

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
“Средняя общеобразовательная школа №64”.**

## **Разработка и проектирование бункера с созданием макета**

**Выполнили:** учащиеся 10,  
инженерно-технического “Б” класса  
Гутров Никита  
Мякиньюков Михаил

**Научные руководители:**

доцент кафедры  
"Биотехнологии и техносферной  
безопасности" Пензенского  
Государственного технологического  
университета (ПензГТУ),  
Горячева Анна Александровна  
Кандидат биологических наук  
Полянскова Екатерина  
Александровна

**г.Пенза, 2020-2021**

# Содержание

Введение.....	3
Актуальность проекта.....	3
Цель работы.....	3
<b>Глава 1. Устройство и классификация защитных сооружений</b>	
1.1 Общие сведения о защитных сооружениях гражданской обороны.....	5-6
1.2 Классификация защитных сооружений гражданской обороны.....	6-7
1.3 Проектирование защитных сооружений гражданской обороны.....	7-25
<b>Глава 2. Проектирование и создание макета защитного сооружения гражданской обороны.....</b>	<b>26</b>
Заключение.....	27

## **Введение**

«Хочешь мира – готовься к войне» это слова принадлежат римскому историку Корнелию Непоту. В современном мире постоянно существует угроза жизни людей, но не все знают, как и где спастись. Все горожане должны знать о том, как нужно действовать в экстренных ситуациях.

Бомбоубежище – сооружение, чаще всего расположено под землей, предназначенное для спасения населения от авиационных ударов, действия ядовитых газов и обломков зданий.

**Актуальность проекта** заключается в том, что защитное сооружение (бункер) в данный момент достаточно актуален среди граждан. Это обусловлено тем, что в мире достаточно нестабильная ситуация в международных отношениях среди стран. Бункер сможет защитить граждан от обстрелов танковой техники, самолетных бомбардировок, артиллерийских обстрелов и так далее в случаи военных действий. Помимо этого, бункер может спасти людей от газовых атак и различных вирусов.

**Целью работы** является спроектировать современный бункер встроеного типа для защиты граждан и создать его макет в масштабе 1:35.

Для достижения цели необходимо решить следующие **задачи**:

- рассмотреть классификацию защитных сооружений гражданской обороны;
- подобрать методику расчета защитного сооружения гражданской обороны;
- рассчитать и создать макет защитного сооружения гражданской обороны.

**Объект исследования:** убежище гражданской обороны.

**Предмет исследования:** макет убежища.

**Исследование включает в себя:** расчет, проектирование и создание макета убежища.

**Время проведения исследования:** октябрь 2020 - март 2021 гг.

## Глава 1. Устройство и классификация защитных сооружений

### 1.1 Общие сведения о защитных сооружениях гражданской обороны

Бункер (нем. *Bunker*) – хорошо укрепленное защитное или оборонительное сооружение, чаще всего подземное.

Само слово «бункер» является заимствованным и не относится к русскоязычной военной терминологии, в России для обозначения подобных сооружений традиционно используются термины «убежище», «укрытие», «каземат», «ДОТ», «ЗКП», «подземное сооружение» и другие. В англоязычной терминологии ДОТ (англ. *pillbox*) рассматривается как одна из разновидностей бункера.

Бункеры обычно сооружаются под землей котлованным или подземным способом, но бывают полузаглубленные и также поверхностные, если того требуют условия обороны (ДОТы) или условия строительства (высокое залегание грунтовых вод, слишком прочные породы, не позволяющие быстро построить сооружение). В СССР синонимом бункера для гражданской обороны последовательно были газоубежище, бомбоубежище и убежище; последний термин используется и сегодня.

Во время холодной войны продолжали использоваться бункеры Второй Мировой войны и на случай ядерной войны, и в целях секретности сооружались огромные массивные бункеры для командной инфраструктуры управления войсками и государством, для укрытия правительств, для размещения войск, подземных аэродромов и ангаров кораблей и подводных лодок. Знаменитые бункеры американо-канадской системы воздушного предупреждения NORAD включают подземные командные пункты США в горе Шайенн.

Пандемия COVID-19 спровоцировала рост спроса на строительство бункеров, в которых состоятельные люди намерены в случае наступления социально-экономического краха укрыться от массовых беспорядков

Убежище гражданской обороны — специальное сооружение, предназначенное для защиты людей от оружия массового поражения.

