 0,2 °С, укрепленными на деревянной доске на высоте 1,5 м от пола и удаленными от нагревательных приборов и других источников тепла.

Температуру наружного воздуха измеряют термометрами, защищенными от прямого воздействия солнечных лучей и атмосферных осадков.

Для определения относительной влажности воздуха пользуются психрометром, который состоит из двух термометров: сухого и мокрого. Ртутный шарик мокрого термометра обернут тканью, непрерывно смачиваемой водой. Свободный конец ткани погружен в небольшой сосуд с водой, но при этом ртутный шарик воды не касается. Чем меньше влажность воздуха, тем интенсивнее испаряется вода с поверхности ткани, которой обернут шарик термометра, тем больше снижается температура мокрого термометра.

По разности показаний сухого и мокрого термометров, пользуясь специальными психометрическими таблицами, определяют степень влажности воздуха.

Относительную влажность воздуха можно также определить аспирационными психрометрами и гигрометрами.

Скорость и давление воздуха измеряют соответственно анемометрами и пневмометрическими трубками.

Зная скорость потока воздуха в том или ином сечении воздухопровода и давление, создаваемое потоком воздуха, определяют расход воздуха, м³/ч, т. е. количество подаваемого воздуха

$$L = vF \cdot 3600,$$

где v – средняя скорость воздушного потока, м/с; F – площадь сечения, через которое проходит воздушный поток, м².

Процентное содержание углекислого газа в воздухе определяют газоанализатором ГМУ-2. При включении газоанализатора анализируемый воздух просасывается насосом через камеру, в которой происходит поглощение содержащегося в воздухе СО₂. В результате поглощения давление в камере понижается. По разности давлений, пропорциональной содержанию углекислого газа в анализируемом воздухе, определяют процентное содержание СО₂ в воздухе.

Для обнаружения радиоактивного заражения в районе размещения и внутри сооружения используют дозиметрические приборы ДП-5В. Степень радиоактивного облучения людей измеряют индивидуальными дозиметрами ИД-1.

Для определения зараженности воздуха химическими отравляющими веществами и аварийно-химическими опасными веществами применяют приборы химической разведки и газоанализаторы различного типа.

Рекомендуемая литература

1. СНиП II-11-77*. Защитные сооружения ГО. – М., 1985.
2. Атаманюк В. Г. Гражданская оборона. – М.: ВШ, 1986.
3. Каммерер Ю. Ю., Кубырев А. К., Харкевич А. Е. Защитные сооружения гражданской обороны. – М., 1999. Энергоатомиздат, 1985.
4. Штокман Е. Д. Очистка воздуха.

Тема 6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ УКРЫТИЯ

Цель: изучить принципы использования подземных пространств для укрытия населения и персонала объектов в ЧС, рассмотреть конструктивные особенности городских заглубленных сооружений селитебной зоны и производственных предприятий, а также горных выработок с точки зрения оборудования в них укрытий.

Учебные вопросы:

1. Тенденция использования защитных сооружений.
2. Конструкции и внутреннее оборудование городских подземных сооружений, приспособляемых под защитные сооружения.
3. Заглубленные сооружения селитебной части города.
4. Использование под убежища заглубленных помещений промышленных предприятий.
5. Оборудование убежищ в горных выработках.

Вопрос 1. Тенденция использования подземных сооружений

Подземные пространства люди стремились эффективно использовать на самых ранних стадиях своего развития. Это пещерные хранилища, храмы (многие сохранились до наших дней). Подземные сооружения давали возможность:

- использовать горные породы в естественном залегании в качестве конструкционного и изоляционного материала;
- поддерживать стабильный микроклимат без расхода топлива;
- обеспечивать долговечность сооружения;
- обеспечивать хранение запасов;
- сократить благоустраиваемую и защищаемую территорию;
- иметь скрытые ходы сообщения между важными объектами.

Подземные разработки велись повсеместно, в результате чего образовались катакомбы в Древнем Риме, в Одессе, в Керчи (использовались в годы Великой Отечественной войны для борьбы с врагом).

Сохранились такие замечательные памятники архитектуры, как расположенные в подземных выработках сокровища Атрея в Греции, храмы в Индии и Египте и даже подземные города Чуфут Кале в Крыму, Вардзия в Грузии.

В дальнейшем появляются идеи использования подземных пространств для транспортных целей. В XVI в. Леонардо да Винчи предложил сооружать улицы для пешеходов и экипажей в разных уровнях. В конце XIX в. строятся первые подземные железные дороги: Лондон – 1863 г., Будапешт – 1896 г., Париж – 1900 г.

С ростом городского хозяйства возникла необходимость бережного отношения к городским площадям и эффективного использования их подземных пространств. Таким образом, получила развитие идея пространственного градостроительства, что вело к использованию подземных пространств. Здесь приоритет принадлежит Ле Корбюзье, показавшему необходимость зонирования городов в плане и по вертикали.

Развитие городов вело к выделению больших земельных площадей для развития промышленности. Расчеты показывают, что из земельных угодий, отчуждаемых от сельскохозяйственного оборота, 90 % уходит на развитие промышленности и транспортных систем; 4–10 % – на жилищное строительство.

В настоящее время все большее значение приобретает показатель стоимости земли в городах. Отсюда вытекает необходимость многоуровневого развития производственных зданий, широкого использования их частей, заглубленных в грунт.

Во всем мире эффективно используется городское подземное пространство: подземные залы (кафе, рестораны) – Варшава, Будапешт, Плоэшти, Брно и др.; подземные выставочные залы, концертные залы – Прага, Париж, Нью-Йорк, Бирмингем, Хельсинки, Франкфурт-на-Майне, Вена, Токио, Осака и др.

Широко используются подземные пространства железнодорожных вокзалов, авто- и аэровокзалов. В массовом порядке сооружаются подземные гаражи и автостоянки. При этом следует учитывать неравнозначность санитарно-гигиенических условий среды для людей, находящихся в наземной и подземной части сооружений.

