МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
імені Ю.М. ПОТЕБНІ

КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота (проєкт)

магістр
(рівень вищої освіти)

на тему Фортифікаційні споруди міського середовища на прикладі середніх та великих міст

Виконав: студент _2_ курсу, групи 8.1923-мопа
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми Містобудування та об'ємно-просторова архітектура
(назва освітньої програми)
Лінник Ю.М.
(ініціали та прізвище)

Керівник доц.,к.т.н., Савін В.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент проф., к.арх., Осиченко Г.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
імені Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код та назва)
Освітня програма Містобудування та об'ємно-просторова архітектура

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
«04» 09 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Лінник Юхим Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проєкту) Фортифікаційні споруди міського середовища на прикладі середніх та великих міст

керівник роботи доц.,к.т.н. Савін В.О.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «30» 09 2024 року № 1486-с .

1 Строк подання студентом роботи 01.12.2024

2 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливість розвинення проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об`єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень

3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Літературний огляд. Аналіз конструкцій фортифікаційних споруд, обладнання, інженерних систем. Аналіз дій при виникненні НС на хімічно небезпечному об'єкті .

4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація із результатами аналітичних обґрунтувань науковості напряму досліджень, результатами досліджень, результати розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень

5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Савін В.О.		
2	Савін В.О.		
3	Савін В.О.		

6 Дата видачі завдання 01.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Літературний огляд	01.10	виконано
2	Розділ 1	15.10	виконано
3	Розділ 2	01.11	виконано
4	Розділ 3	15.11	виконано
5	Розробка графічної частини	20.11	виконано
6	Оформлення роботи	25.11	виконано
7	Попередній захист	01.12	виконано

Студент _____ Лінник Ю.М.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проєкту) _____ Савін В.О.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Гребенюк І.В.
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Лінник Юхим Миколайович. Фортифікаційні споруди міського середовища на прикладі середніх та великих міст.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник В.О. Савін. Інженерний навчально-науковий інститут імені Ю.М. Потебні ЗНУ, кафедра міського будівництва і архітектури, 2024.

У роботі розглянуто приклади улаштування фортифікаційних споруд міського середовища польового та довгострокового використання. Проведено порівняльний аналіз функціювання об’єктів фонду фортифікаційних споруд.

Ключові слова: ФОРТИФІКАЦІЙНА СПОРУДА, ПОЛЬОВА ФОРТИФІКАЦІЯ, ДОВГОСТРОКОВА ФОРТИФІКІЦІЯ, ОБОРОННА СПОРУДА, ЗАСОБИ УРАЖЕННЯ, ЗАСОБИ ЗАХИСТУ, ОБЛАДНАННЯ, СИСТЕМА, УКРИТТЯ, СХОВИЩЕ.

ABSTRACT

Linnyk Yukhym Mykolayovych. Fortification Structure of the Urban Environment (Case Stude: Medium and Large Cities).

Qualifying graduation thesis for obtaining a master's degree of higher education in specialty 192 - Construction and civil engineering, supervisor V.O. Savin. Engineering Educational and Scientific Institute named after U.M. Potebny ZNU, Department of Urban Construction and Architecture, 2024.

Examples of the arrangement of fortification structures in the urban environment for field and long-term use are considered in the work. A comparative analysis of the functioning of the objects of the fund of fortifications was carried out.

Key words: FORTIFICATION BUILDING, FIELD FORTIFICATION,

LONG-TERM FORTIFICATION, DEFENSIVE BUILDING, MEANS OF ATTACK, MEANS OF PROTECTION, EQUIPMENT, SYSTEM, SHELTER, STORAGE.

ЗМІСТ

Вступ 8

Розділ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗАХИСНІ СПОРУДИ. СИСТЕМА ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ 10

1.1 Призначення фортифікаційних споруд 10

1.2 Класифікація фортифікаційних споруд 10

1.3 Історичний розвиток фортифікаційних споруд 12

1.4 Доісторичні городища 13

1.5 Середньовічні фортеці 15

1.6 Епоха вогнепальної зброї 17

1.7 Оборонні споруди 20 століття 19

1.8 Процес будівництва фортифікаційних споруд: як організовано їх зведення у період воєнного стану в Україні 21

Розділ 2 ЗАХИСНІ СПОРУДИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ 23

2.1 Планування та склад приміщень 23

2.2 Важливість аварійних входів та виходів для забезпечення 29

2.3 Захисні огороджувальні конструкції 34

2.4 Пристрої для захисту вхідних отворів 41

2.5 Система забезпечення повітрям 46

2.6 Гігієнічні та технічні прилади та обладнання 56

2.7 Автономна електростанція 57

2.8 Висновки по розділу 60

Розділ 3 РОЗРАХУНОК УКРИТТЯ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ У РАЗІ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ 61

3.1 Загальна характеристика системи водопостачання м. Запоріжжя 61

3.2 Характеристика небезпечних речовин 62

3.3 Визначення зони ураження хлором внаслідок ракетного

обстрілу 63
3.4 Комплекс організаційних і технічних заходів для зменшення ймовірності виникнення надзвичайної ситуації 69
3.5 Розрахунок на проектування та будівництво простих укриттів 70
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 80

ВСТУП

Актуальність теми. Все своє існування історія людства завжди була пов'язана з різними війнами та конфліктами, в яких незмінно страждали цивільне населення та військові формування. Розвиток засобів масового ураження, збільшення масштабів їхнього впливу зажадали пошуку надійних та економічно доцільних засобів захисту людей від ураження, якими й стали фортифікаційні споруди минулого та сучасності.

Фортифікаційні споруди мають давню історію. Вони використовувалися у всіх збройних конфліктах. Оборонний характер військових дій, проти нападників, вимагав зміцнення міст та поселень.

Використання фортифікаційних споруд забезпечує зниження втрат серед населення і зменшення кількості потерпілих в умовах надзвичайних ситуацій і їх наслідків.

Слід зазначити, що важливе соціальне і економічне значення має планування і здійснення певного переліку заходів, складовою частиною, яких являється планування і організація інженерного захисту населення.

Для вирішення цього завдання необхідно завчасно накопити необхідну кількість фортифікацій, укриттів, розробити схеми розміщення захисних споруд і якісно посилити фонд інших споруд інженерного захисту, здатних забезпечити надійний і ефективний захист від вражаючих чинників і наслідків застосування сучасних засобів ураження.

Мета і завдання дослідження. Метою даної роботи є аналіз впливу розміру міського середовища на використання можливих типів фортифікаційних споруд.

Об'єкт дослідження. Міське середовище.

Предмет дослідження. Фортифікаційні споруди.

Методи дослідження. При вирішенні поставлених завдань використовувалися узагальнення та аналіз теоретичних та практичних досліджень на тему роботи, а також реальний огляд та аналіз роботи

обладнання об’єктів фонду ФС.

Наукова новизна одержаних результатів. Проведено порівняльний аналіз функціювання об’єктів фонду фортифікаційних споруд.

Практичне значення одержаних результатів. У роботі розглянуто історичний розвиток, сучасний стан функціювання, забезпечення та необхідності об’єктів фонду фортифікаційних споруд.

Особистий вклад дослідника. Постановка мети і завдання дослідження. Збір і аналіз даних для проведення дослідження.

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, основних висновків, містить 84 сторінки, 37 рисунків, 4 таблиці, 53 найменувань використаних джерел.

РОЗДІЛ 1
ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ФОРТИФІКАЦІЙНІ СПОРУДИ. ПРИЗНАЧЕННЯ. КЛАСИФІКАЦІЯ. РОЗВИТОК.

1.1. Призначення фортифікаційних споруд

Фортифікаційні споруди (оборонні споруди) — це елементи інженерного облаштування місцевості, штучні бар'єри та укриття, призначені для створення сприятливих умов ведення оборони, зниження втрат серед військ та ускладнення наступальних дій противника.

Ці спеціалізовані військові конструкції підсилюють тактичне, оперативне та стратегічне значення територій, підготовлених для бойових дій. Вони забезпечують виконання бойових завдань і захищають військові сили від ураження. Впродовж історії людства оборонні споруди будували з доступних матеріалів — землі, дерева, каменю, використовуючи особливості рельєфу, які сприяли захисту.

До таких споруд належать бастіони, башти, бліндажі, бункери, донжони, каземати, капоніри, окопи, редути, форти тощо.

Комплекси фортифікацій включають замки, фортеці, цитаделі та оборонні лінії, які можуть містити оборонні вали, рови, мури, або бути окремими спорудами. Серед їхніх елементів виділяють брами, бруствери та палісади (частоколи).

1.2 Класифікація фортифікаційних споруд

Фортифікаційні споруди поділяються на польові (військові) та довготривалі (довгострокові):

- Польова (військова) фортифікація зосереджується на розробці теоретичних і практичних рекомендацій щодо фортифікаційного облаштування позицій, рубежів, смуг, вихідних районів і зон розташування військ, переважно

в умовах воєнного часу. Її мета — забезпечення ефективного ведення бою чи операції. Також вона охоплює створення польових споруд для захисту від ураження різними типами зброї.

- Довготривала (довгострокова) фортифікація вивчає теоретичні й практичні аспекти завчасного облаштування фортифікацій на територіях, що можуть стати зоною воєнних дій, або на території країни загалом, як у мирний, так і у воєнний час.

Фортифікаційні споруди класифікуються за своїм призначенням на такі категорії:

- для ведення вогню (окопи, траншеї тощо);
- для спостереження та управління (спостережні й командні пункти);
- для захисту особового складу (щілини, бліндажі, притулки), військової техніки та матеріальних засобів (котловани укриття, закриті укриття);
- для забезпечення сполучення (підземні ходи, потерни — галереї під землею або всередині споруди).

До фортифікаційних споруд також належали штучні перешкоди, такі як рови, ескарпи, контрескарпи, надовби та інші. Вони були невід'ємною частиною укріплень на кшталт замків, фортець чи фортів. У період Другої світової війни ці перешкоди перетворилися на окремі елементи укріплених позицій, відомих як невибухові загородження.

Фортифікаційні споруди поділяються на відкритого та закритого типу залежно від їх конструкції.

Споруди відкритого типу, такі як щілини, окопи та траншеї, мають захисні елементи, які не покривають увесь контур (вхід залишається відкритим). Вони знижують радіус ураження при вибуху ядерних боєприпасів у 1,5-2 рази та забезпечують захист від куль, уламків снарядів, мін і авіабомб.

Закриті фортифікаційні споруди повністю оточені захисними конструкціями, включаючи вхід. Вони забезпечують максимальний рівень захисту від традиційних засобів ураження та всіх факторів ядерної зброї. При

відповідному обладнанні такі споруди можуть також захищати від отруйних речовин і біологічних загроз.

У цей період передбачалося використання для захисту (за наявності) таких об'єктів, як тунелі, метрополітени, шахти тощо, з розрахунком на тривале перебування в них людей під час радіоактивного забруднення території та масових пожеж.

На певному етапі основною формою фортифікації були укріплення, що споруджувалися військовими для забезпечення бою (операцій). З часом збільшувалася глибина оборонних позицій і смуг, створювалися тилові оперативні й стратегічні оборонні рубежі, а також вихідні плацдарми для наступу. У глибокому тилу здійснювалася підготовка до оборони міст і великих населених пунктів, а також реалізовувалися фортифікаційні заходи для захисту населення та об'єктів від авіаційних ударів противника.

З появою зброї масового ураження завдання фортифікації значно розширились і ускладнились. У польовій фортифікації відзначалась тенденція до уніфікації споруд, їхнього будівництва з збірно-розбірних конструкцій промислового виробництва за максимальною механізацією робіт і широким використанням землерийних машин при облаштуванні позицій.

У довготривалій фортифікації, поряд з впровадженням нових типів споруд, залишалася актуальною використання конструкцій з монолітного та збірного залізобетону. Сьогодні фортифікація продовжує відігравати важливу роль у вирішенні тактичних, оперативних та стратегічних завдань.

1.3 Історичний розвиток фортифікаційних споруд

До найдавніших форм оборони відноситься стінова система, де стіною могла служити будь-яка огорожа. Вона призначалася для захисту в умовах відкритого бою, який передбачав обстріл метальною зброєю по горизонталі в бік наступаючого супротивника та по вертикалі для захисту підніжжя муру, валу чи огорожі. Згодом з'явилася баштова система оборони, яка значно

покращила захист: на стінах через певні інтервали встановлювалися башти, з яких зручніше було вести обстріл по підніжжю стін. Однак при цих системах залишалися так звані «мертві зони» — ділянки, що не піддавалися обстрілу з-за стіни, що становило загрозу для захисників. Противник, що добирався до таких місць, міг підкопати стіну, підпалити дерев'яну огорожу, використати засоби для підйому та вступити в бій.

З розвитком військової техніки виникла бастейова система оборони, де великі баштові споруди (бастеї) встановлювалися в місцях найбільш ймовірного нападу, дозволяючи вести перехресний фланкуючий вогонь і майже повністю долати мертві зони. Найбільш досконалою стала бастіонна система оборони, яка дозволяла вести перехресний вогонь в усіх напрямках, де могла з'явитися загроза, не залишаючи ворогу можливості для перепочинку в мертвій зоні. Завершенням золотого віку фортифікаційного мистецтва стало впровадження бастіонів [12].

Пошуки ідеальної системи оборони, що робила укріплення неприступними, тривали століттями і призвели до формування місцевих шкіл оборонної архітектури в різних європейських країнах, де активно обмінювалися досвідом [14].

1.4 Доісторичні городища

Оборонні споруди будувалися людьми з давніх часів, коли необхідність захистити своє житло від зовнішніх загроз стала пріоритетом. Найстаріші укріплення складалися з земляного валу та рову, виритого поруч, і будувалися в місцях, де природний рельєф вже забезпечував певний рівень захисту. В деяких регіонах огорожі виготовляли з загострених дерев'яних стовбурів. Оборонні споруди відігравали вирішальну роль у формуванні міст, оскільки забудова часто залежала від форми укріплень, які її оточували, і поселення, що не мало таких захистів, не мало шансів на довге існування [14]. У давнину процес створення міста описувався не в архітектурних, а в військових трактатах,

оскільки містобудування було частиною науки фортифікації [21]. Лише в другій половині XVIII століття архітектура та військово-інженерна наука стали розвиватися окремо.