## **1.2 Классификация защитных сооружений гражданской обороны**

Убежища обеспечивают защиту от действия:

- ударной волны ядерного взрыва (на определенном расстоянии от места взрыва);
- светового излучения;
- проникающей радиации;
- излучения осадков на следе радиоактивного облака;
- отравляющих веществ;
- бактериальных (биологических) средств

Убежища также защищают людей от возможного поражения при обрушении зданий над сооружением или вблизи него, воздействия высоких температур при пожаре и продуктов горения. Защита от ударной волны и обломков разрушающихся зданий обеспечивается прочными ограждающими конструкциями (стены, покрытия, защитно-герметические двери) и противовзрывными устройствами. Эти конструкции защищают также от воздействия проникающей радиации, светового излучения и высоких температур.

Для защиты от отравляющих веществ, бактериальных средств и радиоактивной пыли сооружение герметизируют и оснащают фильтровентиляционной установкой. Установка очищает наружный воздух, распределяет его по отсекам и создает в убежище избыточное давление (подпор), препятствующее прониканию зараженного воздуха

внутри помещения через мельчайшие трещины в ограждающих конструкциях.

Но одной защиты еще недостаточно. Требуется обеспечить возможность длительного пребывания людей в убежищах (до прекращения пожаров, спада уровней радиации). Для этого сооружения помимо фильтровентиляции, снабжающей людей воздухом, пригодным для дыхания, должны иметь надежное электропитание, санитарно-технические устройства (водопровод, канализацию, отопление), а также запасы воды и продовольствия.

В защитном сооружении должны быть следующие документы:

- план сооружения;
- принципиальные схемы расположения инженерно-технических систем;
- инструкции по эксплуатации инженерно-технических систем;
- паспорт убежища;
- журнал укрытий и убежищ.

Убежища классифицируются по:

- защитным свойствам;
- вместимости;
- месту расположения (встроенные и отдельно стоящие);
- обеспечению фильтровентиляционным оборудованием (с оборудованием промышленного изготовления; с оборудованием, изготовленным из подручных материалов);
- времени возведения (построенные заблаговременно; быстровозводимые);
- назначению (для защиты населения; для размещения органов управления и т. п.).

### **1.3 Проектирование защитных сооружений гражданской обороны**

#### *Планировка и состав помещений*

Планировка и состав помещений в убежищах зависят от вместимости сооружения, конструктивных особенностей, характера использования в мирное время и других причин. Основными являются помещения (отсеки), где размещаются укрываемые.

В убежище должны быть места для сидения на 80 %, для лежания на 20 % укрываемых. Между сиденьями ширина проходов составляет не менее 0,85 м.

Вместимость убежища определяется исходя из нормы: не менее 0,5 м<sup>2</sup> площади на человека. В состав помещений убежища также входят:

- фильтровентиляционная камера;
- помещение дизельной электростанции (ДЭС);
- санитарный узел;
- тамбур;
- предтамбур.

Если в убежище в качестве аварийного источника водо- и энергоснабжения служат артезианская скважина, дизельная электростанция или аккумуляторная, то для них предусмотрены специальные помещения.

Медицинская комната размещается на возможно большем удалении от фильтровентиляционной камеры, дизельной и санузелов.

Санузлы стараются удалить от отсеков; входы в них должны быть через умывальную комнату.

Дизельная электростанция обычно размещается в зоне защиты; имеет вход из убежища через тамбур с двумя герметическими дверями.

Заполнение убежища производится через входы, количество и ширина которых зависят от вместимости убежища, его удаления от мест пребывания людей

У входа должен быть тамбур, обеспечивающий шлюзование, то есть вход в сооружение без нарушения его защиты от ударной волны. *Тамбуром* называется помещение, заключенное между дверями – защитно-герметической и герметической. В свою очередь, помещение перед защитно-герметической дверью называется *предтамбур*).

#### *Входы и аварийные выходы*

Один из решающих факторов защиты – время заполнения убежища по сигналу «Воздушная тревога». Чтобы максимально сократить это время, предусматривается не менее двух входов. При их проектировании учитывается необходимость защиты проемов от поражающих факторов оружия массового поражения и пропуска расчетного числа людей в минимальное время.

Для защиты от действия ударной волны во входах устанавливаются прочные металлические защитно-герметические (в отдельных случаях могут встретиться и защитные) двери. Конструкция входа рассчитывается на нагрузку, превышающую в полтора-два раза нормативную для всего сооружения. Это не случайно: входы – самое уязвимое место в защитном сооружении: ударная волна, проникая через лестничные клетки, коридоры и другим путем, вследствие многократного отражения и уплотнения может резко увеличить избыточное давление.

Защита от проникающей радиации и радиоактивного заражения обеспечивается устройством одного-двух поворотов на 90°, что значительно ослабляет радиацию.

Рациональная конструкция входов и удобное их расположение на путях подхода укрываемых обеспечивают быстрое заполнение убежища. Однако сложившаяся обстановка может вынудить закрыть сооружение еще до того, как в него войдет расчетное число людей.