Итак, широкое использование городских подземных пространств создает предпосылки для решения многих градостроительных задач:

- экономичное использование земельных территорий для строительства;
- разуплотнение застройки (что особенно важно для организации СИДНР в ЧС);
- упорядочение движения городского транспорта;
- упорядочение системы коммунального обслуживания;

- сохранение архитектурных памятников, представляющих особую ценность;
- увеличение площадей зеленых насаждений;
- организация защиты населения в ЧС;

Вопрос 2. Конструкции и внутреннее оборудование городских подземных сооружений, приспособляемых под защитные сооружения

Конструкции городских подземных сооружений складывались как под влиянием характера рельефа, грунтовых напластований и особенностей местности, так и на основе опыта строительных организаций, специализирующихся на горнопроходческих работах.

Различают три основные группы подземных сооружений:

- 1) глубокого заложения, возводимые горнопроходческим способом без вскрытия поверхности грунта;
- 2) мелкого заложения, возводимые открытым способом с дневной поверхности грунта;
- 3) встроенные, занимающие подземный объем здания, для которого они служат фундаментом и поэтому возводятся вместе со зданием.

Сооружения глубокого заложения

Сооружениями глубокого заложения являются тоннели. С поверхностью земли они связываются шахтными стволами или галереями (горизонтальными или наклонными). Поперечное сечение тоннеля определяется функциональным назначением сооружения и физико-механическими свойствами грунта. Так, горное давление, возникающее в связи с прохождением выработки, воспринимается обделкой тоннеля. Обычно очертание сечения тоннеля имеет форму круга или эллипса.

Такое очертание сечения тоннеля дает возможность свести к минимуму возникающие в обделке растягивающие напряжения, вызывающие необходимость армирования конструкции, так как в условиях проходки горных выработок такие работы затруднительны.

Конструкция обделок тоннелей метрополитена совершенно отработана для перегонных участков и станций. Так, диаметр тоннелей перегонов 5,5 м. Для станций он зависит от принятой конструкции: колонного типа или однопролетной сводчатой (рис. 22).

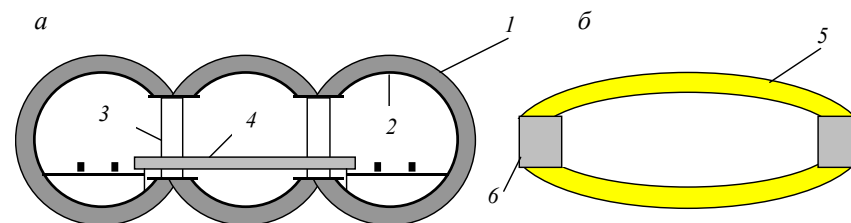


Рис. 22. Конструкции тоннелей: а – колонного типа; б – однопролетная сводчатая:

1 – чугунные тубинги; 2 – декоративная обделка; 3 – колонны; 4 – платформа; 5 – железобетонные блоки; 6 – стены из монолитного бетона

В тоннелях, сооружаемых в водонасыщенных грунтах, возникает опасность проникновения грунтовых вод внутрь сооружения. Если необходимо, то с внутренней стороны обделки создается гидроизоляция, прижимаемая к обделке железобетонной рубашкой, воспринимающей действующее на нее гидростатическое давление. Просачивающаяся в тоннель вода собирается в колодцах-зумпфах и откачивается на поверхность.

Сооружения неглубокого и мелкого заложения

Они имеют различную форму и этажность. Это определяется их функциональным назначением и методом производства работ по их сооружению. Различают три метода производства работ: котлованный, метод опускного колодца и стена в грунте. При котлованном методе (рис. 23) сооружение целиком возводится в открытом котловане и затем обсыпается грунтом. Откосы котлована соответствуют предотвращению самообрушения грунта. Это увеличивает размеры стройплощадки, что не всегда возможно.

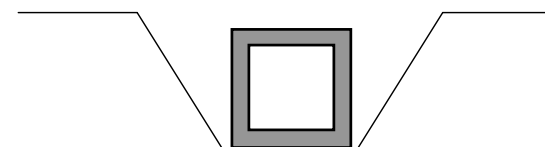


Рис. 23. Котлованный метод

Само сооружение может быть сборным, сборно-монолитным или монолитным. Все железобетонные конструкции имеют гидроизоляцию.

С поверхностью земли сооружение связано лестничными клетками или пандусами.

Метод опускного колодца (рис. 24) предусматривает постоянную выборку грунта из контура сооружения, ограниченного наружными стенами. Опускание сооружения идет под влиянием собственной массы, возрастающей по мере наращивания стен. Очертание сооружения в плане обычно в виде круга или близкое к нему. Материал – железобетон.

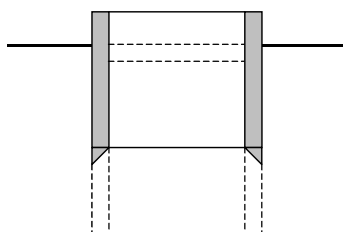


Рис. 24. Опускной колодец

При методе «стена в грунте» (рис. 25) отрывается траншея по контуру сооружения на всю его высоту с заполнением ее бетоном. Он поддерживает целостность траншей до завершения стен (бетон укладывается методом подводного бетонирования). Выборка грунта 2 производится после устройства стен. Внутренние конструкции сооружения выполняют после выемки грунта.

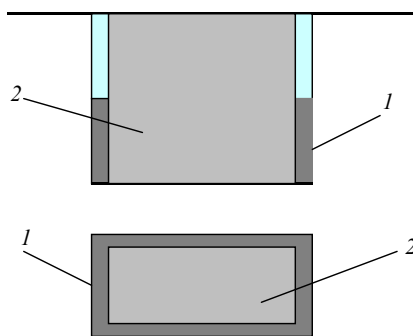


Рис. 25. Стена в грунте: 1 – бетон; 2 – грунт

Стоимость сооружений глубокого и мелкого заложения примерно в 5–7 раз меньше стоимости тоннелей глубокого заложения. Но следует учесть необходимость перекладки КЭС, ибо как раз они располагаются на уровне сооружений мелкого заложения.

Встроенные подземные сооружения

Это обычно одноэтажные или двухэтажные подвалы, расположенные под зданиями и имеющие с ними функциональные связи. Они располагаются по всей площади здания или по ее части, а иногда даже выходят за пределы здания (рис. 26).