Рисунок 1.1 – Стародавнє городище (реконструкція)

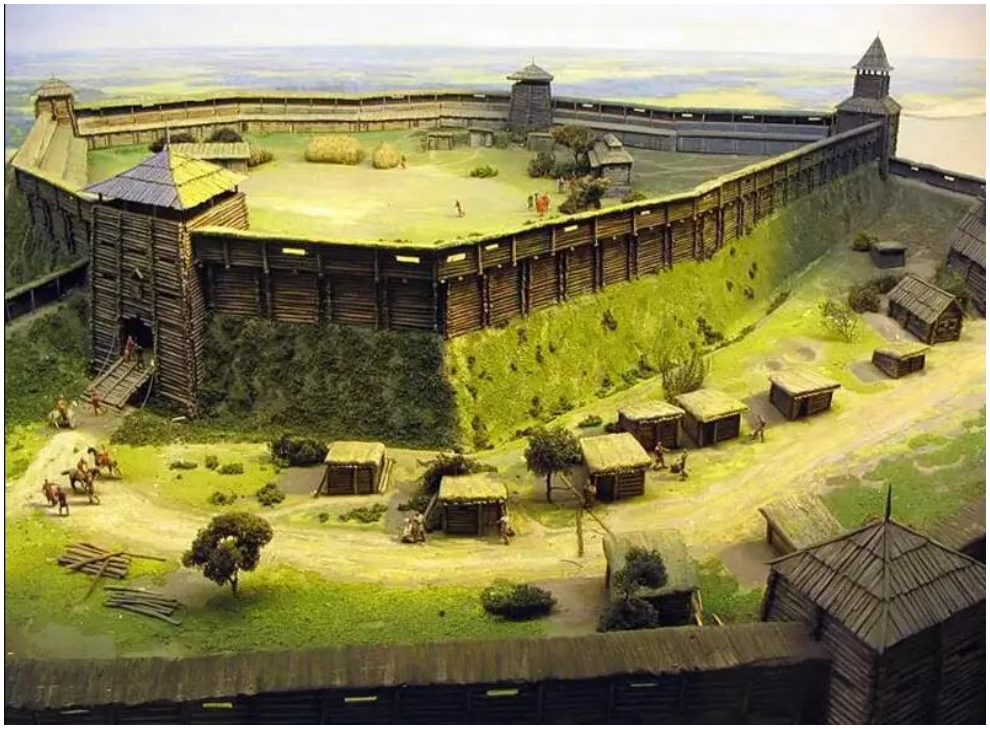


Рисунок 1.2 – Стародавнє городище з поселенням

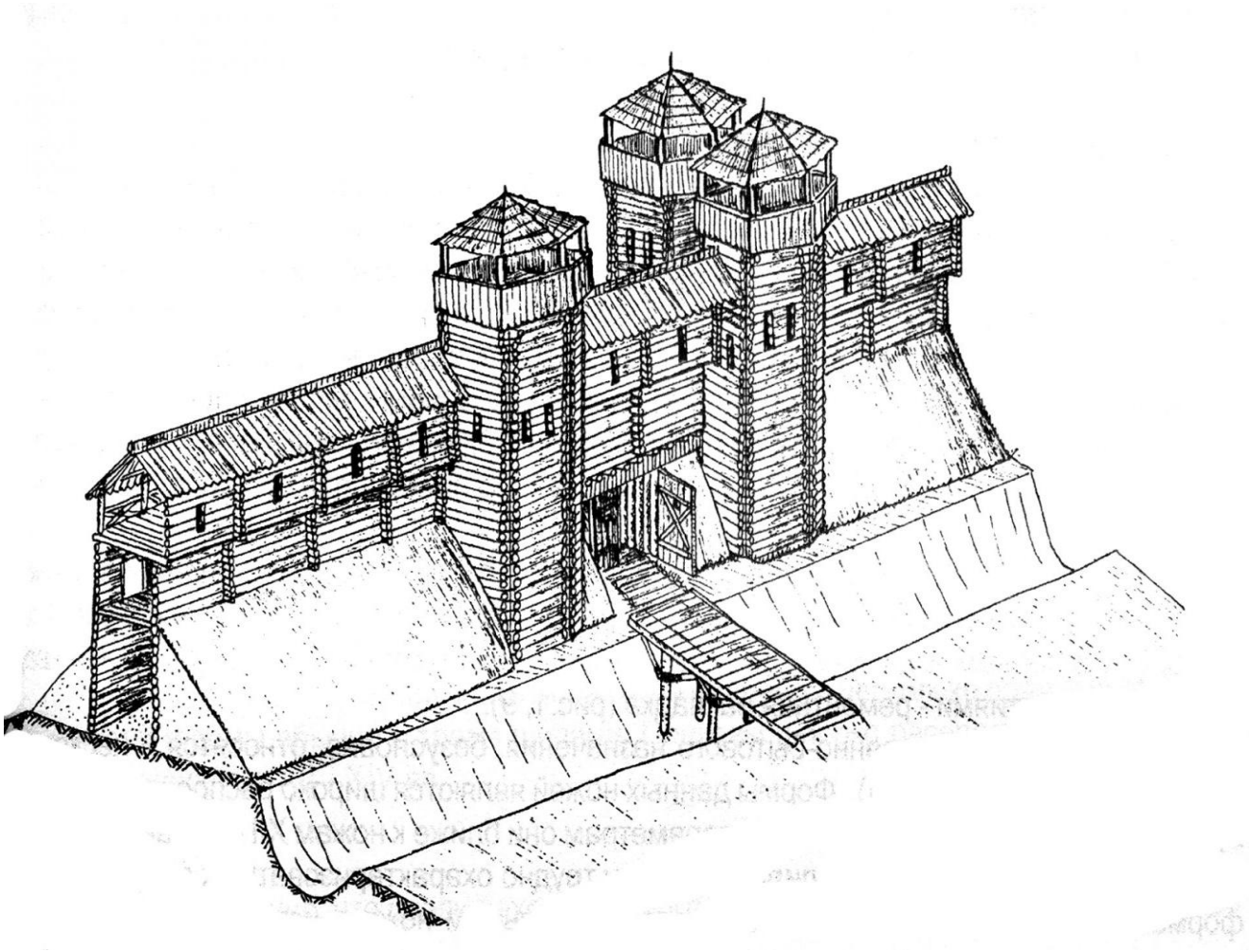


Рисунок 1.3 - Оборонні споруди м. Чернігова

1.5 Середньовічні фортеці

Середньовічні фортеці мали високі стіни та вежі, з яких оборонці могли вести вогонь по нападниках. Нападники намагалися пробити прохід під стіною, зруйнувати її за допомогою спеціальних пристроїв або спорудити мобільну атакуючу вежу, рівну за висотою вежам фортеці. Оборонні укріплення у вигляді фортець почали зводити на території України з XIV століття, і більшість з них були побудовані на місцях стародавніх городищ, що занепали.



Рисунок 1.4 - Середньовічні баштово-стінові оборонні споруди



Рисунок 1.5 - Середньовічний замок

1.6 Епоха вогнепальної зброї

У XIV столітті з'явилася вогнепальна зброя, що значно змінила військове мистецтво у всіх його аспектах, і оборонна архітектура повинна була швидко реагувати на ці зміни, враховуючи обмеження будівельної справи. Наприкінці XV століття зброярі навчилися виготовляти чавунні ядра, а до гармат додали лафети з колесами, що зробило артилерію мобільною.

Зведення фортифікацій вимагало значно більше часу, ніж виготовлення гармат, тому старі фортеці вже не могли забезпечити належний захист. Для протистояння раннім гарматам збільшували висоту веж і стін, товстішали мури, а на стінах веж облаштовували стрільниці для ручної вогнепальної зброї, зазвичай з круглими або ключоподібними отворами.

Ці стрільниці вбудовувалися в товщу муру і мали бруствер для упору зброї. Система бастіонів була розроблена в Італії на початку XVI століття. Бастіон являв собою п’ятикутник з відкритим фронтом, що дозволяло вести вогонь в кількох напрямках, у тому числі вздовж рову. Кожен бастіон міг підтримувати вогонь сусідніх частин фортеці. Наприкінці XVIII століття роль бастіонів зменшилась, коли почали будувати капоніри, що стали популярними в XIX столітті. Капонір був невеликою спорудою з повним обладнанням для захисту рову чи іншої оборонної лінії під час атаки ворога.

Крім того, красиві стіни бастіонних та капонірних фортець також використовувалися для залякування противника.

Коли війна перейшла до використання мобільної артилерії, фортеці почали будувати так, щоб вони були менш помітними на місцевості.



Рисунок 1.6 – Зіркова фортеця



Рисунок 1.7 - Артилерійська рондель (бастія) 19 ст. Чорногорія

1.7 Оборонні споруди 20 століття

Перша світова війна показала, що фортечні укріплення вже не відповідають вимогам сучасної війни, що призвело до значних змін у методах зведення польових укріплень. Багато фортець були захоплені після короткотривалого опору. У польовій фортифікації, через збільшення глибини бойових порядків і зростання потужності засобів ураження, почався перехід до створення глибоких ешелонованих оборонних ліній і фортифікацій з підвищеними захисними властивостями. Широке використання здобули траншеї, ходи сполучення, закриті вогневі споруди, бліндажі та укриття, для будівництва яких застосовувалися залізобетон, броня та інші міцні матеріали. З'явилися підземні споруди та протипіхотні перешкоди з колючого дроту. Винахід танків вимагав створення нових загороджень, таких як рови, надовби, бар'єри тощо.

Наприкінці Першої світової війни сформувалася система польових укріплень, яка базувалася на траншеях, обладнаних для бойових і логістичних потреб, а також на закритих вогневих спорудах і укриттях.

Між Першою і Другою світовими війнами основну увагу в фортифікації було приділено створенню систем прикордонних укріплень. Почався перехід від традиційних фортець до нових форм зміцнення сухопутних кордонів, таких як УР (укріплені райони) і укріплені лінії, що були побудовані в кількох європейських країнах («Лінія Мажино», «Лінія Маннергейма», «Лінія Молотова»). Це сприяло подальшому розвитку довгострокових фортифікацій.



Рисунок 1.7 - Довготривала оборонна точка - ДОТ
(капітальна залізобетонна фортифікаційна споруда для прикриття артилерійської зброї, її обслуги та для довготривалої оборони)

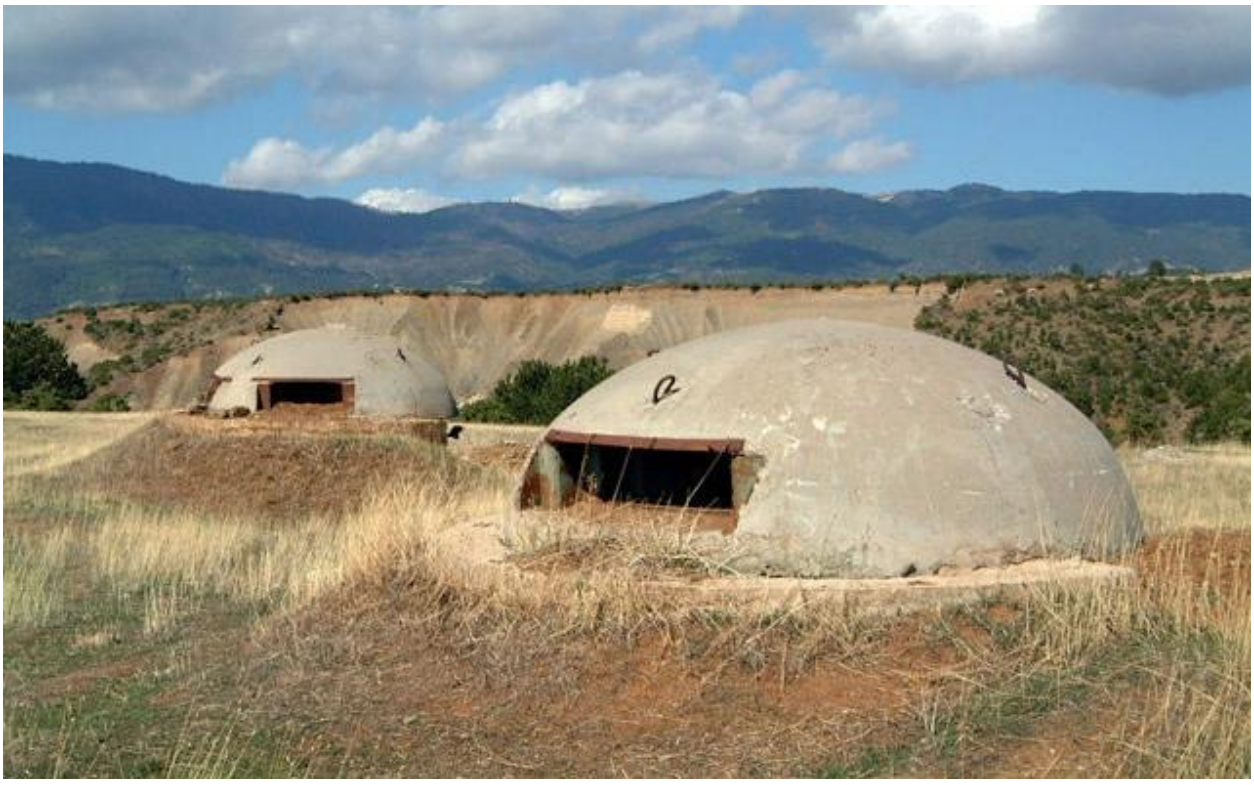


Рисунок 1.8 – Військовий бу́нкер
(добре укріплена захисна або оборонна споруда)

1.8 Процес будівництва фортифікаційних споруд: як організовано їх зведення у період воєнного стану в Україні

Наступ російських військ на півночі Харківської області викликав численні дискусії щодо того, чи були в регіоні належно побудовані фортифікаційні споруди, на які уряд витрачає мільярди гривень. У Міноборони пояснили, що в області зведено три оборонні лінії, перша з яких знаходиться на певній відстані від кордону, оскільки облаштувати її безпосередньо на кордоні неможливо через постійні обстріли.

Станом на лютий, за словами міністра оборони Рустема Умєрова, довжина фронту в Україні складала 3200 кілометрів, а інтенсивні бої велись на відрізку 1200 кілометрів.

У березні президент Володимир Зеленський заявив, що Україна будує три оборонні смуги загальною протяжністю 2000 кілометрів.

Зазвичай три лінії оборони мають таку структуру. Перша лінія розташована найближче до зони бойових дій і включає безліч мінних та фугасних загороджень, щоб зупинити або сповільнити рух ворога. Друга лінія є основною, тут зосереджуються окопи, опорні пункти та ключові ресурси. Третя лінія має на меті забезпечити підтримку перших двох ліній у всіх необхідних аспектах.