Для обеспечения непрерывного заполнения убежища и одновременной защиты от проникания ударной волны устраивают входы

специальной конструкции, например с тремя последовательными тамбурами. Чередую последовательно заполнение и разгрузку тамбуров, возможно обеспечить почти непрерывное заполнение убежища, не нарушая его защиты.

К входу в убежище обычно ведет лестничный спуск или наклонная площадка (пандус). Ширина лестничных маршей и коридоров должна быть в 1,5 раза больше ширины дверного проема. Чтобы предотвратить завал наружной двери, перекрытие перед входом (предтамбур) усиливается на нагрузку от обрушения вышележащих элементов здания.

В тамбуре устанавливаются две двери: *защитно-герметическая*, которая открывается наружу, и *герметическая*. Размеры тамбуров определяются с таким расчетом, чтобы при открытых дверях пропускная способность входов не снижалась. При установке плоских металлических полотен, перекрывающих дверной проем шириной 0,8 м, минимальные размеры тамбура 1,4×1,4 м, при сегментных дверях 1,6×1,6 м. В тамбурах могут стоять также деревянные или металлические решетчатые двери для естественного проветривания закрытого сооружения.

Количество входов и ширину проемов устанавливают в зависимости от вместимости убежища, его расположения и других факторов, влияющих на вместимость. Наиболее распространены двери на проем, размерами 0,8×0,8 и 1,2×2 м. Дверной проем шириной 0,8 м в среднем принимается на 200 чел., а шириной 1,2 м – на 300 чел.

В отдельно стоящих убежищах, размещенных вне зоны завалов, аварийный выход не предусматривается.

#### *Ограждающие защитные конструкции*

В ограждающие защитные конструкции убежищ входят покрытия, стены, полы, а также защитно-герметические и герметические ворота, двери и ставни. Основное их назначение в том, чтобы выдерживать избыточное давление ударной волны, обеспечивать защиту от светового

излучения, проникающей радиации, высоких температур при пожарах и препятствовать прониканию внутрь сооружения радиоактивной пыли, химических отравляющих веществ и бактериальных (биологических) средств. Одновременно с этим, как и в любом инженерном сооружении, ограждающие конструкции должны обеспечивать поддержание внутри помещения нормального температурно-влажностного режима в период эксплуатации, не допускать промерзания стен и перекрытий зимой или перегрева в летних условиях и защищать сооружение от поверхностных и грунтовых вод.

Герметичность ограждающих конструкций достигается плотностью применяемых материалов и тщательной заделкой мест примыкания герметических ворот, дверей, люков, ставней, а также мест прохода через стены различных труб и кабелей.

Убежища обычно возводятся из сборно-монолитного или монолитного железобетона, а в ряде случаев — из кирпича и других каменных материалов. Выбор материала и конструктивной схемы зависит от требуемой степени защиты, местных возможностей и экономической целесообразности.

Стены и полы встроенных убежищ должны иметь надежную гидроизоляцию от грунтовых и поверхностных вод. В отдельно стоящих убежищах, кроме того, нужна гидроизоляция поверх перекрытия и организованный водоотвод поверхностных вод.

Если уровень грунтовых вод выше уровня пола, устраивают дренаж или применяют оклеечную гидроизоляцию.

В таблице 1 представлены примеры ограждающих элементов убежищ.

Таблица 1 – Примеры ограждающих элементов убежищ

Давление волны	Обсыпка грунт	Покрытие ж/б	Пролет потолка	Стена наружн.	Фундамент	Марка бетона	Убежище
0,1 МПа	0,5 м	0,4 м	6 м				Убежище (СССР, 1970-е г.)
0,1 МПа	0,6 м	0,4 м	3,66 м	0,4 м	0,4 м	М300-400	Убежище тип «С» на 50 чел., осн. помещение 7,3×3,6 м, стоимость постройки 107 \$/чел. (ФРГ, США, 1957 г.)
0,15 МПа	1,2 м	0,25 м	3,6 м	0,51 м кирпич		М200	Типовой проект гражданского убежища. Объект 1-4-150-I (СССР, 1957 г.)
0,3 МПа	1,2 м	0,45 м	3,6 м	0,4 м	0,45 м	М200	Типовой проект гражданского убежища. Объект 1-3-300-I (СССР, 1958 г.)
0,31 МПа	0,6 м	0,51 м	3,66 м	0,5 м	0,5 м	М300-400	Убежище тип «В» на 50 чел., осн. помещение 7,3×3,6 м, стоимость постройки 150 \$/чел. (ФРГ, США, 1957 г.)
0,7 МПа	1,55 м	0,53 м	3,65 м	0,38 м	0,48 м		Убежище до 30 чел., помещение 6,72×3,65 м высотой 2,44 м, два с/у, вход-тупик, запасной выход-лаз (США, 1957 г.)
0,9 МПа	0,6 м	0,61 м	3,66 м	0,61 м	0,61 м	М300-400	Убежище тип «А» на 50 чел., осн. помещение 7,3×3,6 м, стоимость постройки 220 \$/чел. (ФРГ, США, 1957 г.)
~3 МПа	0,3 м	1,25 м	3,1 м	1,5 м	0,7 м	М250	Тяжелое убежище проекта кон. 1930-х гг, считалось, что оно устоит в эпицентре воздушного взрыва (СССР) <sup>[#9]</sup> <sup>[ли]</sup>