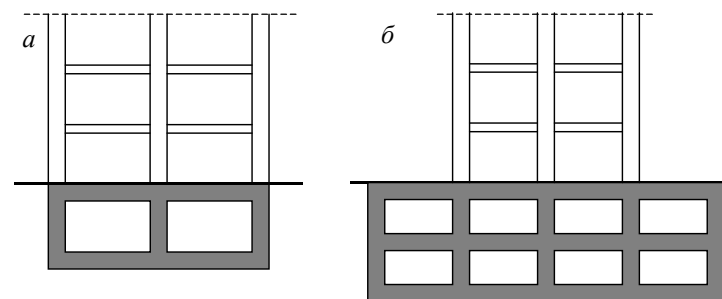


Рис. 26. Подвалы: а – одноэтажный, в габаритах здания; б – двухэтажный, выходящий за пределы контура здания

Подвалы могут быть конструктивно связаны со зданием или быть независимы. В последнем случае они создаются в виде полой железобетонной коробки, на которую опираются вышележащие этажи здания. Подземные сооружения лишены естественного освещения и связи с внешней средой. Для поддержания в них требуемого микроклимата в них должна действовать непрерывно работающая вентиляция. Наружные ограждающие конструкции должны обладать высокими изолирующими качествами. Внутри создается подпор воздуха для недопущения затекания наружного загрязненного воздуха. Поскольку городские магистральные сети канализации и водостока находятся выше заложения подземного сооружения, в них создают систему перекачки с автоматическими пусковыми устройствами для удаления сточных и просачивающихся грунтовых вод.

Вопрос 3. Заглубленные сооружения селитебной части города

В связи с большой стоимостью земли в городах необходимо целесообразно использовать подземное пространство, а также сооружать здания повышенной этажности, что, в свою очередь, будет способствовать снижению роста занимаемой площади городов, а также улучшению условий проживания в них. Улучшение заключается в следующем: идет снятие с поверхности земли ряда транспортных (особенно грузовых) потоков; убираются под дневную поверхность грунта ряд помещений обслуживающего и вспомогательного назначения; увеличивается площадь зеленых насаждений, мест отдыха. Кроме того, образуется широкая сеть подземных сооружений в селитебной зоне, используемых в качестве ЗС. Как следствие, степень защиты людей в ЧС повышается. К подземным сооружениям относятся: подземные кинотеатры, магазины, залы ресторанов, подземные сооружения гостиниц, подземные гаражи и автостоянки, пешеходные и транспортные тоннели.

Наличие подвалов в жилых зданиях массового строительства позволяет более эффективно организовать защиту населения и обеспечить жильцов подсобными помещениями.

В зданиях повышенной этажности в административно-общественных центрах городов, в развитых подземных этажах располагают помещения вспомогательного и обслуживающего назначения, технические помещения, гаражи-стоянки. Часть этих помещений может быть приспособлена под ЗВУ. Защитные сооружения также могут создаваться в подвальных этажах зрелищных сооружений и в подземных транспортных тоннелях.

При проектировании гаражей-стоянок можно принять на каждую тысячу жителей по 100–150 автомобилей, а полезную площадь на одну автомашину – 30–40 м². Тогда общая площадь гаражей стоянок на 1000 чел. составит 3–4 тыс. м². Потребная площадь убежищ на это количество людей не превышает 1000 м². Следовательно, при удовлетворении потребности в гаражах всего на 50 % (т. е. 2000 м²) задача защиты населения микрорайона путем укрытия в ЗС будет решена.

При ширине жилого здания $B = 12$ м расстановка машин может приниматься однорядной с внутренним проездом вдоль наружной стены (рис. 27, а).

Если ширина здания $B > 15$ м или если гараж-стоянка выходит за пределы габаритов здания, то стоянка может быть двухрядной (рис. 27, б).

В этом случае стоимость машино-места снижается и площадь для создания ЗС увеличивается.

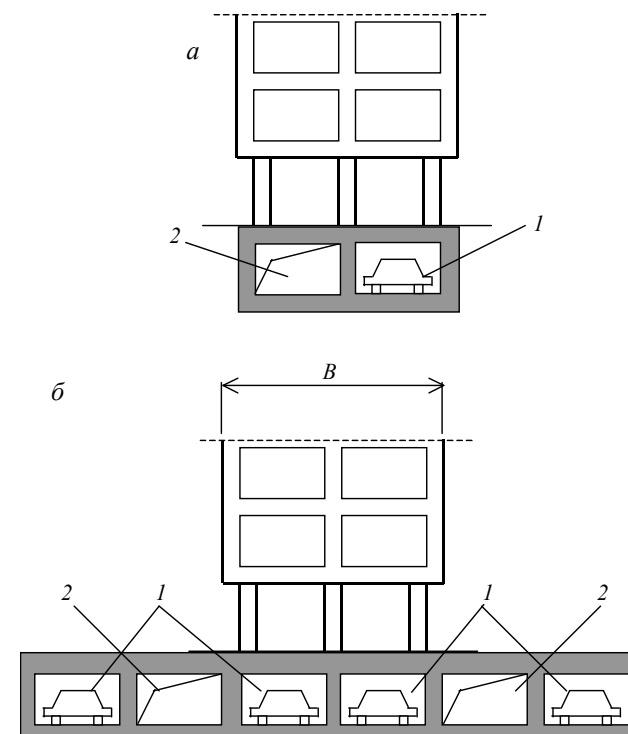


Рис. 27. Виды расстановок машин в гаражных стоянках:
а – однорядная стоянка; б – двухрядная:
1 – стоянка; 2 – проезд

Рассмотрим случай создания убежищ в подвалах заглубленных частей жилых зданий. Проблемы возникают при выборе мест расположения убежищ в домах повышенной этажности ввиду необходимого обеспечения своевременного заполнения убежищ укрываемыми. Это зависит от скорости (v) движения людских потоков по лестницам вниз. Средняя скорость может быть принята равной $v_{cp} = 12–15$ м/мин. В условиях ЧС, по исследованиям проф. В. М. Предтеченского, расчетная скорость равна 16,35 м/мин. При этом время, затрачиваемое на спуск с учетом выхода из квартир, можно оценить по табл. 15. Однако, если

учесть еще время на восприятие сигнала людьми, сбор всех членов семьи, подход к лифтам, переход от лифта к убежищу, закрытие ЗГД (защитно-герметичных дверей), то общая затрата времени составит 55–60 мин и более.