Рішення про будівництво фортифікаційних споруд приймається Генеральним штабом ЗСУ після погодження пропозицій військового командування на місцях.

Державними замовниками будівництва, які займаються закупівлею товарів, робіт та послуг для будівництва військових інженерно-технічних та фортифікаційних споруд, є Міноборони, Державна спеціальна служба транспорту, обласні та районні військові адміністрації, Київська міська військова адміністрація, а також військові адміністрації населених пунктів.

Договір на будівництво затверджується Міноборони, обласними та Київською міською військовими адміністраціями, а також Державним

агентством відновлення та розвитку інфраструктури. Проєктна документація також має бути погоджена з військовим командуванням, відповідальним за територію.

Державні замовники зобов'язані укладати контракти за найбільш вигідними цінами, забезпечувати матеріально-технічне, фінансове та соціально-побутове обслуговування під час будівництва, а також контролювати його якість.

За приймання, утримання та обслуговування фортифікаційних споруд відповідають ОВА, РВА та Київська міська військова адміністрація.



Рисунок 1.9 – Процес будівництва фортифікацій

РОЗДІЛ 2
ЗАХИСНІ СПОРУДИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

2.1 Планування та склад приміщень

Захисні споруди мають раціонально використовуватись, поєднуючи функції захисту з можливістю експлуатації у мирний час. Це вимагає врахування їхніх об'ємно-планувальних та технологічних особливостей. Під час звичайної експлуатації споруди повинні зберігати свої захисні властивості та герметичність. У той же час, важливо забезпечити мінімальний час, необхідний для переведення об'єкта у стан готовності до захисту. Пріоритет надається таким видам використання споруд, які дозволяють більшу частину часу залишати приміщення вільними, підтримуючи при цьому необхідні санітарно-гігієнічні умови. Наприклад, це можуть бути вбиральні, кімнати для відпочинку, приміщення чергових бригад чи зони для занять.

Особливий випадок — використання захисних споруд як гаражів-стоянок для легкових автомобілів. Оскільки автомобілі займають лише близько 25% корисної площі, такі споруди можуть швидко бути адаптовані для прийому людей навіть у випадках, коли автомобілі не встигли евакуювати.

Планування приміщень у захисних спорудах залежить від їхньої місткості, конструктивних особливостей, умов експлуатації у мирний час, зручності заповнення людьми та інших факторів. Приміщення поділяються на основні та допоміжні.

Основні приміщення включають:

- відсіки для людей;
- пункти управління;
- медичні пункти;
- тамбури та шлюзи.

Допоміжні приміщення можуть включати:

- фільтровентиляційні камери;
- санвузли;
- дизельні електростанції;
- баки для води чи артезіанські свердловини;
- станції перекачування фекальних вод;
- розширювальні камери;
- склади та інші допоміжні зони.

Місткість укриттів визначається за нормою:

- 0,5 м² на людину при двоярусному розміщенні;
- 0,4 м² при триярусному розташуванні.

Висота приміщень має бути не меншою за 2,2 м, а загальний об'єм повітря на одну людину — не менш ніж 1,5 м³. До розрахунку об'єму повітря включають лише зони герметизації, виключаючи приміщення дизельних електростанцій, тамбури та розширювальні камери. За потреби зняття надлишків тепла розміри приміщень можуть бути збільшені.

Деякі допоміжні приміщення розміщують поза зоною герметизації, наприклад склади для палива, мастил чи станції перекачування. Людей у відсіках розміщують на місцях для сидіння розміром 0,45 × 0,45 м для кожної особи. Місця для лежання на другому та третьому ярусах наліжок мають розміри 0,55 × 1,80 м. Частка місць для сидіння становить 80% у двоярусному і 70% у триярусному розміщенні(рис2.1-2.2).

Глибоке залягання укриттів (3–4 м і більше) може ускладнити відведення фекальних вод самопливом у каналізаційну мережу, яка зазвичай розташована вище. У таких випадках проектують станції перекачування, які можуть розміщуватись як усередині споруди, так і поруч.

На об'єктах економіки у захисних спорудах може бути організований пункт управління (ПУ) для штабу цивільного захисту. У великих укриттях для координації заповнення людьми, управління інженерними системами та іншими завданнями може бути створено ПУ площею 10–20 м², оснащений

засобами радіо- та телефонного зв’язку. На економічних об'єктах такий пункт може поєднуватися з об’єктовим ПУ.

Допоміжні приміщення, які не використовуються у мирний час (наприклад, фільтровентиляційні камери чи санвузли), повинні займати мінімальну площу. Їхній розмір залежить від параметрів внутрішнього обладнання, яке розташовують максимально компактно, забезпечуючи при цьому зручність монтажу та експлуатації.

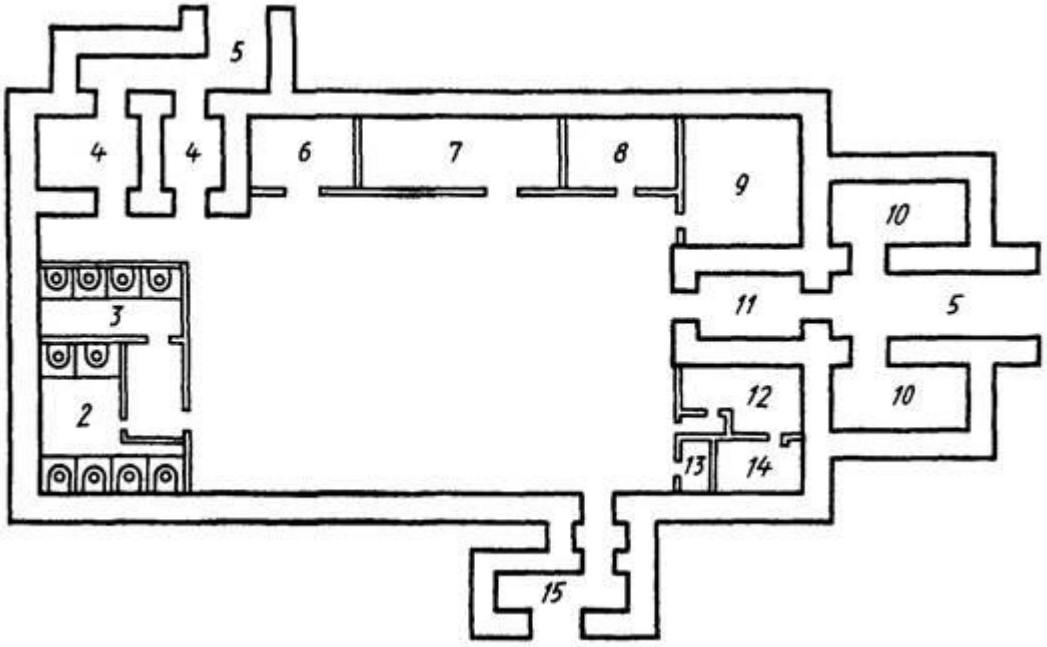


Рисунок 2.1 – План сховища

1, 7 – приміщення для розміщення осіб, що потребують укриття; 2, 3 – санвузли для чоловіків та жінок; 4 – тамбури; 5 – шлюзи на вході; 6 – приміщення для зберігання; 8 – комора для продуктів харчування; 9 – камера фільтрації та вентиляції; 10 – камера для розширення; 11 – основний вхід; 12 – приміщення для дизельної електростанції; 13 – склад для зберігання пально-мастильних матеріалів; 14 – щитова кімната; 15 – аварійний вихід.

Бажано, щоб обладнання, таке як системи вентиляції чи артезіанські свердловини, активно використовувалося у повсякденному житті. Це дозволить скоротити витрати на будівництво та забезпечити постійну готовність обладнання до роботи в аварійному режимі. Однак необхідно ретельно контролювати, щоб агрегати та обладнання, що експлуатуються у мирний час, зберігали необхідний запас моторесурсу відповідно до нормативних строків служби та інших вимог.

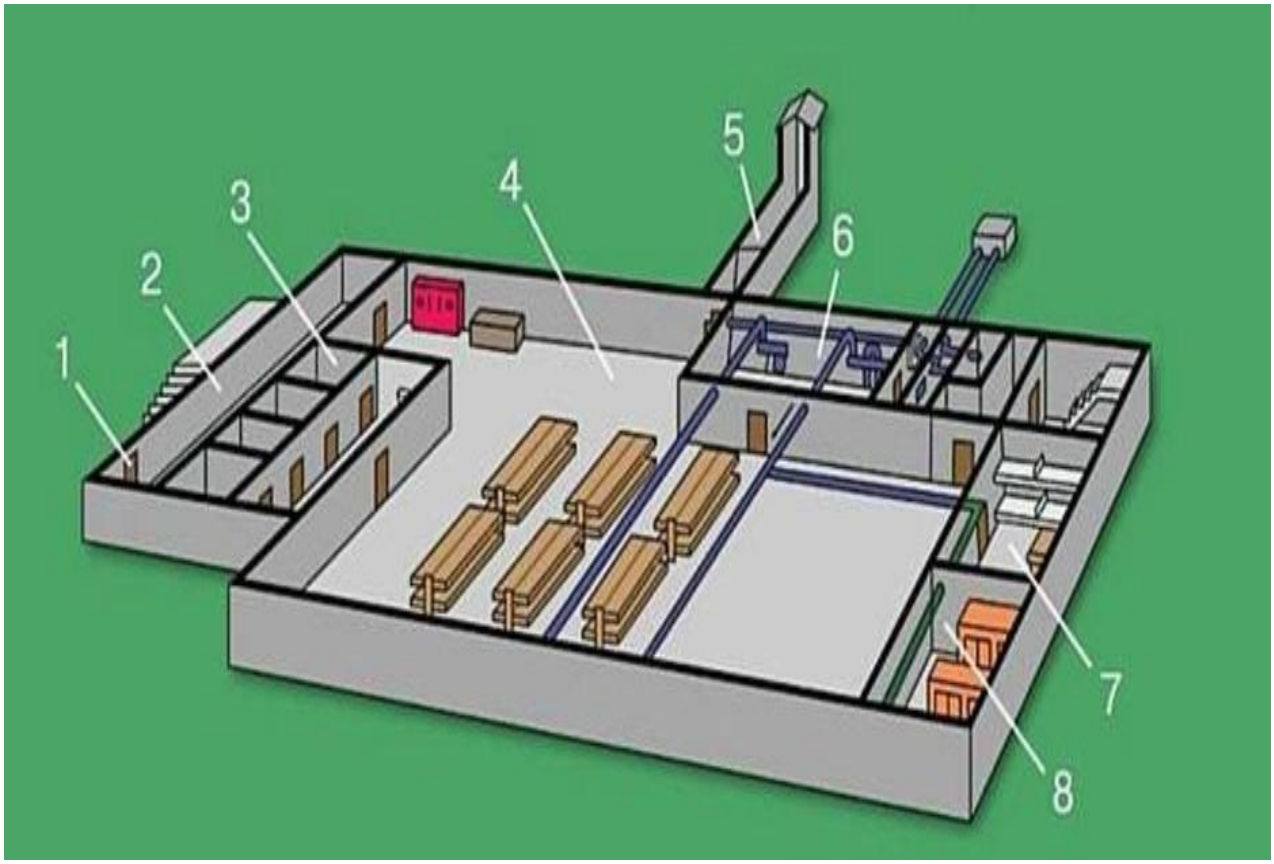


Рисунок 2.2 - План сховища

1 – герметичні захисні двері; 2 – шлюзова зона; 3 – санітарно-побутові приміщення; 4 – головний відсік для перебування людей; 5 – галерея з оголовком аварійного виходу; 6 – камера фільтровентиляції; 7 – медпункт; 8 – приміщення для зберігання продуктів.

Медичну кімнату розташовують якомога далі від фільтровентиляційної камери та дизельної електростанції. Санвузли прагнуть віддалити від джерел водопостачання, забезпечуючи доступ до них через умивальню.

Дизельна електростанція повинна бути розміщена в захисній зоні з входом через тамбур, обладнаний двома герметичними дверима. Приклад планування захисної споруди (ЗС) показано на рис. 2.1. Заповнення укриття здійснюється через входи, тип, кількість і ширина яких визначаються його місткістю та віддаленістю від місць перебування людей.

Біля входу передбачений тамбур-шлюз із двома захисно-герметичними дверима. Він забезпечує можливість входу в ЗС на 300 і більше осіб без порушення захисних властивостей споруди.

Для евакуації людей у разі руйнування наземної частини будівлі у вбудованих сховищах облаштовують аварійний вихід. Він виконаний у вигляді підземної галереї з укріпленим оголовком, який виноситься за межі потенційної зони завалу.

Протирадіаційні укриття (ПРУ) мають спрощене планування порівняно зі сховищами (рис. 2.3). Якщо вони розміщуються у підвальних або цокольних поверхах, то можуть займати всю площу під будівлею або її частину. У разі високого рівня ґрунтових вод допускається розміщення ПРУ на перших поверхах будівель.

У таких випадках обирають ізольовані приміщення в центральній частині кам'яних будівель. Об'ємно-планувальні рішення залежатимуть від призначення першого поверху в мирний час і не повинні заважати виробничій діяльності організацій, розташованих у будівлі.