1 кт		свыше 30 м					Толщина сплошного бетона для противостояния прямому попаданию заряда мощностью 1 килотонна <sup>[# 10][литр 11]</sup>
------	--	---------------	--	--	--	--	---

### *Теплозащита от прогрева при пожарах*

Пожары, которые могут возникнуть в очаге ядерного поражения, представляют серьезную опасность для людей, укрываемых в убежищах. В местах расположения убежищ могут значительно повыситься температура, возникнуть значительные концентрации окиси и двуокиси углерода и уменьшиться содержание кислорода.

В первую очередь необходимо исключить возможность попадания задымленного и горячего воздуха внутрь защитного сооружения, а также обеспечить очистку воздуха, подаваемого во время пожаров в убежище, от окиси и двуокиси углерода.

Рассмотрим возможный принцип работы системы фильтрации при пожаре в месте размещения убежища.

Прежде чем попасть в убежище, воздух очищается от окиси углерода и охлаждается. Очистка воздуха от продуктов горения может производиться в фильтрах, состоящих из гопкалитовых кассет, в которых происходит дожигание окиси углерода горячего воздуха. Затем воздух должен охладиться в воздухоохладителе.

Воздухоохладители обычно состоят из системы трубок, по которым циркулирует холодная вода. Проходя через воздухоохладитель, горячий воздух отдает тепло холодной воде. Водяные воздухоохладители устанавливаются в убежищах, где имеется артезианская скважина, откуда можно получать достаточно холодную воду.

При отсутствии артезианской скважины может быть устроен воздухоохладитель в виде теплообменников (теплоемких фильтров) из

гравия, щебня, крупного песка. Здесь охлаждение воздуха происходит за счет поглощения тепла массой заполнителя.

После очистки и охлаждения воздух нагнетается в убежище вентиляторами.

В связи с тем, что при пожаре на поверхности, в убежище подается ограниченное количество воздуха, применяются средства регенерации воздуха — регенеративные патроны с кислородными баллонами или регенеративные установки другого типа. Регенеративный патрон представляет собой металлический цилиндрический корпус, внутри которого находится слой химического поглотителя  $\text{CO}_2$ . Принцип работы регенеративных патронов заключается в следующем: некоторые химические вещества, такие как гидрат окиси кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и др., способны вступать в химическую реакцию с углекислотой, уменьшая тем самым ее содержание в воздухе. Химическая реакция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с углекислотой протекает с выделением водяных паров  $\text{H}_2\text{O}$  и тепла  $Q$ :  
$$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + Q.$$

#### *Системы воздухоснабжения*

Аварийный запас кислорода. Наиболее важной и ответственной задачей является обеспечение людей необходимым количеством воздуха, пригодного для дыхания в условиях возможного заражения, наземных пожаров, а также при ухудшении параметров воздуха вследствие жизнедеятельности людей в герметизированном сооружении.

Системы воздухоснабжения не только подают в убежище необходимое количество воздуха, но и обеспечивают защиту от:

- попадания внутрь сооружения радиоактивных осадков;
- химических отравляющих веществ;
- бактериальных средств;
- углекислоты и дыма при пожарах;
- в отдельных случаях от окиси углерода.

В зависимости от конкретных условий и требований в отдельных убежищах системы воздухообеспечения выполняют и дополнительные функции, например, подогрев или охлаждение воздуха, осушение или увлажнение, обогащение кислородом.

Системы воздухообеспечения, как правило, работают по двум режимам: чистой вентиляции и фильтровентиляции. Если убежище расположено в пожароопасном районе, дополнительно предусматривают регенерацию внутреннего воздуха.

В режиме чистой вентиляции наружный воздух очищается только от радиоактивной пыли. Подается он с учетом возможности удаления тепловыделений, поэтому количество воздуха в зависимости от климатического пояса может колебаться в весьма широких пределах.