Таблица 15

Время спуска по лестницам

Этажи спуска	20	30	50
Время на спуск, мин	8–10	15–20	30–40

В соответствии с нормами необходимо обеспечить заполнение ЗВУ за 6–8 мин. Для сокращения времени спуска можно предусмотреть следующие меры: 1) увеличить число лифтов не менее чем вдвое; 2) резко повысить скорость подъема и спуска лифтовых кабин, что дорого и не всегда приемлемо для обычных условий.

Таким образом, в зданиях повышенной этажности должны быть комплексно решены проблемы целесообразной организации вертикального транспорта, выбора конструктивной схемы и обеспечения безопасной эвакуации людей в ЧС.

Оптимальная форма плана здания зависит от компоновки транспортного (лифтового) узла и конструктивной схемы здания. Основными схемами высотных зданий являются компактная схема и протяженная объемная композиция. При высоте 20–30 этажей используются оба вида схем. При более высоких зданиях – компактная композиция.

В ядре жесткости здания размещают лестнично-лифтовой узел и шахты с КЭС. Его размеры (в зданиях высотой более 50 этажей) – 18 × 30 м с двумя лестничными клетками. Ядра жесткости имеют замкнутый контур. Это дает возможность их использовать как ЗС, увеличивая толщину стен. Ядро жесткости обладает большой прочностью и сохраняется при взрывах, когда примыкающие к нему этажи разрушаются. При размещении убежищ в лестничных клетках целесообразно создавать «незадымляемые лестничные клетки» с выходом через лоджии. Тогда на этажах остается одна дверь, защита которой менее трудоемка.

Убежища, расположенные в ядрах жесткости, имеют воздухозаборные устройства, находящиеся на значительной высоте. Это дает возможность забора чистого воздуха.

Наконец, связь ядра жесткости с подземной частью здания и с другими сооружениями подземного комплекса (транспортные и пешеходные тоннели и т. д.) создает условия для эвакуации укрываемых.

При замене замкнутого ядра жесткости крестообразным (рис. 28) исчезает возможность использования его в качестве ЗВУ. Кроме того, достичь требуемую степень защиты убежищ, расположенных в ядрах жесткости, не всегда возможно. Тогда лестничные клетки ядер жесткости рассматриваются как пути движения в убежище, обладающие требуемой степенью защиты ($\Delta P \geq 0,1$ МПа; $K_z \geq 1000$) и расположенные в подземной части здания.

Для комплексного и грамотного решения всей проблемы размещения ЗВУ в условиях высотной городской застройки должны привлекаться специалисты различного профиля: архитекторы, инженеры-конструкторы, сантехники, энергетики.

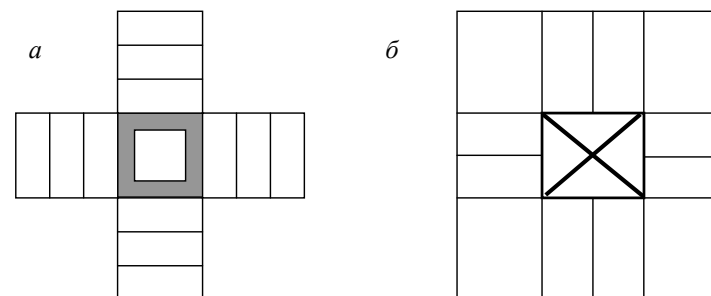


Рис. 28. Ядро жесткости: а – замкнутое; б – крестообразное

Вопрос 4. Использование под убежища заглубленных помещений промышленных предприятий

Эффективное использование дорогостоящей городской территории, а также многоярусное расположение технологического оборудования предприятий требует создания заглубленных помещений производственных зданий. Общая их площадь может составлять более 15 % от общей площади предприятия. Кроме того, площадь для размещения

помещений, улучшающих условия труда (вентиляционные, помещения отдыха и реабилитации и т. д.), составляет примерно 10 %. Эти помещения, обычно находящиеся ниже дневной поверхности грунта, не имеют естественного освещения.

Когда производственное здание располагается «на рельефе», часть заглубленных помещений являются подвальными, а часть – цокольными. В этом случае возникают благоприятные условия для использования части подвала под убежище.

В цехах для установки тяжелого оборудования требуются специальные фундаменты больших габаритов. Внутренние их полости также можно использовать под убежища. Это возможно для достаточно массивных фундаментов – типа фундаментов-стенок (рис. 29).

На промышленных предприятиях строят крупные инженерные сооружения: дымовые трубы, плотины, мосты, силосные башни и другие. Все они имеют массивные фундаменты, а мосты – массивные береговые устои. В создаваемых при этом полостях также могут сооружаться убежища (иногда полости создаются специально для этой цели).

Убежища могут размещаться и в подземных переходах на территории предприятия.

При реконструкции предприятия создаются отдельно стоящие ЗВУ. Убежища, также как и бытовые помещения, располагают ближе к местам пребывания большей части работающих смен.

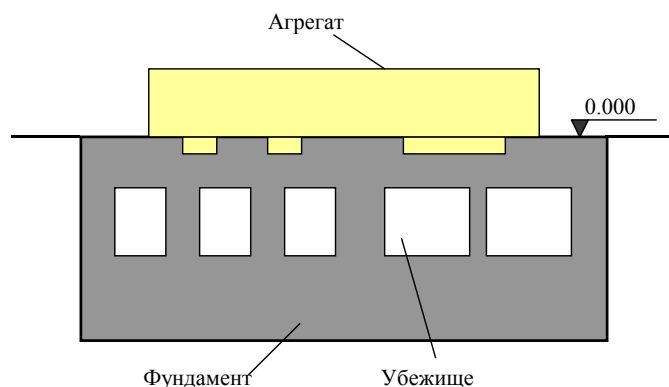


Рис. 29. Убежище внутри фундамента под оборудование

Вопрос 5. Оборудование убежищ в горных выработках

Горные выработки – это выработанные полости, образованные в толще породы при добыче полезных ископаемых. Глубина их размещения в современном производстве составляет в среднем 1500 м и более.