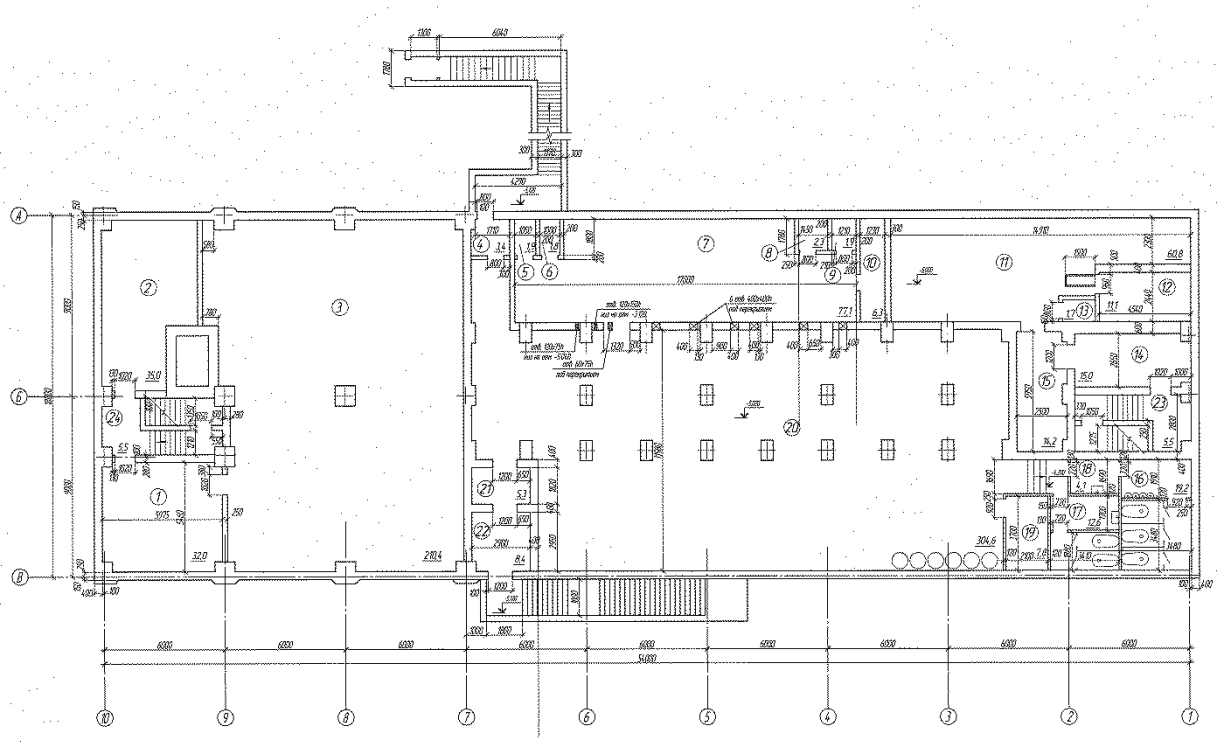


Рисунок 2.3 - Планування вбудованого ПРУ на 600 осіб

У протирадіаційних укриттях (ПРУ) передбачено основні приміщення, такі як місця для розміщення людей, санітарні пости та медпункт, а також допоміжні приміщення, включаючи санвузол, вентиляційну кімнату, приміщення для зберігання забрудненого одягу та кімнату для дизельної електростанції (ДЕС).

Розрахунок площ приміщень у ПРУ проводять за тими ж нормами, що й для сховищ, включаючи площі для санітарних постів і медичного пункту.

Адаптація приміщень під ПРУ включає:

- посилення захисних конструкцій, які забезпечують захист від іонізуючого випромінювання, а в зонах впливу ударної хвилі – додатковий захист від підвищених навантажень;
- облаштування систем вентиляції, санвузлів і водопроводу;
- встановлення нар для сидіння та лежання.

Вимоги до санвузлів аналогічні вимогам до санвузлів у сховищах, але їх кількість може бути знижена до 50%. Решта санвузлів може

розташовуватись у суміжних приміщеннях. Для ПРУ місткістю до 20 осіб дозволяється використовувати санвузли з виносними ємностями.

Для укриттів місткістю понад 300 осіб передбачають окремі приміщення для вентиляційного обладнання. У ПРУ меншої місткості допускається розміщення вентиляційного обладнання в основних приміщеннях. У випадках, коли ПРУ забезпечують лише захист від іонізуючого випромінювання, частина вентиляційного обладнання може бути встановлена за межами укриття за певних умов.

При проектуванні систем вентиляції та санвузлів враховують їх функціональність як у мирний, так і у воєнний час.

2.2. Важливість аварійних входів та виходів для забезпечення

Один із вирішальних факторів захисту – час заповнення укриття за сигналом оповіщення. Щоб максимально скоротити цей час, передбачається щонайменше два входи (виходи). При їх проектуванні враховують необхідність захисту отворів від факторів зброї масового ураження і пропуску розрахункового числа людей у мінімальний час. Планування входів деяких типів показано на рис. 2.4.

Для захисту від впливу ударної хвилі на входах встановлюють міцні металеві захисно-герметичні двері. Конструкцію входу розраховують на навантаження, що перевищує в 1,5 - 2 рази нормативну для перекриттів. Це не випадково, тому що входи – це найвразливіше місце в захисній споруді: ударна хвиля, проникаючи крізь сходові клітини, коридори та іншим шляхом внаслідок багаторазового відображення та може різко збільшити надлишковий тиск (зростання амплітуди коливання). З цих причин перевагу слід надавати довгим входам. Є також тупикові входи з прорізами (отворами) перед тамбурами із захисними та захисно-герметичними дверима для зменшення надлишкового тиску ударної хвилі.

Захист від проникаючої радіації та радіоактивного зараження забезпечується пристроєм одного – двох поворотів на 90°, що значно послаблює радіацію.

Раціональна конструкція входів і зручне їх розташування на шляхах підходу людей, що вкриваються, дозволяють швидко заповнити укриття. Однак обстановка, що склалася, може змусити закрити споруду до того, як до неї увійде розрахункова кількість людей.

Для забезпечення безперервного заповнення притулку та одночасного захисту від проникнення ударної хвилі влаштовують входи спеціальної конструкції (рис. 2.4, д), наприклад, з одно- та двокамерними тамбурами-шлюзами. Чергуючи послідовно заповнення та розвантаження тамбурів, можна майже безперервно заповнювати притулок, не порушуючи його захисту.

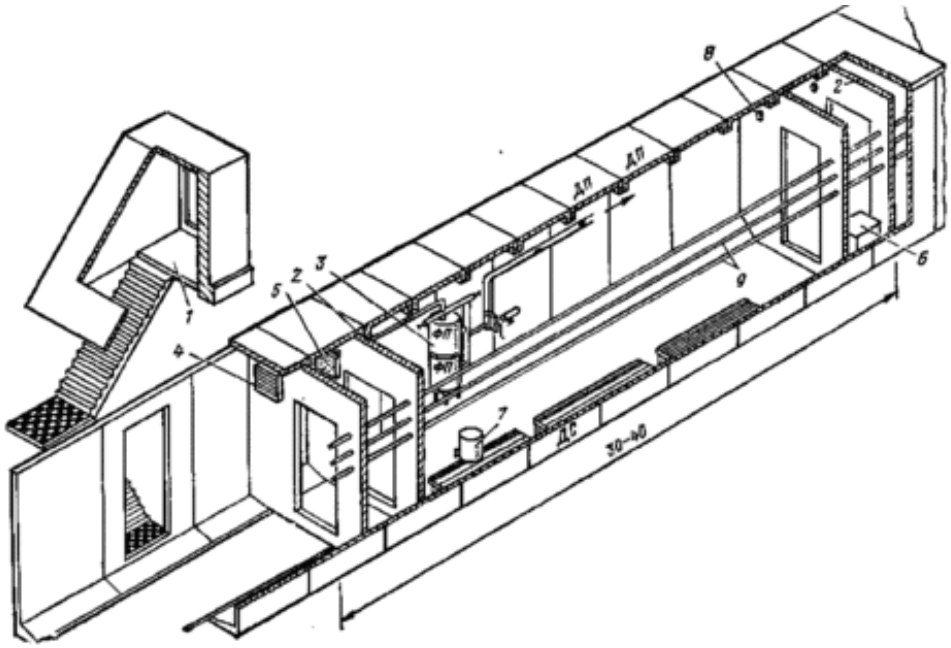


Рисунок 2.4 - Планування входів в укриття

1 – тунель-прохід (колектор); 2 – розділові перегородки; 3 – обладнання фільтровентиляції; 4 – захисна система; 5 – фільтраційний елемент; 6 – переносний резервуар; 7 – резерв води; 8 – клапан для регулювання надлишкового тиску; 9 – кабелі електроживлення та зв’язку.

До укриття зазвичай веде сходовий спуск або похила рампа (пандус). Ширина сходів та коридорів має бути в 1,5 рази більшою за ширину дверного отвору. Щоб уникнути завалу зовнішніх дверей, перед входом (у зоні предтамбуру) конструкції посилюються, щоб витримувати можливі навантаження від обвалення частин будівлі.

Тамбур облаштовують двома дверима: захисно-герметичними та герметичними, які відкриваються назовні. Розміри тамбуру розраховують так, щоб навіть при відкритих дверях не знижувалася пропускна спроможність входів. У старих укриттях із металевими дверима шириною 0,8 м мінімальна площа тамбуру становить 2–2,5 м². У нових укриттях, якщо ширина дверей становить 0,8 м, площа тамбуру-шлюзу становить 8 м², а для дверей шириною 1,2 м — 10 м². У тамбурах можуть бути встановлені дерев'яні або металеві гратчасті двері, які забезпечують природну вентиляцію споруди.

Кількість входів та ширина отворів визначаються залежно від місткості укриття, його місця розташування та інших факторів, що впливають на час його заповнення. Найчастіше використовуються дверні прорізи розміром 0,8х1,8 м і 1,2х2 м. Проріз шириною 0,8 м розрахований на 200 осіб, а шириною 1,2 м — на 300 осіб.

Для укриттів із великою місткістю головні входи обладнують ширшими прорізами (до 3,0х2,4 м) для забезпечення зручності експлуатації у мирний час. Наприклад, у сховищах, що використовуються як гаражі чи склади, ширина проїзду для автотранспорту має бути не менше 2,2 м. Такі отвори зазвичай перекривають спеціальними воротами.

У разі дії ударної хвилі будівля може зазнати руйнувань, що призводить до завалів входів до укриття, розташованих у сходових клітках. Характер завалу залежить від надлишкового тиску ударної хвилі, висоти будівлі, конструктивних особливостей (матеріалу стін, перекриттів, типу конструкції), а також щільності забудови. За розрахунками, при надлишковому тиску ударної хвилі 0,05 МПа (0,5 кг/см²) зона завалу

охоплює приблизно половину висоти будівлі. Із зростанням тиску уламки будівель розлітаються далі, створюючи суцільні завали вулиць і проїздів, водночас зменшується висота завалу.

Різні конструктивні рішення галерей аварійного виходу можна побачити на рис. 2.5 і 2.6.

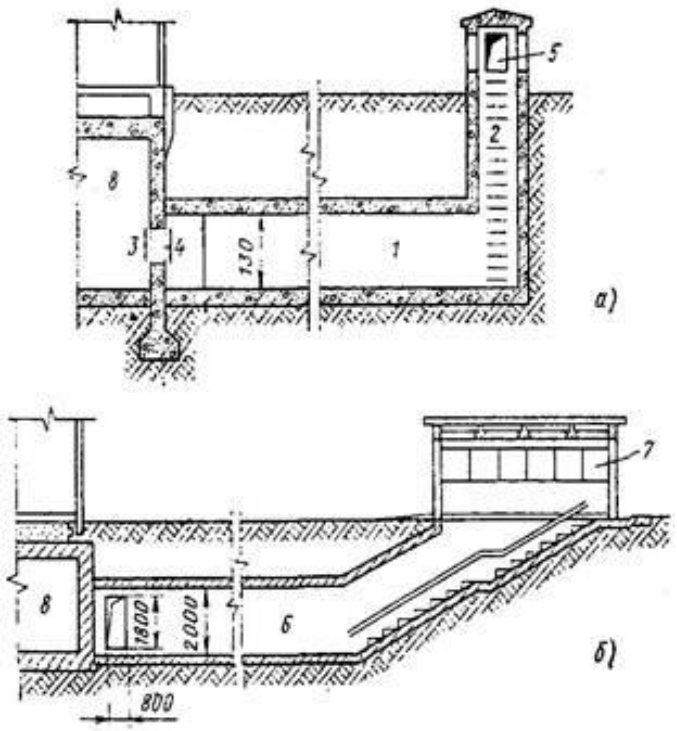


Рисунок 2.5 - Аварійні виходи у вбудованих укриттях

а - аварійний вихід, виконаний у вигляді галереї з вертикальною шахтою;

б - аварійний вихід, суміщений із основним входом;

1 – галерея;

2 – вертикальна шахта з захищеним оголовком;

3 – герметичні заслінки;

4 – захисно-герметичні заслінки;

5 – отвір із жалюзійними ґратами;

6 – прохідна галерея;

7 – наземна частина входу;

8 – укриття.

Для забезпечення евакуації з укриття, яке може бути завалене, облаштовують аварійний вихід у вигляді заглибленої галереї, яка завершується вертикальною шахтою з захищеним оголовком. Довжина аварійного виходу (м) при висоті оголовка 1,2 м визначається за формулами, що враховують оптимальну протяжність галереї залежно від типу будівель, визначають:

$$L = 0{,}5H_{буд} + 3;\ 0{,}5H_{буд}\ , \qquad (2.1)$$

де $Н_{буд}$ - висота наземної частини будівлі від рівня землі, м.

За відсутності оголовка довжину аварійного виходу приймають рівною $Н_{буд}$. При видаленні аварійного виходу на відстань менше L висоту оголовка приймають по інтерполяції між 1,2 м і 0,15 $Н_{буд}$ або 0,25 $Н_{буд}$.

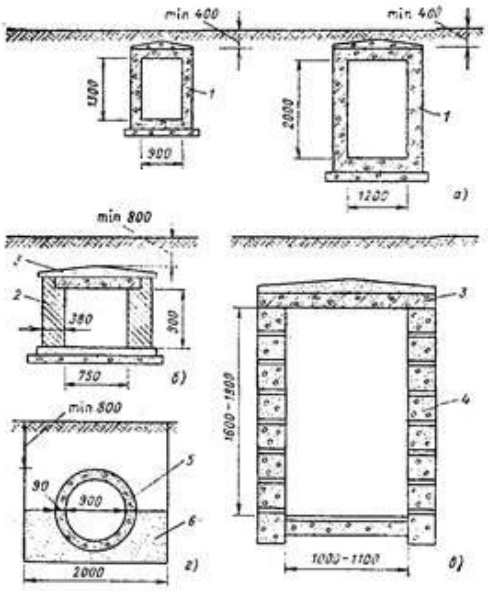


Рисунок 2.6 - Типи галерей аварійного виходу

а – виготовлена з монолітного залізобетону; б – побудована із цегли або бетону; в – повнопрохідна галерея; г – конструкція із збірних залізобетонних кілець. 1 – монолітний залізобетон; 2 – стіна з цегли або бетону; 3 – перекриття у вигляді плити; 4 – бетонні блоки; 5 – залізобетонне кільце; 6 – піщана подушка (для укриттів, облаштованих у підвалах і льохах малоповерхових будівель, розрахованих на 5–10 осіб, вхід може бути оформлений у вигляді звичайного люка).

В окремо розташованих укриттях допускається облаштування одного з входів, розташованого поза зоною можливих завалів, у якості аварійного виходу.

Для протирадіаційних укриттів (ПРУ) кількість та розміри входів визначаються аналогічно до сховищ, залежно від місткості, але має бути не менше двох входів із шириною 0,8 м кожен. Виняток становлять укриття, розраховані на місткість до 50 осіб: для них допускається облаштування одного входу та аварійного виходу через люк розміром 0,6×0,8 м із вертикальними сходами.