При режиме фильтровентиляции воздух дополнительно пропускают через фильтры-поглотители, где он очищается от отравляющих веществ и бактериальных средств. Фильтры-поглотители имеют значительное аэродинамическое сопротивление, что затрудняет подачу большего количества воздуха. Поэтому в режиме фильтро-вентиляции подача воздуха сокращается, обеспечивая поддержание предельно допустимого газового состава.

Забор воздуха в убежище производится по одному из двух воздухозаборных каналов, то есть для каждого режима (чистой вентиляции и фильтровентиляции) предусматривается отдельный воздухозабор.

Противовзрывные устройства предназначены для защиты от затекания ударной волны внутрь убежища, что может привести к разрушению вентиляционных систем и поражению людей.

Одним из видов противовзрывных устройств является клапан-отсекатель (КОП). Он состоит из небольшого отрезка трубы с раструбом и прочного диска (поплавка), который может перемещаться только по вертикальной оси. Под действием ударной волны диск поднимается вверх,

закрывает входное отверстие и тем самым отсекает ее. Клапаны-отсекатели чаще всего бывают смонтированы в оголовке аварийного выхода.

Кроме указанных клапанов-отсекателей могут быть установлены противовзрывные устройства пластинчатого типа. Они представляют собой прочную металлическую решетку (секцию), к которой шарнирами крепятся жалюзийные металлические пластины (рис.). Под действием избыточного давления ударной волны пластины плотно прилегают к решетке, препятствуя тем самым прониканию ударной волны. После спада избыточного давления они под действием пружины возвращаются в первоначальное положение.

#### *Гермоклапан с электроприводом*

Воздуховоды, идущие от воздухозаборных устройств к фильтровентиляционному агрегату, делают из металлических труб.

Фильтровентиляционное оборудование устанавливают в отдельном помещении — фильтровентиляционной камере. Стандартный агрегат состоит из фильтро-поглотителей ФП-100, ФП-100У, ФП-200-59 или ФП-300, электроручного вентилятора и других деталей (патрубков, труб и др.). Производительность одного агрегата из трех фильтров-поглотителей ФП-100 (рис.) при работе через фильтры составляет до 300 м<sup>3</sup>/ч, при подаче воздуха минуя фильтры-поглотители 400—450 м<sup>3</sup>/ч. В убежище в зависимости от вместимости устанавливают один или несколько фильтровентиляционных агрегатов с электроручными вентиляторами. Вентиляторы промышленного назначения с электроприводом устанавливают, если имеется защищенный источник энергоснабжения.

Для очистки воздуха от окиси углерода применяют фильтры с гопкалитовыми кассетами. В связи с тем, что в этих фильтрах эффективное дожигание окиси углерода происходит при высоких температурах, гопкалитовые фильтры устанавливают вблизи от воздухозабора перед теплоемким фильтром.

После очистки от окиси углерода воздух охлаждается в гравийном фильтре-охладителе (теплоемком фильтре). Он представляет собой камеру из кирпича, бетона или железобетона, в которую засыпают гравий. Гравий укладывают на железобетонную или металлическую решетку. Теплоемкий фильтр обычно выносится за пределы убежища с таким расчетом, чтобы камера фильтра размещалась в грунте. Если теплоемкий фильтр устанавливается внутри убежища, предусматривают теплоизоляцию его поверхностей.

Воздух, подаваемый в убежище, должен равномерно распределяться воздуховодами по всем помещениям. Воздуховоды изготовляют обычно из оцинкованного железа. Отработанный воздух удаляется через вытяжные каналы, которые защищаются противовзрывными устройствами. Вытяжные каналы имеют также герметические и регулирующие клапаны.

Для переключения фильтровентиляционной системы с одного режима на другой и для отключения вентиляции на воздуховодах имеются герметические клапаны с ручным или электрическим приводом. Промышленностью выпускаются герметические клапаны диаметром 100, 200, 300, 400 мм и более.

Герметические клапаны с электроприводом могут устанавливаться только в убежищах, имеющих аварийный источник энергоснабжения.

### *Инженерные сети*

Для создания нормальных условий пребывания людей и обеспечения требуемого температурно-влажностного режима при повседневной эксплуатации убежище оборудуют системами отопления, водопровода, канализации и электроснабжения. Эти системы, как правило, питаются от соответствующих сетей здания, в котором находится убежище.

На вводах труб этих систем, а также в случаях, если через сооружение проходят транзитные коммуникации, устанавливают запорные вентили и

задвижки для отключения трубопроводов при возникновении аварий или повреждений. Отключающие устройства помещают внутри убежища, чтобы ими было можно пользоваться, не выходя за пределы защищенного помещения. Канализационная задвижка размещается в санузле. Для обеспечения герметичности места вводов труб и электрокабелей тщательно заделывают.