Подземные горные выработки разделяются на вскрытые (с вертикальными или наклонными стволами) и со штольнями (это горизонтальные или с небольшим уклоном выработки, имеющие выход на поверхность).

Наибольший интерес для размещения в горных выработках убежищ представляют капитальные выработки, имеющие постоянную крепь (обделку) и пройденные в устойчивых породах.

Формы сечения выработок показаны на рис. 30.

Минимальные поперечные размеры выработок, приспособляемых под убежища: высота – 1,8 м и ширина – 2,0 м.

Несмотря на высокие естественные защитные свойства, все горные выработки имеют особенности: значительное горное давление, возрастающее с углублением разработки, которое приводит к деформации защитно-герметических узлов (двери, ставни и пр.); отличные от поверхностного газовый состав, температура и влажность воздуха в выработках.

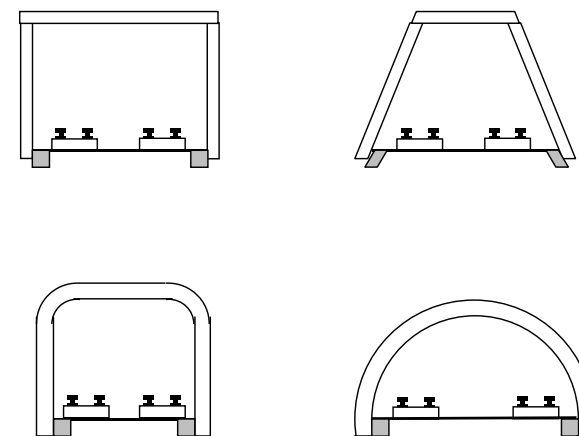


Рис. 30. Формы сечения выработок

Опасными являются вредные газы: метан, сероводород, сернистый газ, угарный газ и др. Температура зависит от глубины шахты. Так, при глубине 30 м температура равна 4–17 °С и повышается на 1 °С при углублении на 25–30 м. Относительная влажность воздуха равна 95–98 % за счет испарения грунтовых вод. Опасно прекращение подачи электроэнергии, что вызывает остановку откачки вод и механического подъема людей на поверхность.

Убежища оборудуются местами для сидения размером 0,45 × 0,48 м и для лежания размером 0,55 × 1,8 м. Норма площади пола 1,0 м²/чел. Если же имеется опасность поступления зараженного воздуха, норма площади пола увеличивается до 6,0 м²/чел. для дыхания за счет объема воздуха в убежище.

Защита от взрывной (ударной) волны в убежищах в горных выработках достигается устройством защитно-герметичных перемычек.

Тема 7. ЭВАКУАЦИЯ КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ В ЧС

Цель: изучить основные принципы работы архитектора при проектировании зданий и планировке городов с целью обеспечения эвакуационных мероприятий ГО

Учебные вопросы:

1. Влияние планировочной структуры городских территорий на проведение эвакуационных мероприятий.
2. Мероприятия по обеспечению эвакуации пешим порядком.
3. Мероприятия по обеспечению организации транспортных потоков при проведении эвакуации из городов.
4. Специфика формирования людских потоков из жилых зданий при проведении эвакуационных мероприятий

Введение

В России 66 % населения – городское. За последние 6 лет численность населения в городах значительно увеличилась (примерно на 20 %): в городах с населением от 500 тыс. чел. до 1 млн – увеличилась на 18 %; в городах с населением 1,0 млн чел. и более – увеличилась на 29 %.

Такое увеличение населения усложняет осуществление эвакуационных мероприятий как одного из способов защиты в ЧС. Данный способ требует значительного времени для организации его выполнения, особенно из крупных городов и особо важных объектов. Напомним, что цель эвакуационных мероприятий – вывести людей из очагов и зон ЧС и уменьшить тем самым возможные потери в результате аварий, катастроф, стихийных бедствий или возможного воздействия современных средств поражения. Эвакуационные мероприятия состоят из двух элементов:

- вывоз смен ОЭ (объекта экономики) – организованный вывоз в загородную зону смен ОЭ, свободных от работы в момент проведения эвакуационных мероприятий;
- эвакуация населения – организованный вывоз или вывод в загородную зону населения, не занятого в сфере производства и обслуживания.

Основные организационные принципы выполнения эвакуационных мероприятий рассмотрены в теме 1.

Вопрос 1. Влияние планировочной структуры городских территорий на проведение эвакуационных мероприятий

Для успешного проведения эвакуации населения из городов, ставших зонами и очагами ЧС, необходимы соответствующие подготовительные мероприятия. Наибольшие трудности возникнут при экстренном вывозе или выводе пешим порядком населения за границу зоны возможных сильных разрушений (границу проектной застройки города), поскольку это связано с планировкой города, сеткой улиц, организацией движения транспорта, конструкцией зданий в городе и др.

Эвакуационные мероприятия из города, ставшего зоной или очагом ЧС, будут затруднены, если вся его территория подверглась разрушению. Чтобы уменьшить объемы поражения, следует предусмотреть при планировочной организации:

- создание условий для снижения объемов разрушений;
- обеспечение условий для проведения в сжатые сроки массовой эвакуации населения;
- возможность быстрого проведения СИДНР;
- укрытие населения в ЗС, особенно тех, кто не в состоянии отправиться в эвакуацию.

Объем возможных разрушений городской застройки, вызываемый взрывами, зависит от принятой планировочной структуры, плотности жилого фонда, характера застройки, рельефа местности.

Плотность жилого фонда $P_{ж}$, м³/га, определяется как суммарный строительный объем зданий $\sum V_{стр}$, м³, отнесенный к площади застройки $S_{застр}$, га:

$$P_{ж} = \sum V_{стр} / S_{застр} \cdot$$

Снижение плотности хотя и приведет к меньшим разрушениям, но вызовет увеличение параметров селитебных территорий. В проектной практике различают следующие планировочные структуры: компактная, вытянутая – линейная, рассредоточенная (рис. 31).