2.3 Захисні огороджувальні конструкції

Захисні конструкції сховищ та укриттів включають стіни, підлогу, перекриття, а також герметичні та захисно-герметичні двері та ставні. Їх основне завдання — витримувати надлишковий тиск від ударної хвилі, захищати від світлового випромінювання, проникаючої радіації, високих температур у разі пожеж, а також перешкоджати проникненню в приміщення радіоактивного пилу, хімічних отруйних речовин та бактеріальних агентів. Окрім цього, огороджувальні конструкції мають забезпечувати стабільний температурно-вологісний режим у приміщенні, запобігаючи замерзанню взимку та перегріву влітку, а також захищати від впливу поверхневих і ґрунтових вод.

Герметичність цих конструкцій досягається за рахунок використання щільних матеріалів і ретельного герметизації місць стикування дверей, люків, ставень, а також проходів для труб і кабелів через стіни.

Будівництво укриттів здебільшого здійснюється з монолітного чи збірно-монолітного залізобетону, хоча іноді використовуються цегла та інші кам'яні матеріали. Вибір матеріалів і конструкції залежить від необхідного рівня захисту, місцевих умов та економічних міркувань.

У вбудованих укриттях часто застосовують комбіновані конструкції: стіни можуть бути з цегли, бетонних блоків або збірних залізобетонних елементів, а перекриття переважно складаються з залізобетонних плит, на яких укладають монолітний бетон для підвищення їх міцності і посилення захисту від проникаючої радіації.

Для сучасних укриттів характерна конструкція із збірно-монолітного залізобетону. Якщо потрібно підвищити теплоізоляційні характеристики перекриттів, на залізобетонні плити укладають ізоляційний шар з таких матеріалів, як азбестові плити, шлакобетон, керамзит або пісок.

Укриття, що розташовані окремо, будуються переважно з монолітного або збірно-монолітного залізобетону. Ефективні також конструкції рамного чи коробчатого типу, а також купольні й арочні конструкції, що дозволяють зменшити товщину стін. Проте складність виготовлення таких конструкцій та їх монтажу обмежує їх широке використання.

Стіни та підлога вбудованих укриттів повинні мати надійну гідроізоляцію для захисту від ґрунтових і поверхневих вод. Окремо розташовані споруди потребують також гідроізоляції перекриттів та організації водовідведення. Для запобігання проникненню капілярної вологи чи поверхневих вод стіни покривають шарами гарячого бітуму, а на підлогу укладають гідроізоляційні матеріали.

У разі підвищеного рівня ґрунтових вод застосовують дренаж або обклеювальну гідроізоляцію, піднімаючи її на 0,5 м вище розрахункового рівня води. Для підлоги використовують два шари гідроізоляції на мастиці, які зверху покривають плитою протитиску для врівноваження тиску ґрунтових вод.

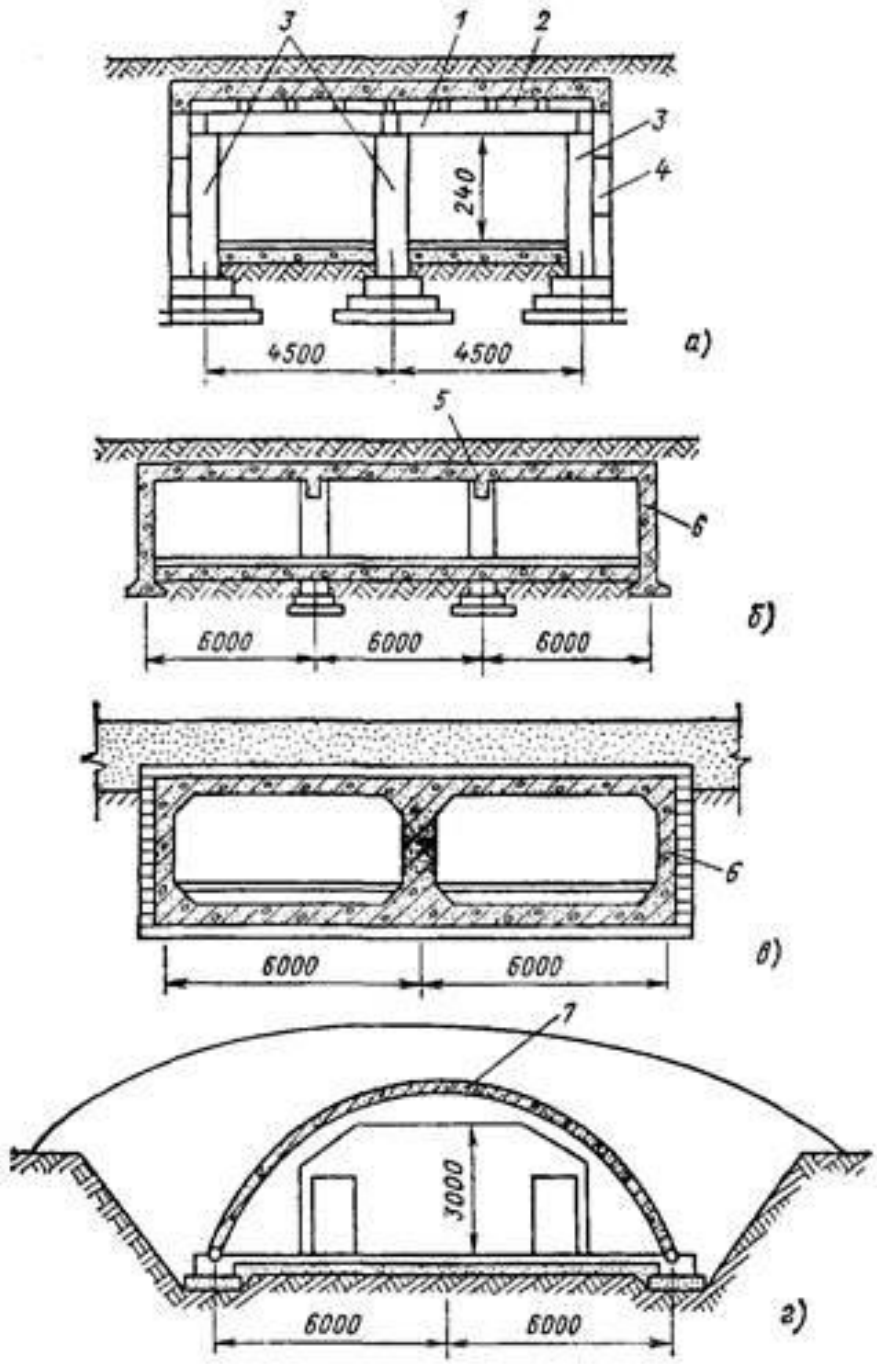


Рисунок 2.7 - Конструктивні схеми захисних споруд

а – стіни та колони виконані зі збірного залізобетону, перекриття є збірно-монолітним; б – стіни й перекриття виготовлені з монолітного залізобетону, колони – зі збірного; в – конструкція повністю з монолітного залізобетону; г – арочна конструкція. 1 – ригель зі збірного залізобетону; 2 – перекриття збірно-монолітного типу; 3 – колони із збірного залізобетону; 4 – панелі або блоки стінові; 5 – плита з монолітного залізобетону; 6 – стіни з монолітного залізобетону; 7 – залізобетонна арка.

У минулому для гідроізоляції захисних конструкцій переважно використовували бітум і руберойд. Згодом з’явилися нові гідроізоляційні матеріали, серед яких набули популярності різноманітні види пластмас.

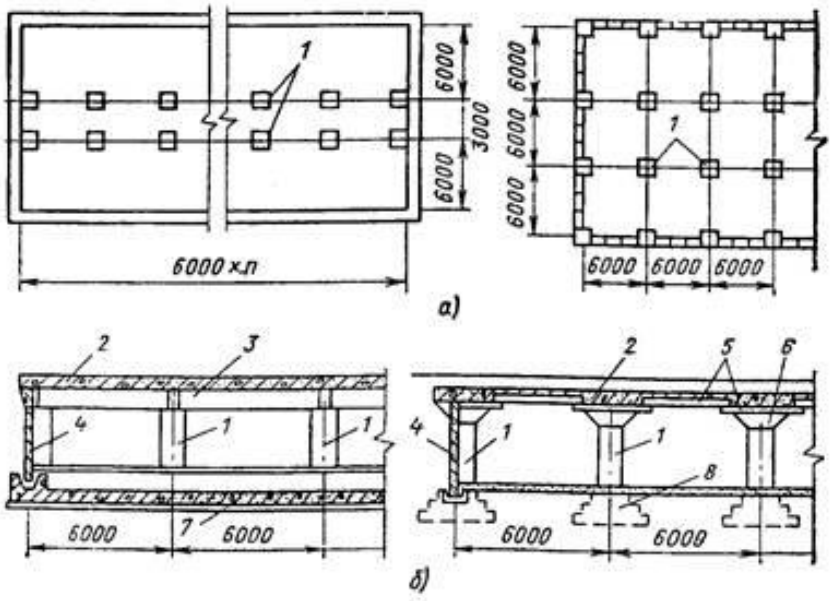


Рисунок 2.8 - Схеми конструкцій укриттів із збірних залізобетонних елементів серій У-01-01 та У-01-02

а - з конструкцій У-01-01 (для водонасичених ґрунтів); б - з конструкцій У-01-02 (для сухих ґрунтів); 1 – колона; 2 – шар монолітного залізобетону; 3 – ригель; 4 – стінова панель; 5 – збірні залізобетонні плити; 6 – збірна залізобетонна капітель; 7 – фундаментна плита з монолітного залізобетону;8 - фундамент колон.

Наразі найбільш розповсюдженими є три основні види гідроізоляційних технологій: обклеювальна, проникна та плагова.

Обклеювальна технологія використовується для зовнішньої гідроізоляції стін та фундаментних плит під час виконання нульового циклу будівництва, а також для гідроізоляції міжповерхових перекриттів і санвузлів. Сучасні вітчизняні полімерно-бітумні рулонні матеріали, незважаючи на їх відносно низьку вартість, часто перевершують європейські аналоги за якістю компонентів.

При виконанні нульового циклу гідроізоляцію спочатку укладають під нижні фундаментні блоки на стрічкову опору або фундаментну плиту. Потім з'єднують зовнішній вертикальний (стіновий) та внутрішній горизонтальний (фундаментний) елементи гідроізоляції. В результаті утворюється своєрідний "непромокаючий мішок", що надійно закриває стіни підвалу.



а



б



в

Рисунок 2.9 - Конструкції швидкоспоруджуваних захисних споруд

а – модульні;

б – із збірного залізобетонна;

в – тентові (пневмокаркасні)

Сьогодні широко застосовуються три основні види гідроізоляційних технологій: обклеювальна, проникна та плагова.

Проникна (або пенетраційна) технологія вирізняється простотою виконання. Спеціальний саморозширювальний склад проникає вглиб бетону, заповнюючи всі пори та мікротріщини. Її головною перевагою є можливість ізоляції не лише зовнішніх, але й внутрішніх поверхонь, що особливо актуально при виявленні протікань у вже збудованих спорудах. Водночас ця технологія має недолік: у разі появи тріщин або зміщення фундаментних плит через коливання ґрунту чи природне осідання будівлі гідроізоляція може втратити герметичність. Проте, для нових будівель вона забезпечує тривалий термін захисту — не менше 50 років.

Плагова гідроізоляція є однією з найефективніших. Плаги — це спеціальні елементи, що саморозширюються, на основі акрилового наповнювача. Вони заповнюють шви й стики, утворюючи надзвичайно міцне покриття зі здатністю витримувати тиск до 16 атмосфер (що відповідає міцності цементного розчину марки 600). Під час нанесення плаги потребують рясного зволоження для активізації акрилового наповнювача. Ця технологія дозволяє герметично закривати отвори, усувати вологі стіни й не залежить від зрушень фундаменту чи усадки будівлі. Крім того, плаги економічні, адже їх можна використовувати для поетапної або часткової гідроізоляції, обробляючи лише найбільш уразливі ділянки.

На етапі нульового циклу будівництва проводять зовнішню гідроізоляцію стін і підлогових основ підвалу. Захисне покриття підводять під нижній фундаментний блок, забезпечуючи з'єднання зовнішньої вертикальної та внутрішньої горизонтальної гідроізоляції. Якщо це не зробити, уникнути протікань можна лише за допомогою комплексної внутрішньої ізоляції фундаментів, що потребує врахування сумісності матеріалів і технологій.

Внутрішня гідроізоляція може виконуватись плаговою, пенетраційною або комбінованою технологіями, наприклад, з рулонними матеріалами для підлоги та плагами для стін.

Часто гідроізоляційні системи поєднують із дренажними системами для відведення ґрунтових вод. Такі системи є складними інженерними спорудами, які потребують ретельного дослідження та проєктування для кожного конкретного випадку.

Ці технології також ефективно використовуються для усунення протікань під час експлуатації захисних споруд.

При розміщенні протирадіаційних укриттів (ПРУ) у підвальних і цокольних поверхах додаткового зміцнення захисних конструкцій для захисту від випромінювання може потребувати лише та частина стін, що виступає над рівнем землі, або ділянки з отворами. Отвори, окрім входів, мають бути підготовлені для закладення під час переведення споруди в режим укриття. Матеріали для закладення — ґрунт, цегла чи бетон — повинні відповідати основним конструкціям за рівнем захисту від гамма-випромінювання. Висота закладення має запобігати прямому опроміненню та перевищувати висоту верхнього ярусу нар на 20 см (1,7 м для двоярусних нар, 2,4 м для триярусних).