#### *Водоснабжение и канализация*

Водоснабжение и канализация убежищ осуществляются на базе городских и объектовых водопроводных и канализационных сетей. Однако на случай разрушения внешних водопроводных и канализационных сетей при ядерном взрыве в убежище должны создаваться аварийные запасы воды, а также приемники фекальных вод, работающие независимо от состояния внешних сетей.

На случай повреждения внешнего водопровода система внутреннего водоснабжения имеет баки аварийного запаса воды. Для хранения аварийного запаса воды используются проточные напорные резервуары или безнапорные баки, оборудованные съемными крышками, шаровыми кранами и указателями уровня воды.

Минимальный запас воды для питья в проточных емкостях должен быть из расчета 6 л и для санитарно-гигиенических потребностей 4 л на каждого укрываемого на весь расчетный срок пребывания, а в убежищах вместимостью 600 человек и более — дополнительно для целей пожаротушения 4,5 м<sup>3</sup>.

Проточные емкости обычно устанавливают в санитарных узлах под потолком, а безнапорные баки — в специальных помещениях. Для обеззараживания воды в убежище должен быть запас хлорной извести или дветретиосновой соли гипохлорита кальция (ДТС-ГК). Для хлорирования 1 м<sup>3</sup> воды требуется 8–10 г хлорной извести или 4–5 г дветретиосновой соли гипохлорита кальция (ДТС-ГК).

Санитарный узел в убежище устраивается отдельным для мужчин и женщин, с выпуском смывных вод в существующую канализационную сеть. Кроме того, создаются аварийные устройства — емкости для сбора нечистот (люфт-клозеты), а на трубопроводах водоснабжения и других систем устанавливаются задвижки для перекрытия при повреждении внешних сетей.

*Электроснабжение.* Электроснабжение осуществляется от внешней сети города (объекта) и при необходимости — от защищенного источника — дизельной электростанции (ДЭС).

На случай прекращения электроснабжения от внешней сети в убежищах предусматривается аварийное освещение от переносных электрических фонарей, батарей, велогенераторов и других источников. Пользоваться свечами и керосиновыми фонарями можно в ограниченных размерах и только при условии хорошей вентиляции.

Для освещения применяют осветительную арматуру, при этом учитывают условия эксплуатации убежища в мирное время.

В каждом убежище обязательно предусматривается установка радиотрансляционной точки и телефона.

*Отопление.* В убежищах предусматривается отопление от теплоцентрали (отопительной системы здания). Для регулирования температуры и отключения отопления устанавливается запорная арматура.

При расчете системы отопления температуру помещений убежища в холодное время принимают равной 10 °С, если по условиям эксплуатации их в мирное время не требуется более высоких температур.

Трубы отопления и других инженерных сетей внутри убежища окрашиваются в соответствующий цвет:

1. Воздухозаборные трубы режима чистой вентиляции - белый
1. Воздухозаборные трубы режимы фильтровентиляции - желтый
2. Трубы режима вентиляции при пожарах - красный

3. Трубы электропроводки - черный
4. Водопроводные трубы - зеленый
5. Трубы системы отопления - коричневый

*Мебель.* Отсеки оборудуют скамейками для сидения и двухъярусными полками (нарами) для лежания: нижние — для сидения из расчета  $0,45 \times 0,45$  м на одного человека, верхние — для лежания из расчета  $0,55 \times 1,8$  м на человека. Высота скамей для сидения должна быть 0,45 м, а расстояние по вертикали от верха скамей до места для лежания 1,1 м.

Количество мест для лежания составляет 20 % от общей вместимости убежища.

Убежище должно быть оснащено необходимым имуществом и инвентарем, включая шанцевый инструмент и средства аварийного освещения.

#### *Особенности некоторых типов убежищ*

*Встроенными убежищами* называют убежища, расположенные в подвальных этажах здания. Убежища могут быть размещены на всей площади подвала или занимать часть его (преимущественно центральную).

*Отдельно стоящие убежища* представляют собой автономные сооружения, размещаемые на свободных площадках, территории предприятий или вблизи них, во дворах, скверах, парках и других местах вне зоны возможных завалов от наземных зданий и сооружений.

Защита от поражающих факторов термоядерного оружия обеспечивается ограждающими конструкциями соответствующей прочности и толщиной земляной обсыпки (обычно 0,8 м).

Отдельно стоящие убежища, как правило, не имеют аварийных выходов: находятся вне зоны возможных завалов. Кроме защитно-герметических дверей снаружи устанавливают деревянные двери, предохраняющие входы от загрязнения и атмосферных осадков. Двери

имеют резиновые прокладки для плотного прилегания к дверной коробке, снаружи их оббивают железом.