При наложении на план города круга – границы зоны возможных сильных разрушений от воздействия взрывной (ударной) волны с избыточным давлением $\Delta P = 0,03$ МПа – можно убедиться, что при компактной планировочной структуре разрушений будет больше, а при

линейной и рассредоточенной – меньше. Ясно, что движение эвакуируемого населения как пешим порядком, так и наземным транспортом через городские магистрали, покрытые завалами массовых разрушений, или вовсе невозможно или крайне затруднено, поскольку движение будет задержано до выполнения спасательных работ и работ по расчистке завалов на магистралях.

Наиболее удачной является рассредоточенная структура, когда преобладающий по площади жилой массив рассматривается как центральная часть города, связанная с остальными его частями, где могут размещаться промышленные предприятия, скоростными видами транспорта. При данной структуре разгружается центральная часть города за счет выноса на его периферию промышленных предприятий.

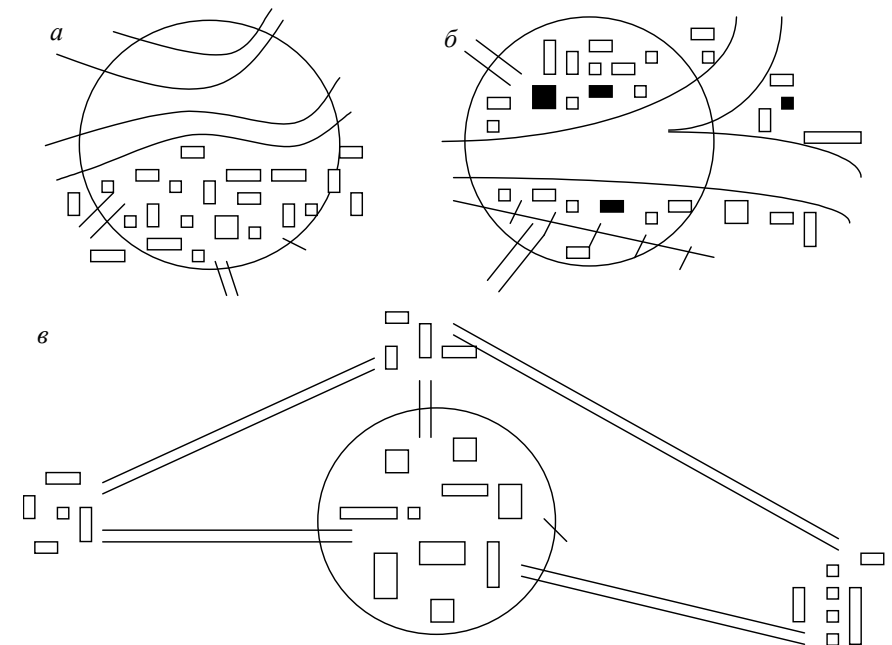


Рис. 31. Планировочные структуры:

а – компактная; *б* – вытянутая-линейная; *в* – рассредоточенная

Очень важно создание системы разрывов в застройке, что необходимо для недопущения распространения пожаров. Помня о том, что пожары создадут обстановку, при которой выполнение эвакуационных мероприятий

тий станет невозможным, необходимо иметь противопожарные преграды, к которым относятся:

- зеленые массивы;
- скоростные магистрали шириной 80–100 м;
- скверы;
- бульвары;
- парки;
- реки;
- полосы отчуждения на железных дорогах (50 м в обе стороны от оси пути).

Известны факты, когда полосы зеленых насаждений используют для членения города на основные структурные элементы. Зеленые насаждения используют также для улучшения микроклимата и создания благоприятного аэрационного режима на городской территории. Таким образом, использование зеленых насаждений как преград огню – это лишь дополнительное условие, учитываемое при задаче озеленения города.

Путем организации взаимосвязи между всеми элементами системы зеленых насаждений можно решить задачу обеспечения движения транспорта с эвакуируемыми из зон разрушений. Встречающиеся на пути партерная зелень, клумбы, мелкие декоративные сооружения легко устранимы и легко преодолимы.

В целях беспрепятственного следования колонн транспорта с эвакуируемым населением магистральные улицы больших городов следует прокладывать с учетом обеспечения возможности выхода по ним транспорта из жилых и промышленных районов на загородные дороги не менее чем по двум направлениям.

Для экстренного проведения эвакуационных мероприятий из города необходимо населенные районы города плотно связать скоростными транспортными магистралями с пригородами. Пропускная способность магистралей должна определяться расчетным путем. При этом магистрали должны соединять кратчайшим путем город с загородной зоной. Кроме того, они должны иметь минимальное число пересечений в одном уровне.

Чтобы предотвратить возникновение сложных труднопроходимых препятствий при проведении эвакуационных мероприятий, необходимо расширить улицы, создав проезды по незаваливаемой их части. Проектировщикам надо находить такие решения, которые наиболее полно сочетаются с задачами по оздоровлению условий проживания в городах.

Например, сочетание беспрепятственного проведения эвакуационных мероприятий с мероприятиями по защите жилищ от городских шумов достигается созданием звуковых барьеров на магистралях.

Для обеспечения безусловного проезда транспортных колонн, выполняющих эвакуационные мероприятия из города, где имеются разрушения и завалы на магистралях, при разработке генпланов больших городов в проекте застройки микрорайона, квартала разрабатывается план «желтых линий» – максимально допустимых границ зон возможного распространения завалов жилой и общественной застройки зданий, расположенных вдоль магистралей устойчивого функционирования.

Ширина незаваливаемой части дороги между желтыми линиями принимается равной 7,0 м. Разрыв от желтых линий до застройки (a_i) определяется возможным распространением завалов от зданий различной этажности (рис. 32). Тогда расстояние между зданиями должно быть не менее, м:

$$B = a_1 + a_2 + 7.$$

Значения a_i могут определяться по таблицам прил. 3 СНиП 2-01-51-90 (табл. 16), в зависимости от этажности зданий и уклонов рельефа местности с учетом распространения завала вверх по склону и вниз по склону.