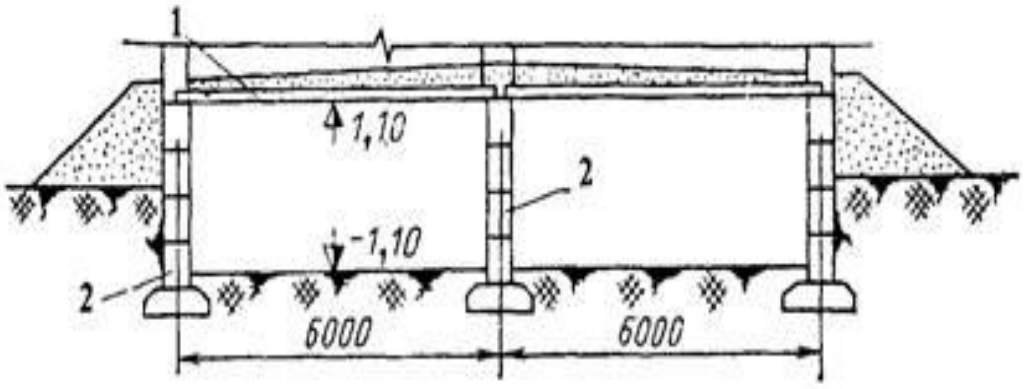


Рисунок 2.10 - Конструктивна схема ПРУ з підсиленим захистом стін від випромінювань

1 – залізобетонні плити перекриття; 2 - бетонні блоки

При розміщенні протирадіаційних укриттів (ПРУ) на перших поверхах будівель захисні властивості стін підсилюють за допомогою екранів із каменю, цегли або ґрунту, а також закладенням отворів і обсипанням перекриття. Якщо обсипання виконати неможливо, отвори закладають над верхнім поверхом. У багатоповерхових будівлях перекриття над укриттям можуть значно зменшити рівень радіоактивного випромінювання до безпечних значень. Для захисту входу до укриття встановлюють стінки-екрани або облаштовують вхід із поворотом на 90°.

Якщо ПРУ розташоване в зоні дії ударної хвилі, додатково зміцнюють споруду для протидії надлишковому тиску. При цьому враховують можливість проникнення ударної хвилі всередину приміщення. У таких укриттях встановлюють звичайні двері, які в режимі укриття залишають відкритими, а після проходження ударної хвилі зачиняють, щоб запобігти потраплянню радіоактивних опадів.

2.4 Пристрої для захисту вхідних отворів

У сховищах використовуються різні типи спеціалізованих захисних пристроїв для вхідних прорізів, таких як двері, ставні та ворота (рис. 2.11–2.15). Існує широка номенклатура цих пристроїв, яка дозволяє забезпечити необхідний рівень захисту залежно від функціонального призначення та характеристик споруди.

Захисні пристрої класифікуються на три основні типи:

- **Захисні** – забезпечують захист від дії ударної хвилі.
- **Захисно-герметичні** – поєднують функції захисту від ударної хвилі та герметизації.
- **Герметичні** – створюють виключно герметичність.

Ці пристрої виготовляються на заводах із металу або в комбінації металу з бетоном (шарова конструкція). Усі вони мають схожу конструкцію, що включає дверну коробку (або раму), дверне полотно та запірні механізми.

Деякі моделі можуть оснащуватися сигнальними пристроями, які попереджають про відкриття дверей або недостатнє прилягання полотна.

Дверне полотно кріпиться до коробки за допомогою міцних металевих петель і може бути плоским або криволінійним (наприклад, сферичним). Для забезпечення стійкості до надлишкового тиску ударної хвилі двері оснащуються металевими рамами з ребрами жорсткості. По периметру коробки або полотна встановлюється гумове ущільнення для забезпечення герметичності.

Запірні механізми зазвичай розташовані на дверному полотні. Вони можуть бути у формі ручок із клиновими, сегментними або гвинтовими замками, які закриваються вручну. Основними недоліками таких механізмів є потреба у фізичних зусиллях (від 2 до 3 осіб для масивних дверей) та значна тривалість закриття. Для полегшення експлуатації деякі моделі дверей, ставень і воріт оснащуються механізмами задраювання з ручним або електричним приводом, які дозволяють одним рухом закрити всі замки. Однак такі механізми потребують регулярного технічного обслуговування.

Типи пристроїв:

1. Одностулкові двері та ставні – зазвичай використовуються для невеликих отворів, аварійних виходів або технологічних прорізів (рис. 2.11).

2. Захисно-герметичні двері – оснащуються механізмом задраювання зі штурвалом для зручності експлуатації (рис. 2.12).

3. Ворота – застосовуються у сховищах, що використовуються як гаражі, або для великих технологічних прорізів. Вони можуть бути одно- або двостулковими, а також відкатними. Ворота зазвичай підвішуються на роликових опорах і закриваються вручну чи за допомогою електропривода.

Основні технічні характеристики дверей, ставень і воріт заводського виготовлення, що встановлюються у сховищах, наведені нижче.

Таблиця 2.1 - Технічні дані металевих ставней, дверей та воріт

Марка	Габаритні розміри отвору, мм		Маса, кг
	Ширина	Висота	
Ставень			
СУ-І-1	800	800	240
СУ-ІІ-1	800	800	186,4
СУ-ІІІ-1	800	800	60
СУ-ІІІ-2	800	800	160
СУ-ІV-1	800	800	84,3
Двері			
ДУ-І-1	1200	2000	696
ДУ-ІІ-1	800	1800	377
ДУ-ІІІ-1	800	1800	299
ДУ-ІV-1	800	1800	154
ДУ-ІІІ-3	800	1800	310
ДУ-ІІІ-2	1200	2000	461
ДУ-ІV-3	800	1800	287
ДУ-ІV-2	1200	2000	403
ДУ-І-2	1200	2000	520
ДУ-І-3	800	1800	386
ДУ-ІІІ-5	1200	2000	680
ДУ-ІІІ-6	800	1800	420
ДУ-І-7	800	1800	950
Двері відкатні			
ДУ-ІV-4	1800	2400	3100
Ворота розпашні одностулкові			
ВУ-І-1	2200	2400	3051
ВУ-ІІ-1	2200	2400	2626

Марка	Габаритні розміри отвору, мм		Маса, кг
	Ширина	Висота	
ВУ-III-1	2200	2400	1930
Ворота розстібні двостулкові			
ВУ-I-2	3000	2400	4261
ВУ-II-2	3000	2400	3660
ВУ-III-2	3000	2400	2776

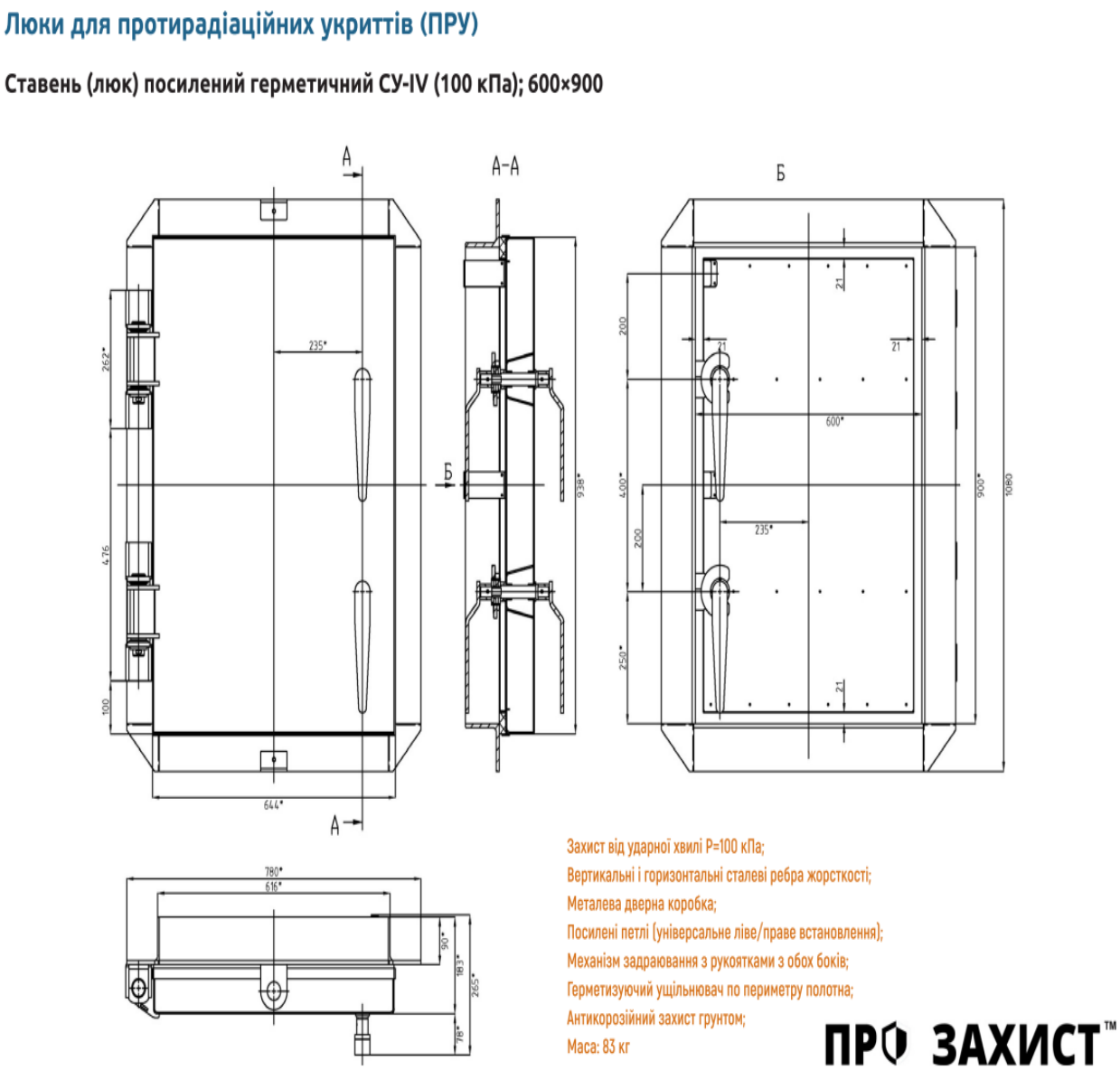


Рисунок 2.11 – Герметичий ставень

Двері для сховищ цивільного захисту

Двері захисно-герметичні ДУ-І (900 кПа); 800×1800

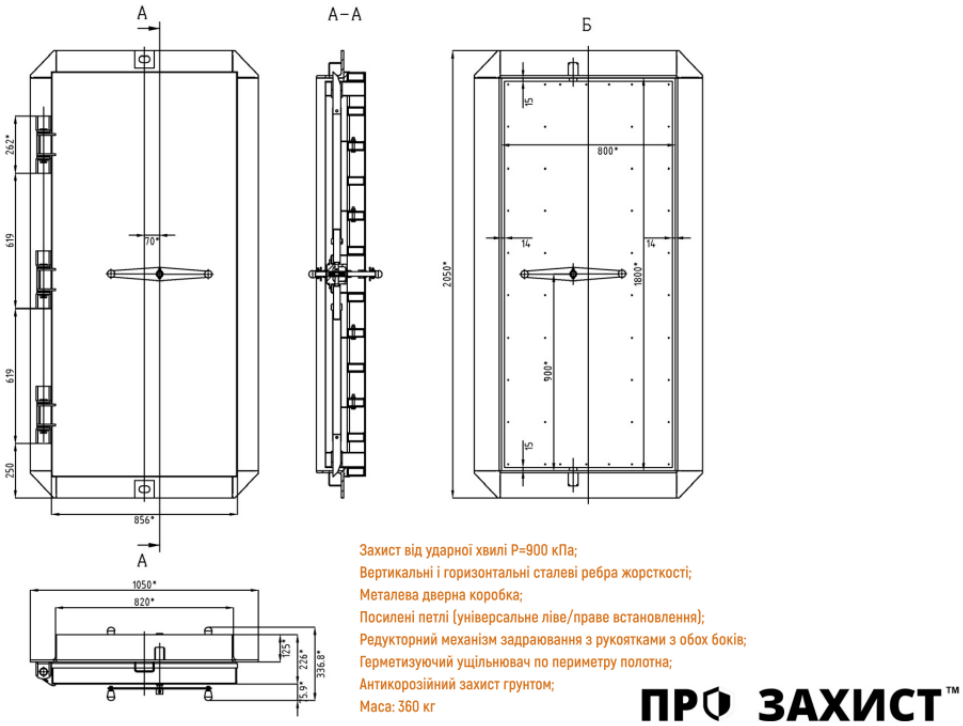


Рисунок 2.12 – Креслення захисно-герметичних дверей



Рисунок 2.13 - Захисно-герметичні двері

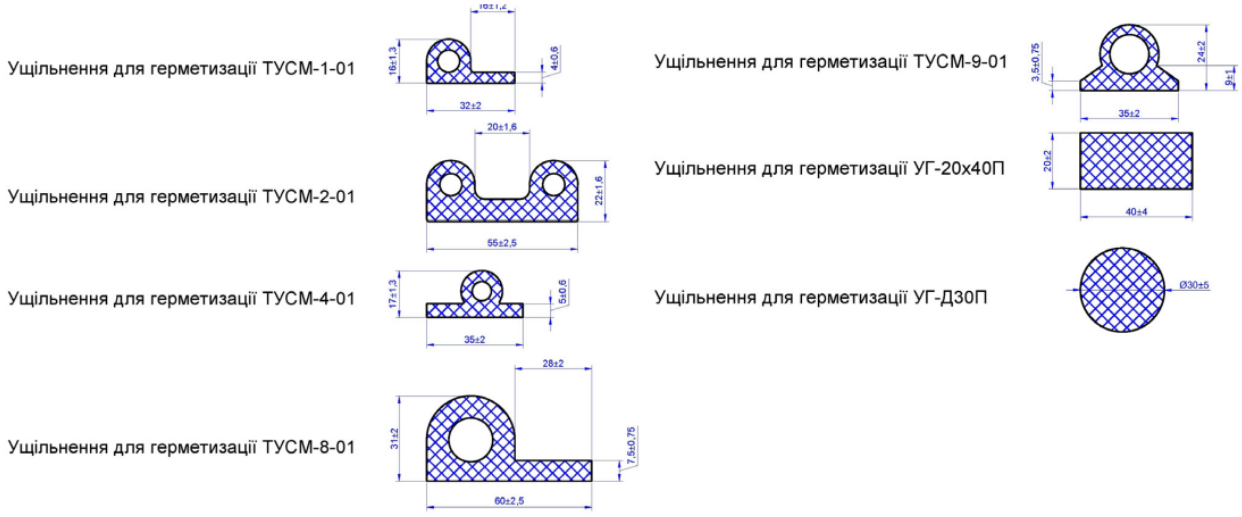


Рисунок 2.14 – Види гумових ущільнень, які застосовуються для захисних, захисно-герметичних та герметичних дверей і ставень.

2.5 Система забезпечення повітрям

Система повітропостачання має забезпечувати людей у захисній споруді (ЗС) необхідним обсягом повітря з оптимальними параметрами температури, вологості та складу газів.

Основним джерелом повітря є зовнішнє середовище, з якого воно надходить після попереднього очищення. Система виконує функцію не лише подачі повітря, але й захищає від проникнення радіоактивного пилу, отруйних речовин, бактеріологічних агентів, диму та чадного газу під час пожеж.