Воздух забирается через железобетонный оголовок наверху перекрытия с противовзрывным устройством.

Отдельно стоящие убежища заглубляют на 3 м и более, вследствие чего фекальные воды часто не могут быть отведены самотеком в существующую канализационную сеть, залегающую на глубине 1,5 — 2 м. В таких случаях предусматривают станции перекачки. Они могут быть устроены как внутри, так и за пределами убежища.

При невозможности подключения к домовой или ближайшей теплосети ставятся местные отопительные установки.

Убежища большой вместимости, предназначенные для укрытия значительного количества людей (500–1000 чел. и более), имеют большее количество входов. Числа и ширина их определяются из условия быстрого заполнения расчетным количеством людей.

Система фильтровентиляции состоит из нескольких фильтровентиляционных агрегатов или из фильтровентиляционной установки высокой производительности. Воздух забирается и нагнетается в отсеки мощными вентиляторами с электроприводом. Отработанный воздух из отсеков, санузлов и других помещений выбрасывается наружу по каналам вытяжной вентиляции вентиляторами.

В зависимости от характера и назначения убежища в нем может быть установлено оборудование для поддержания требуемого микроклимата и регенерации воздуха — калориферы, регенеративные патроны, баллоны с кислородом, сжатым воздухом и др.

Регенеративные патроны служат для поглощения углекислоты, выделяемой людьми, в период прекращения работы фильтровентиляционной установки.

Химический поглотитель, как правило, — твердое порошкообразное вещество, содержащее  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и другие компоненты.

Регенерация внутреннего воздуха в убежище может производиться с помощью регенеративных патронов типа РП-100 или регенеративных установок конвекционного типа (РУКТ). По своему внешнему виду регенеративный патрон РП-100 похож на фильтр-поглотитель ФП-100, но он служит для поглощения углекислого газа.

Регенеративные патроны монтируются в колонки, так же, как и фильтры-поглотители в фильтровентиляционной камере, с присоединением к всасывающей линии вентиляционной системы.

Режим работы вентиляции, когда убежище изолируют от внешней среды и не подают наружный воздух, а внутренний очищают от углекислоты и влаги, выделяемых людьми, и добавляют необходимое количество кислорода, называют режимом полной изоляции с регенерацией воздуха.

Система вентиляции, обеспечивающая регенерацию воздуха в убежище, состоит из:

- регенеративных патронов;
- кислородных баллонов;
- вентилятора;
- редукционного вентиля;
- воздуховодов.

В воздухе, прошедшем через поглощающие регенеративные патроны, нормальное содержание кислорода восстанавливают при помощи баллонов с сжатым кислородом путем непосредственного подмешивания кислорода к воздуху.

Стандартные баллоны (под давлением 150 атм) содержат 6 м<sup>3</sup> кислорода при нормальном давлении. Дозировка производится редукционным вентилем.

Для переключения фильтровентиляционной системы с одного режима на другой и для отключения вентиляции на сети воздуховодов устанавливают герметические клапаны, как правило, с ручным приводом.

Для обеспечения работы фильтровентиляционного оборудования станции перекачки и освещения могут предусматриваться резервные (автономные) электростанции.

Система водоснабжения питается от внешних водопроводных сетей или от защищенных артезианских скважин. На случай выхода из строя незащищенной системы водоснабжения устраивают емкости для аварийного запаса воды. Вода из них подается к водоразборным приборам самотеком или насосом.

Система канализации имеет станции перекачки с резервуарами для фекальных вод (на случай разрушения внешних канализационных магистралей и выпусков).

#### *Резервные дизельные электростанции*

Аварийная электростанция обычно размещается в защищенных помещениях убежища, отделенных от отсеков проветриваемым тамбуром с герметическими дверями. Количество помещений для дизельной и их размеры зависят от мощности дизелей, типа оборудования, принятой системы охлаждения и запасов топлива.

В дизельных обычно устанавливают стационарные электростанции, которые промышленность выпускает для народного хозяйства (сельского хозяйства, строительных работ и т. п.). Электростанция состоит из двигателя внутреннего сгорания, генератора и щита управления. Двигатель и генератор монтируется на общей металлической раме. На ней же устанавливают водяной и масляный радиатор. Запуск дизеля производят от пускового бензинового двигателя или компрессорной установки. Дизельные агрегаты оборудуют также

системами блокировки для автоматической остановки при коротких замыканиях, перегрузках и для других аварийных случаев.