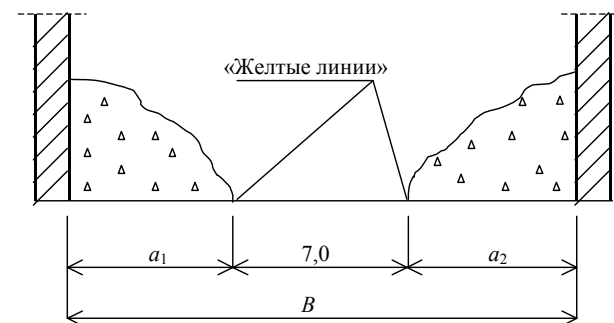


Рис. 32. «Желтые линии»

Указанные требования должны строго учитываться при проектировании городской застройки.

Таблица 16

Зона распространения завалов

Этажность	Зона распространения завалов при уклоне, град					
	До 10		10–15		16–20	
	От торца	От здания	a_1	a_2	a_1	a_2
≤ 9	$0,55H$	$0,65H$	$0,6H$	$0,8H$	$0,6H$	$0,85H$
≤ 25	$0,65H$	H	$0,9H$	$1,3H$	$0,85H$	$1,6H$

Примечание: a_1 – вверх по склону, a_2 – вниз по склону, H – высота здания.

В период массовой эвакуации все виды движения будут иметь предельную напряженность. В этих условиях надо иметь четкую обоснованную схему организации движения людских и транспортных потоков с учетом их пересечения в разных уровнях. Необходимо иметь дублирующие запасные проезды не ближе 50 м от путепроводов.

Вопрос 2. Мероприятия по обеспечению эвакуации пешим порядком

Обеспечение беспрепятственного передвижения больших людских потоков является сложной задачей.

В этой области известны исследования проф. В. М. Предтеченского. Им раскрыты закономерности, которым подчиняется сложный процесс движения людских потоков. Однако следует учитывать особенности быстрой, вынужденной эвакуации населения. Это – движение в потоках людей различных возрастов при наличии у них вещей.

Ввиду необходимости постоянного определения более точных данных о характере движения людских потоков в условиях обстановки, сложившейся при эвакуационных мероприятиях, необходимо проводить расчеты и определять параметры пути движения на всем его протяжении – от места постоянного пребывания людей до загородной зоны с учетом суженных участков пути, путепроводов, тоннелей, где неминуемо большое скопление народа и транспорта.

Зная плотность потока D ($\text{м}^2/\text{м}^2$) (площадь, занимаемая людьми на 1 м^2 пути), а также условия передвижения (аварийные, нормальные, комфортные) можно определить скорость движения v (м/мин): $v = f(D)$ при постоянных условиях (рис. 33).

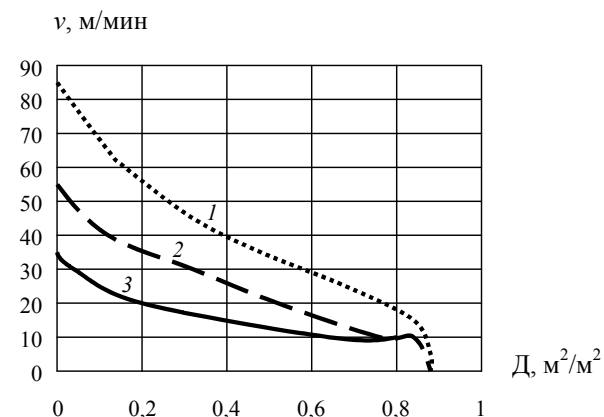


Рис. 33. Зависимость скорости движения от плотности потока:
1 – аварийная; 2 – нормальная; 3 – комфортная

Далее, задаваясь временем движения людей t , можно определить требуемое число путей и их ширину.

Скорость движения людей при преодолении границ участков, имеющих меньшую пропускную способность, и при слиянии потоков на перекрестках будет падать. Следовательно, надо выявить эти узкие места и устранить их планировочными мероприятиями.

Пример расчета

1. При плотности потока $D = 0,2 \text{ м}^2/\text{м}^2$ скорость движения людских масс $v = 45 \text{ м/мин}$ или 2700 м/ч , т. е. $2,7 \text{ км/ч}$ (при аварийных условиях передвижения (см. рис. 33)) или примерно 3 км/ч .

2. Если длина пути выдвигания колонны $L = 20 \text{ км}$, то для преодоления пути потребуется $t = 20/3 = 6,7 \text{ ч}$.

3. Если же задаться временем движения, например 5 ч , мы получим требуемую скорость:

$$v = L/t = 20/5 = 4 \text{ км/ч}, \text{ что соответствует } 67 \text{ м/мин.}$$

4. Совершим новое входение в график $v = f(D)$ и найдем обратным ходом, что такая скорость следования колонн возможна при $D < 0,1 \text{ м}^2/\text{м}^2$ (аварийная ситуация).

5. Так как длина пути L известна, ширина дороги – постоянна, количество людей в колонне известно, то, найдя D , убеждаемся, что в этом случае для увеличения скорости необходимо назначить еще один путь, т. е. сократить показатель D ($\text{м}^2/\text{м}^2$) (заложить еще одну магистраль).

Вопрос 3. Мероприятия по организации транспортных потоков при проведении эвакуации из городов

Для создания транспортных потоков будет привлечен практически весь имеющийся транспорт. Движущиеся потоки транспорта и людей будут параллельными и предельно плотными.

Транспорт должен иметь дополнительные развороты, вставать под погрузку и выгрузку, а затем снова вливаться в общий поток.

Эвакуационные транспортные потоки для обеспечения наибольшего использования пропускной способности основных магистральных улиц целесообразно организовывать без встречных и пересекающихся потоков машин. В этом случае при проведении расчетов их рассматривают как магистральные улицы непрерывного движения.

Если отправка колонн транспорта планируется от сборных эвакуационных пунктов (СЭП), следует иметь вблизи них посадочные платформы. Если их пропускная способность мала, надо предусмотреть их развитие или создание новых в наиболее удобных местах.

Для быстрой подачи транспорта к пунктам посадки и обслуживания подвижного состава желательно, чтобы парки и депо находились вблизи основных эвакуационных магистралей и имели достаточно короткие и удобные с ними связи.