Залежно від конкретних умов експлуатації, до системи можуть бути додані спеціальні пристрої, що регулюють параметри повітря: підігрів, охолодження, осушення або зволоження. Загалом система повітропостачання працює у двох основних режимах: чистої вентиляції (режим 1) та фільтровентиляції (режим 2). У випадках, коли укриття розташоване у зоні можливого впливу отруйних речовин чи пожеж, передбачається додатковий режим ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря (режим 3).

- У режимі чистої вентиляції зовнішнє повітря проходить лише очищення від пилу.
- У режимі фільтровентиляції повітря додатково очищується через спеціальні фільтри-поглиначі, що видаляють токсичні речовини та біологічні забруднення.

Система включає:

- повітрозабірні пристрої;
- протипилові фільтри;
- фільтри-поглиначі;
- вентилятори;
- розвідну мережу трубопроводів;
- повітрорегулятори та захисні пристрої;
- при необхідності — регенератори, теплоємні фільтри (повітроохолоджувачі) та системи очищення повітря від чадного газу.

Повітрозабори для режиму чистої вентиляції зазвичай розташовують поряд із аварійними виходами. Додатковий повітрозабір для фільтровентиляції може бути прокладений окремо. Усі повітрозабірні пристрої оснащуються противибуховими елементами для захисту від впливу ударної хвилі.

Повітропроводи, що ведуть до укриття, виготовляються зі сталевих зварних труб або з будівельних матеріалів, розрахованих на вплив ударної хвилі. Для запобігання проникненню забрудненого повітря, повітрозабори слід розміщувати не ближче ніж за 10 метрів від вихлопних труб та вентиляційних каналів.

Щоб уникнути руйнування вентиляційного обладнання та захистити людей від впливу ударної хвилі, на повітрозабірних і витяжних каналах встановлюються противибухові пристрої, а також розширювальні камери.

Раніше для гасіння ударної хвилі використовували гравійні хвилегасники. Вони складалися з шару гравію товщиною 80 см, розміщеного на решітці. Проте їх ефективність виявилася недостатньою, і сьогодні такі

пристрої замінюють сучасними противибуховими секціями пластинчастого типу, такими як малогабаритна захисна секція (МЗС) або уніфікована захисна секція (УЗС).

Противибухові секції являють собою металеві решітки із жалюзійними пластинами, які під дією ударної хвилі щільно закривають отвори, а після її спаду повертаються до початкового положення. Їх кількість розраховують залежно від обсягу повітря, що подається в укриття. Для додаткового захисту за цими пристроями встановлюють розширювальні камери, які згладжують залишковий вплив ударної хвилі.



а б в

Рисунок 2.15 - Противибухові пристрої пластинчастого типу
а – секція МЗС; 2 – пристрій МЗС; 3 – секція УЗС-1

У сховищах зі спрощеним обладнанням зазвичай встановлюють простіші противибухові пристрої. Захисні спрощені секції розміщують на повітрозабірних каналах при чистій вентиляції або в лазі аварійного виходу. Такі пристрої також встановлюють на витяжних вентиляційних каналах та каналах припливної вентиляції. Дефлекторні захисні пристрої можуть бути виготовлені без фланцевих з'єднань і встановлені як на повітрозабірних, так і на витяжних каналах.

Противибухові пристрої повинні бути розташовані в приміщеннях з позитивною температурою повітря.

Очищення зараженого повітря відбувається в протипилових фільтрах, які монтуються по лінії герметизації. Для очищення від пилу використовують масляні протипилові фільтри ФЯР. Фільтровий осередок таких фільтрів має каркас розміру 510х510х80 мм, всередині якого встановлені пакети з металевих сіток, просочених олією або мастилом. Пил, що міститься в повітрі, прилипає до масляної плівки в фільтрі. Витрата повітря одного осередку масляного фільтра складає 1500 м³/год з аеродинамічним опором 30–80 Па, а пиломісткість фільтра — близько 0,5 кг.

В укриттях старої конструкції осередок масляного фільтра іноді вставляли в металеву рамку ставня, яка монтувалася в галереї аварійного виходу. Між каркасом фільтра та рамкою ставня повинно бути гумове ущільнення для герметизації.

Для установки в інших місцях фільтр має металеву обойму або раму. У сучасних укриттях кілька осередків масляного фільтра часто встановлюють в одну металеву раму.

Для очищення повітря від пилу при фільтровентиляції використовують також передфільтри ПФП-1000, з витратою повітря 1000 м³/год та опором трохи більше 250 Па.

Остаточне очищення повітря від пилу відбувається в фільтрах-поглиначах. Для забезпечення повітропостачання у сховищах використовуються фільтровентиляційні комплекти ФВК-1 та ФВК-2, які встановлюють у фільтровентиляційній камері.

Комплекти ФВК-1 застосовують у сховищах з чистою вентиляцією та фільтровентиляцією. Вони включають два передфільтри ПФП-1000, три фільтри поглиначі ФПУ-200, два електроручні вентилятори ЕРВ 600/300, герметичні клапани, дросель-клапани та тягонапоромер ТНЖ-Н.



Рисунок 2.16 - Передфільтр ПФП-1000

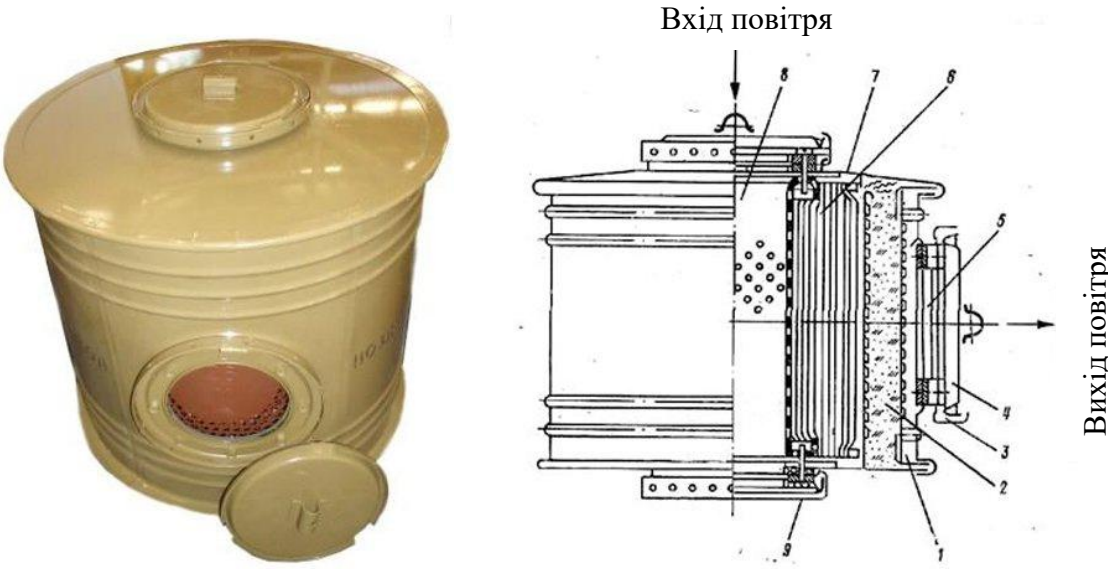


Рисунок 2.17 - Фільтр-поглинач ФПУ-200

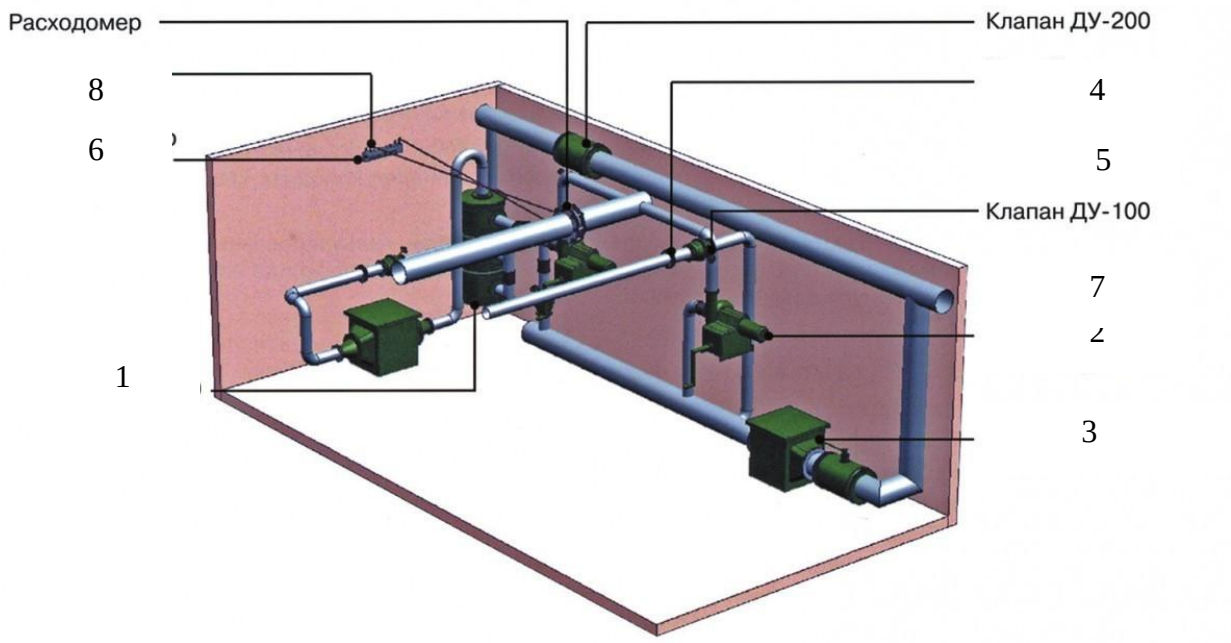


Рисунок 2.18 - Фільтровентиляційний комплект ФВК-1:

1 – фільтр-поглинач ФПУ-200; 2 – вентилятор ЕРВ 500/300; 3 – передфільтр ПФП-1000; 4 – клапан діаметром 200 мм (ДУ-200); 5 – повітропровід; 6 – тягонапоромір; 7 – клапан діаметром 100 мм (ДУ-100); 8 – індикатор витрати повітря;9 – трубопровід.

Фільтровентиляційні комплекти ФВК-2 призначені для сховищ, де необхідні чиста вентиляція, фільтровентиляція та повна ізоляція з регенерацією повітря. Склад комплексу ФВК-2 ідентичний складу ФВК-1, але додатково включає регенеративну установку РУ-150/6 та фільтр ФГ-70 або РП.

Для роботи фільтра ФГ-70 необхідно встановити електронагрівач та охолоджувачі повітря, які не входять до комплекту ФВК-2, тому їх виготовляють окремо за спеціальними кресленнями або замовляють додатково. Один комплект ФВК-1 або ФВК-2 забезпечує роботу для 150 осіб.

У сховищах старої конструкції використовують фільтровентиляційні агрегати ФВА-49 (рис. 2.19), які досі застосовуються. Вони включають фільтри-поглиначі ФП-100, ФП-100у або ФПУ-200, електроручний вентилятор ЕРВ-49 і витратомір повітря.

Фільтр ФГ-70 (або РП) використовується для очищення повітря (70 м³/год) від окису вуглецю. Він встановлюється в повітряному потоці після електронагрівача. Після очищення окису вуглецю повітря охолоджується в теплообмінниках (теплоємних фільтрах). Фільтр ФГ-70 та теплообмінники розміщуються в окремій камері, яка ізольована від інших приміщень.

Регенеративна установка РУ-150/6 призначена для регенерації повітря в укриттях, забезпечуючи його очищення від кисню та двоокису вуглецю. Вона складається з шести регенеративних патронів, встановлених на металевій рамі та з'єднаних повітропроводами. Вхідний повітропровід оснащений покажчиком витрати повітря, а вихідний має клапани, що спрямовують потік через регенеративні патрони та пиловловлювач. Вихідний патрубок після пиловловлювача з'єднаний з охолоджувачем повітря, що підключений до вентилятора.



Рисунок 2.19 - Фільтровентиляційний агрегат ФВА-49

Регенеративна установка працює таким чином, що повітря засмоктується з приміщення або іноді з фільтровентиляційної камери та проходить через регенеративні патрони. Очищене повітря подається вентилятором через систему повітророзподілу в різні відсіки притулку. Це забезпечує процеси регенерації та рециркуляції повітря.

Регенеративна установка РУ може бути встановлена окремо або входити до складу фільтровентиляційного комплекту ФВК-2 (рис. 2.20).



Рисунок 2.20 - Регенеративна установка

У деяких сховищах використовуються регенеративні патрони РП-100. Регенеративний патрон являє собою металевий циліндричний корпус, всередині якого міститься шар хімічного поглинача вуглекислого газу (CO2). Принцип роботи регенеративних патронів полягає в тому, що певні хімічні сполуки (наприклад, гідрат окису кальцію Ca(OH)2) вступають у хімічну

реакцію з вуглекислим газом, тим самим знижуючи його концентрацію в повітрі. Реакція між Ca(OH)2 і вуглекислотою супроводжується утворенням водяної пари (H2O) і виділенням тепла (Q):

$$Ca(OH)_2 + CO_2 > CaCO_3 + H_2O + Q.$$

Хімічний поглинач зазвичай являє собою тверду порошкоподібну речовину, що містить Ca(OH)2 та інші компоненти. У цьому випадку, після того як повітря проходить через поглинач РП, нормальний вміст кисню відновлюється шляхом додавання кисню з балонів зі стисненим газом. Стандартний балон А-40 містить 6 м³ кисню при нормальному тиску. Дозування кисню здійснюється за допомогою редукторів і дюз на вихідних штуцерах (калібрування отворів).

Очищене повітря повинно рівномірно розподілятися по всіх приміщеннях через систему повітропроводів, пропорційно чисельності людей, що знаходяться в цих приміщеннях. Повітропроводи зазвичай виготовляються з оцинкованого заліза. Відпрацьоване повітря виводиться через витяжні канали, захищені противибуховими пристроями. У разі невеликої кількості видаляємого повітря для цієї мети використовується клапан надлишкового тиску (КІД), який складається з металевого диска з гумовим ущільненням, що з'єднаний важелем і шарніром з металевим корпусом, встановленим у витяжному каналі. Під тиском ударної хвилі диск щільно закриває отвір, через який йде відпрацьоване повітря. Витяжні канали обладнуються герметичними та регулюючими клапанами.