Дизельный агрегат при наличии артезианской воды обычно охлаждается по двухконтурной схеме. Вода, циркулирующая по внутреннему контуру системы охлаждения дизеля (первый контур), охлаждается в водоохладителе, через который пропускается вода из артезианской скважины (второй контур).

Если артезианской скважины нет, охлаждение производится по водовоздушной (радиаторной) схеме. В этом случае вода внутреннего контура системы охлаждения проходит через радиатор и здесь охлаждается воздухом, который вентилятором продувается через радиатор.

Запас топлива, необходимый для работы дизеля в течение заданного времени и для контрольной проверки, хранится в топливном баке. Бак оборудуется фильтром для очистки топлива, указателем уровня и устройствами для заливки и перекачки топлива из основных емкостей (бочки, цистерны). К дизелю топливо обычно подается самотеком. Аналогичные баки предусматриваются и для хранения масла.

Помещение дизельной оборудуют системой вентиляции, обеспечивающей подачу воздуха на горение топлива в дизель, охлаждение и удаление выделяемых при работе двигателя вредных продуктов горения.

Система вентиляции должна исключать возможность проникания в отсеки убежища продуктов горения, выделяемых при работе дизеля. С этой целью помещение, где установлено силовое оборудование, отделяется от отсеков тамбуром с герметическими дверями. Тамбур проветривается воздухом, который при работающей системе вентиляции может пропускать через клапаны избыточного давления, установленные в полотнах герметических дверей.

Пройдя через тамбур, воздух поступает в силовое помещение. Кроме того, для дизельной предусматривается система вентиляции, которая

обеспечивает подачу наружного воздуха через отдельный воздухозабор, защищенный противовзрывным устройством.

Приток воздуха в помещение дизельной осуществляется за счет разрежения, создаваемого вытяжной системой, она состоит из вентилятора, воздухопроводов и шахты.

Выхлопные газы от работающего дизеля выводятся за пределы дизельной по выхлопной трубе (выпускной трубопровод). Выхлопная труба должна иметь теплоизоляцию и устройство для спуска конденсата.

Как правило, воздух, поступающий в дизельную с поверхности земли по приточному воздухопроводу, не очищается от отравляющих веществ. Поэтому после заполнения убежища и включения дизелей обслуживающий персонал должен находиться в отсеках или в помещении диспетчерской за пределами дизельной.

Для периодической проверки работы дизелей и другого оборудования, а также для устранения возникающих неисправностей обслуживающий персонал должен пользоваться защитной одеждой и противогазами. При выходе из силового помещения защитную одежду снимают в тамбуре.

При возникновении пожаров в дизельную может поступать горячий и задымленный воздух, что затруднит процесс охлаждения дизелей. На этот случай в системе вентиляции дизельной предусматривается охлаждение воздуха, подаваемого с поверхности. Если есть артезианская скважина, воздух охлаждается в одно- или двухступенчатом охладителе. Если артезианской скважины нет, для охлаждения можно использовать гравийный теплоемкий фильтр.

Дизельная электростанция, если она не работает и по каким-либо причинам не может содержаться в мирное время в состоянии постоянной готовности, должна быть поставлена на длительную консервацию и

закрыта. В этом случае также обязательны периодические проверки сохранности и исправности оборудования.

## **Глава 2. Проектирование и создание макета защитного сооружения гражданской обороны**

В данном проекте объектом исследования являются существующие бункеры, гражданские убежища.

В рамках исследования необходимо:

1. Изучить, какие существуют типы бункеров, их планировку, размеры на определенное количество человек.
2. Изучить методы постройки убежищ, основные проблемы, которые встречаются при постройке бункера.
3. Изучить какую технику нужно использовать в убежище (генераторы, освещение и так далее).
4. Изучить чем и как нужно отделять помещения бункера.

Для того, чтобы реализовать макет бункера в масштабе 1:35, нужно выполнить следующие этапы:

1. Базируясь на знаниях, полученных из пособий по строительству и эксплуатации гражданских убежищ нарисовать эскиз.
2. После того, как каждому помещению в бункере будут присвоены свои размеры, начертить чертеж на миллиметровой бумаге в масштабе 1:100.
3. Подобрать материалы, из которых будет сделан макет.
4. Рассчитать количество нужного материала, объем работ, подготовиться к реализации макета, закупив все инструменты и материалы.
5. Изготовить макет бункера в масштабе 1:35.

## **Заключение**

Бомбоубежище – сооружение, чаще всего расположено под землей, предназначенное для спасения населения от авиационных ударов, действия ядовитых газов и обломков зданий.

По результатам выполнения работы был спроектирован современный бункер встроенного типа для защиты граждан и создан макет в масштабе 1:35.

Готовый макет может быть использован для изучения школьниками на уроках ОБЖ и во внеучебное время.