При движении по городу пешеходам необходимо часто пересекать проезжую часть улиц. Использование пешеходами и транспортом одних и тех же путей, особенно при высокой интенсивности движения, вызывает необходимость их регулирования. Это достигается устройством регулируемых пересечений или пересечений в разных уровнях со строительством подземных переходов. Последнее мероприятие требует больших затрат.

В период массовых эвакуационных мероприятий все виды движения будут иметь предельную напряженность. Следовательно, надо иметь четкую, обоснованную схему организации движения людских и транспортных потоков. Схема на всем своем протяжении от центра города в загородную зону должна учитывать взаимодействие людских и транспортных потоков, а также учитывать создание пересечений в разных уровнях. И, наконец, при проектировании транспортной сети необходимо предусматривать дублирование путей сообщения по территории города и прилегающего района.

Вопрос 4. Специфика формирования людских потоков из жилых зданий при проведении эвакуационных мероприятий

Вновь следует вернуться к материалам исследований проф. В. М. Предтеченского, которым установлено, что при плотности потока $D = 0,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$ возможная скорость спуска людей по лестницам зданий будет равна $v = 16,35 \text{ м/мин}$. При этом для спуска с 20-го этажа потребуется 8–10 мин (с учетом времени на выход из квартир), с 30-го этажа – 15–20 мин. Для полной эвакуации 30-этажного здания необходимо 25–30 мин, из 50-этажного – 30–40 мин и более.

При использовании лифта (и наличии в здании одной лестничной клетки) для 30-этажного здания с числом проживающих 1200 чел. потребуется 40–50 мин. Если учесть время на сборы, подход к лифту, то потребуется 55–60 мин.

Следовательно, для сокращения времени на формирование людских потоков из жилых зданий необходимо увеличить число лифтов в здании.

Для жилых зданий в 16–25 этажей находят широкое применение каркасно-панельные и крупнопанельные бескаркасные решения. Такие здания могут быть и секционного и башенного типа. В них предусматривается одна лестница на секцию или башню. Подъем и спуск производится с помощью лифтов. Лестничная же клетка используется как аварийный путь при пожаре. Ширина марша принимается равной 1,1–1,2 м.

Основные схемы высотных зданий могут быть компактные или протяженные объемные композиции. Последняя схема дает возможность иметь множество лифтов (по числу секций) и, таким образом, снижается время формирования людских потоков при выполнении эвакуационных мероприятий. При высоте зданий более 30 этажей чаще встречается компактная схема. Кроме того, при организации отправки эвакуируемых прямо от домов необходимо иметь достаточной ширины дороги и подъезды к домам.

При архитектурном проектировании в каждом отдельном решении планировочной организации города, населенного пункта должны учитываться требования ИТМ ГО, а затем в специальном разделе пояснительной записки эти требования и принятые по ним проектные решения сводятся воедино. При этом даются пояснения: где, в каком разделе проекта данное решение принято.

Оглавление

Введение	
Тема 1. Принципы и способы защиты населения в ЧС3	
Введение.....3	
Вопрос 1. Способы защиты населения.....4	
Вопрос 2. Защитные сооружения ГО.....4	
Вопрос 3. Цели и способы эвакуационных мероприятий.....11	
Вопрос 4. Средства индивидуальной защиты населения.....15	
Рекомендуемая литература.....17	
Тема 2. Убежища гражданской обороны18	
Введение.....18	
Вопрос 1. Основные требования к убежищам ГО.....19	
Вопрос 2. Объемно-планировочные и конструктивные решения убежищ.....20	
Вопрос 3. Инженерно-техническое оборудование убежищ.....29	
Вопрос 4. Организация проектирования и строительства ЗС.....34	
Рекомендуемая литература.....37	
Тема 3. Расчет противорадиационной защиты38	
Вопрос 1. Понятие о коэффициенте защиты.....38	
Вопрос 2. Определение коэффициента защиты помещения.....40	
Вопрос 3. Способы повышения защитных свойств помещений ПРУ.....44	
Тема 4. Расчет конструкций убежищ52	
Вопрос 1. Особое сочетание нагрузок.....52	
Вопрос 2. Динамические нагрузки на сооружения от ударной волны.....53	
Вопрос 3. Основные расчетные положения.....59	
Вопрос 4. Материалы и их расчетные характеристики.....60	
Вопрос 5. Особенности расчета конструкций ПРУ.....65	
Тема 5. Температурно-влажностный режим убежищ66	
Введение.....66	
Вопрос 1. Причины появления повышенной влажности.....66	
Вопрос 2. Газовый состав и параметры воздуха.....69	
Вопрос 3. Приборы контроля над составом воздуха.....74	
Рекомендуемая литература.....75	
Тема 6. Использование подземных сооружений для укрытия76	
Вопрос 1. Тенденция использования подземных сооружений76	
Вопрос 2. Конструкции и внутреннее оборудование городских подземных сооружений, приспособляемых под защитные сооружения...78	
Вопрос 3. Заглубленные сооружения селитебной части города.....82	
Вопрос 4. Использование под убежища заглубленных помещений промышленных предприятий85	
Вопрос 5. Оборудование убежищ в горных выработках87	
Тема 7. Эвакуация как способ защиты населения в ЧС89	
Введение.....89	
Вопрос 1. Влияние планировочной структуры городских территорий на проведение эвакуационных мероприятий.....90	
Вопрос 2. Мероприятия по обеспечению эвакуации пешим порядком94	
Вопрос 3. Мероприятия по организации транспортных потоков при проведении эвакуации из городов.....96	
Вопрос 4. Специфика формирования людских потоков из жилых зданий при проведении эвакуационных мероприятий97	

Учебное издание

**Виктор Корнеевич Смоленский
Игорь Александрович Куприянов**

**ГРАЖДАНСКАЯ ЗАЩИТА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ
СИТУАЦИЯХ (ЧС)**

Часть 2

Редактор О. Д. Камнева
Корректор К. И. Бойкова
Компьютерная верстка И. А. Яблоковой

Подписано к печати 20.09.07. Формат 60×84 1/16. Бум. офсетная.
Усл. печ. л. 6,25. Уч.-изд. л. 6,37. Тираж 700 экз. Заказ 129. «С» 57.
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская, 4.
Отпечатано на ризографе. 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская, 5.