Для перемикання системи повітропостачання з одного режиму на інший та для відключення вентиляції на повітроводах встановлюються герметичні клапани з ручним або електричним приводом. Промисловість випускає герметичні клапани різних діаметрів — від 100 мм до 400 мм і більше. Герметичні клапани з електроприводом можуть бути встановлені лише в укриттях, які мають аварійне джерело електроживлення.

У приміщеннях з регенерацією повітря вентиляція може бути природною або з механічним спонуканням. Механічне спонукання

застосовується в підвальних приміщеннях ПРУ, місткістю понад 50 осіб, а також в сховищах на перших і цокольних поверхах, де неможливо забезпечити природну вентиляцію. Кількість повітря, що подається в укриття, залежить від температури зовнішнього повітря і варіюється від 8 м³/год на особу (при температурі менше 30°С) до 13 м³/год на особу (при температурі понад 30°С). У медичних закладах кількість повітря збільшується на 1,5 рази.

У разі припинення подачі електроенергії при вентиляції з механічним спонуканням передбачається природна вентиляція або використання електричних вентиляторів (ЕРВ) з розрахунку 3 м³/год на особу.

За відсутності фільтровентиляційних установок промислового виробництва в ШПРУ та ПРУ можуть застосовуватися прості засоби повітропостачання, виготовлені з підручних матеріалів. Як фільтри-поглиначі можна використовувати пісок, щебінь, дроблений шлак тощо. Для подачі повітря застосовуються міхмішки з клейонки або прогумованої тканини, прості відцентрові вентилятори з механічним приводом та інші пристрої. Проста фільтровентиляційна установка може бути виготовлена з дерев'яних коробів, хутра та фільтру. Фільтр встановлюється в котловані або вільному приміщенні біля притулку. Дерев'яні короби для подачі повітря виготовляються з сухих дощок. Міхмішок встановлюється в захисній споруді та приводиться в дію вручну.

В укриттях з автономним електроживленням використовуються фільтри-поглиначі ФП-300 (200), ФП-300-1 та ФПУ-200 для очищення атмосферного повітря від отруйних речовин, радіоактивного пилу, бактеріальних аерозолів, а також отруйних і нейтральних димів. ФП-300-1 також забезпечує захист від радіонуклідів йоду та його органічних сполук.

Фільтри-поглиначі ФП-300 збираються за допомогою кутових патрубків, трійників, муфт і хомутів, формуючи колонку, яка приєднується до повітроводів. Кількість колонок залежить від потреб у

повітрозабезпеченні. Повітря в колонку може подаватися як згори, так і знизу залежно від підключення до вентиляційної системи.

Фільтри ФП-300 працюють під розрядженням або під тиском. Під розрядженням установки розміщуються всередині укриття, а під тиском — поза ним. Під час монтажу двох або трьох фільтрів важливо, щоб різниця в опорі між ними не перевищувала 10 мм водяного стовпа.

Фільтри ФПУ-200 розраховані на витрату повітря 100-300 м³/год, їх можна використовувати при температурі від -50 до +50°С та відносній вологості до 95%, не допускаючи проникнення краплинної вологи. Фільтри мають гарантійний термін зберігання на складі 10 років, а при монтажу у сховищі в законсервованому стані — 10 років для ФПУ-200 і 8 років для ФП-300.

2.6 Гігієнічні та технічні прилади та обладнання

Опалення укриттів здійснюється через підключення до опалювальної мережі будівлі. Водопостачання організовується через підключення до зовнішньої водопровідної мережі, а каналізація виводиться до зовнішньої каналізаційної системи або з'єднується з нею через станцію перекачування. Електропостачання великих сховищ забезпечується постійно від міських мереж, а аварійне — від власної дизельної електростанції. Для освітлення використовують освітлювальну арматуру з урахуванням умов мирного часу.

Запірні вентилі та засувки встановлюються на входах труб санітарно-технічних пристроїв для відключення трубопроводів у разі аварій чи пошкоджень. Ці пристрої розміщуються всередині укриття для зручності використання без виходу з приміщення. Засувка каналізації встановлюється в санвузлі.

У сучасних сховищах не допускається прокладання транзитних комунікацій. Для старих укриттів прокладання водопроводу та опалення в транзитних лініях було дозволено. У разі пошкодження зовнішнього

водопроводу, система внутрішнього водопостачання повинна бути обладнана баками для аварійного запасу води.

У кожному укритті має бути встановлений телефон і радіотрансляційні точки. Споруда повинна бути оснащена необхідним інвентарем, включаючи шанцевий інструмент і засоби аварійного освітлення.

Внутрішнє обладнання БВУ та БВПРУ складається з найпростіших засобів для забезпечення повітропостачання, водопостачання, каналізації, освітлення та зв'язку. У режимі укриття людей опалення зазвичай вимикається, оскільки тепловиділення від людей значно перевищує тепловтрати приміщення, навіть у морозні дні. Водопостачання організується від внутрішньої або зовнішньої мережі з розрахунку 2 л/год та 25 л/добу на одну людину.

При наявності водопроводу воду заливають у переносні бачки, які використовуються як аварійне джерело водопостачання в разі потреби. Якщо водопровід відсутній, необхідно передбачити встановлення переносних бачків із розрахунку 2 л/добу на людину.

У будинках з каналізацією облаштовують промивні вбиральні з відведенням фекальних вод самопливом до зовнішньої мережі. У глибоко розташованих укриттях підлогу санвузлів може бути піднята, проте висота між підлогою та стелею повинна бути не менше 1,7 м. Для уникнення затоплення при засміченні зовнішньої каналізації повинні бути передбачені пристрої для відключення. Якщо необхідно, у ПРУ, як і в сховищах, передбачають станцію перекачування в системі каналізації.

2.7 Автономна електростанція

Дизельна електростанція (ДЕС) зазвичай розташована в захищених приміщеннях укриття, ізольованих від основних відсіків за допомогою тамбура з герметичними дверима. Рідше зустрічаються окремо розташовані дизельні електростанції, які можуть обслуговувати кілька близько

розташованих сховищ, артезіанські свердловини або забезпечувати електропостачання для аварійно-рятувальних робіт. Склад і розміри приміщень для дизельної електростанції залежать від потужності двигунів, типу обладнання, системи охолодження та обсягів палива.

Електростанція складається з двигуна внутрішнього згоряння, генератора та щита управління. Двигун і генератор встановлюються на загальній металевій рамі, на якій також розташовуються радіатори для охолодження водою та маслом. Запуск дизеля здійснюється від акумуляторних батарей або (рідше) від стисненого повітря в балонах чи компресорної установки. Дизельні агрегати оснащуються автоматичними системами зупинки у разі коротких замикань, перевантаження чи інших аварійних ситуацій.

Для охолодження дизельного агрегату використовується двоконтурна система, коли вода, що циркулює в першому контурі, охолоджується у водоохолоджувачі за допомогою води з артезіанської свердловини або резервуара, що складає другий контур. Охолодження також може здійснюватися за допомогою водяно-повітряної системи, коли вода першого контуру охолоджується в радіаторі, продуваємому повітрям.

Запас палива, необхідний для роботи дизеля, зберігається в паливному баку, який оснащений фільтром, покажчиком рівня палива та пристроями для заливки і перекачування палива з основних резервуарів. Подача палива до дизеля зазвичай здійснюється самопливом. Такі ж баки використовуються для зберігання мастила.

Приміщення ДЕС обладнане системою припливно-витяжної вентиляції для видалення тепла, що утворюється під час роботи дизель-генераторів. Вентиляція може здійснюватися через повітря, що надходить з укриття або ззовні, після його очищення від пилу. Для подачі зовнішнього повітря передбачений окремий повітрозабір, захищений від вибухів. У деяких випадках приплив повітря до приміщення ДЕС здійснюється за допомогою

витяжної системи, яка створює розрідження, використовуючи вентилятор та відповідні повітроводи.



Рисунок 2.24 – Стаціонарна дизельна електростанція

Зазвичай, повітря, що надходить до приміщення ДЕС з поверхні землі через припливний повітропровід, не очищується від отруйних речовин. Тому після заповнення укриття та запуску дизелів, обслуговуючий персонал повинен перебувати в інших приміщеннях, відокремлених від ДЕС.

Вихлопні гази, що утворюються під час роботи дизеля, виводяться за межі укриття через вихлопну трубу. Для періодичних перевірок роботи дизелів та іншого обладнання, а також для усунення несправностей, обслуговуючий персонал має використовувати захисний одяг і протигази. Після виходу із силового приміщення захисний одяг знімають у тамбурі.

У разі пожежі на ДЕС може потрапити гаряче та задимлене повітря, що ускладнює охолодження дизелів. Для таких випадків передбачено охолодження повітря, що подається з поверхні. Якщо є артезіанська свердловина, охолодження здійснюється в одно- або двоступінчастому

охолоджувачі. Якщо артезіанської свердловини немає, для охолодження можна використовувати гравійний теплоємний фільтр.

Дизельна електростанція може включатися на короткий час для тестування або під час переведення укриття в режим до використання та для навчань. Після випробувань ДЕС має бути поставлена на консервацію. У такому випадку обов'язково проводяться періодичні перевірки безпеки та стану обладнання. Час на розконсервацію та приведення ДЕС в готовність повинен бути мінімальним.

2.8 Висновки по розділу

1. Проведено аналіз конструкцій захисних споруд відповідно до встановлених державних стандартів та вимог.
2. Описано принципи роботи, а також конструктивні схеми взаємодії основних вузлів обладнання, що використовується для оснащення фонду захисних споруд цивільного захисту.
3. Наведено детальний опис інженерних систем укриттів і їх інтеграцію в єдину систему для забезпечення умов виживання в умовах надзвичайних ситуацій чи бойових дій.

РОЗДІЛ 3
РОЗРАХУНОК УКРИТТЯ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ У РАЗІ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ

3.1 Загальна характеристика системи водопостачання м. Запоріжжя

КП «Водоканал» знаходиться на території Заводського району м. Запоріжжя і використовує хімічно небезпечні речовини, зокрема хлор, для очищення води. У зв'язку з зношеністю виробничого обладнання та впливом людського чинника, зокрема бойових дій, виникає нагальна потреба в забезпеченні безпеки населення Заводського району у випадку аварії на підприємстві.

Для розрахунку укриття населення був розглянутий найбільш небезпечний сценарій надзвичайної ситуації на КП «Водоканал», а саме теракт, оскільки він передбачає викид небезпечної хімічної речовини (хлору) в повному обсязі за короткий проміжок часу.

КП «Водоканал» забезпечує питною водою близько 750 тисяч осіб міста Запоріжжя, а також Запорізький, Вільнянський та Новомиколаївський райони, а також близько 8.5 тисяч підприємств і організацій. Окрім цього, підприємство здійснює відведення та очищення побутових і частково виробничих скидів від промислових підприємств міста.

Система водопостачання включає дві водопровідні станції підготовки питної води: ДВС-1 (лівобережжя) і ДВС-2 (правобережжя), з проектною потужністю 518,3 тис. м³ та 149,0 тис. м³ на добу відповідно, які здійснюють забір та первинну обробку води з річки Дніпро. Подачу води до споживачів забезпечують 25 насосних станцій. Загальна довжина водопровідних мереж підприємства складає 2499 км, з яких 539 км – це мережі прилеглих населених пунктів, передані в довгострокову оренду.

Через тривалий термін експлуатації обладнання, запірна арматура, трубопроводи та інші компоненти зазнали значного зносу та стали морально і фізично застарілими. Вони є енергозатратними і потребують модернізації, реконструкції та заміни на нове, енергозберігаюче обладнання. Модернізація повинна бути зосереджена на об'єктах, що забезпечують надійну та стабільну роботу підприємства для постачання якісної питної води споживачам.

3.2 Характеристика небезпечних речовин

Хлор, хімічно небезпечна отруйна речовина, для очищення питної води. Об'єм хлору, що зберігається на підприємстві, становить 9.8 тонн. Хлор належить до високотоксичних речовин 2-го класу небезпеки і може створювати серйозну загрозу в разі аварії на виробництві через свої фізичні та хімічні властивості.

Хлор — це хімічний елемент VII групи періодичної системи, з атомним номером 17 та атомною масою 35,453. Відомий як сильний отруйний газ жовто-зеленого кольору, він є важчим за повітря в 2,43 рази і має різкий запах. Хлор активно реагує з металами і неметалами (за винятком вуглецю, азоту, кисню та інертних газів), утворюючи хлориди, а також з'єднується з багатьма сполуками. Зокрема, він здатен витісняти бром та йод із їхніх сполук з воднем і металами, а з хлоридів цих елементів його може витіснити лише фтор.

У хлорній промисловості хлор переробляється на сполуки безпосередньо на місці виробництва. Для зберігання та транспортування хлор використовують у рідкому вигляді в балонах, бочках, залізничних цистернах або спеціальних судинах.

Отруєння хлором можуть траплятися в хімічній, целюлозно-паперовій, текстильній та фармацевтичній промисловості. Хлор дратує слизові оболонки очей і дихальних шляхів, що може призводити до первинних запальних змін, а згодом і до вторинної інфекції. Гостре отруєння

проявляється майже миттєво і характеризується болем у грудях, сухим кашлем, прискореним диханням, різзю в очах, сльозотечею, підвищенням кількості лейкоцитів у крові та підвищенням температури. Виявляються також бронхопневмонія, токсичний набряк легенів та депресивні стани. Легкі випадки можуть пройти через 4-8 днів, а віддалені наслідки включають запалення верхніх дихальних шляхів, хронічний бронхіт, пневмосклероз та можливу активацію туберкульозу легень. У разі тривалого вдихання невеликих концентрацій хлору розвиваються аналогічні, але менш гострі симптоми.

Профілактика отруєнь включає герметизацію виробництв та обладнання, ефективну вентиляцію приміщень, а також використання протигазів за необхідності. Гранично допустима концентрація хлору у повітрі приміщень становить 1 мг/м³. Виробництво хлору та сполук, що його містять, є шкідливим для здоров’я працівників через небезпечні умови праці.

3.3 Визначення зони ураження хлором внаслідок ракетного обстрілу

Розрахунок здійснено за методикою z0440-20 «Прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об’єктах і транспорті» [7].

Оцінка та прогнозування наслідків аварій включає визначення:

- масштабу хімічного забруднення;
- рівня небезпеки хімічного забруднення;
- тривалості хімічного забруднення.

Основні показники для визначення масштабу хімічного забруднення:

- радіус RA (км) та площа SA (км^2) зони аварії;
- глибина Г1 (км) та площа S1 (км^2) поширення первинної хмари НХР;

- глибина Г2 (км) та площа S2 (км2) поширення вторинної хмари НХР.

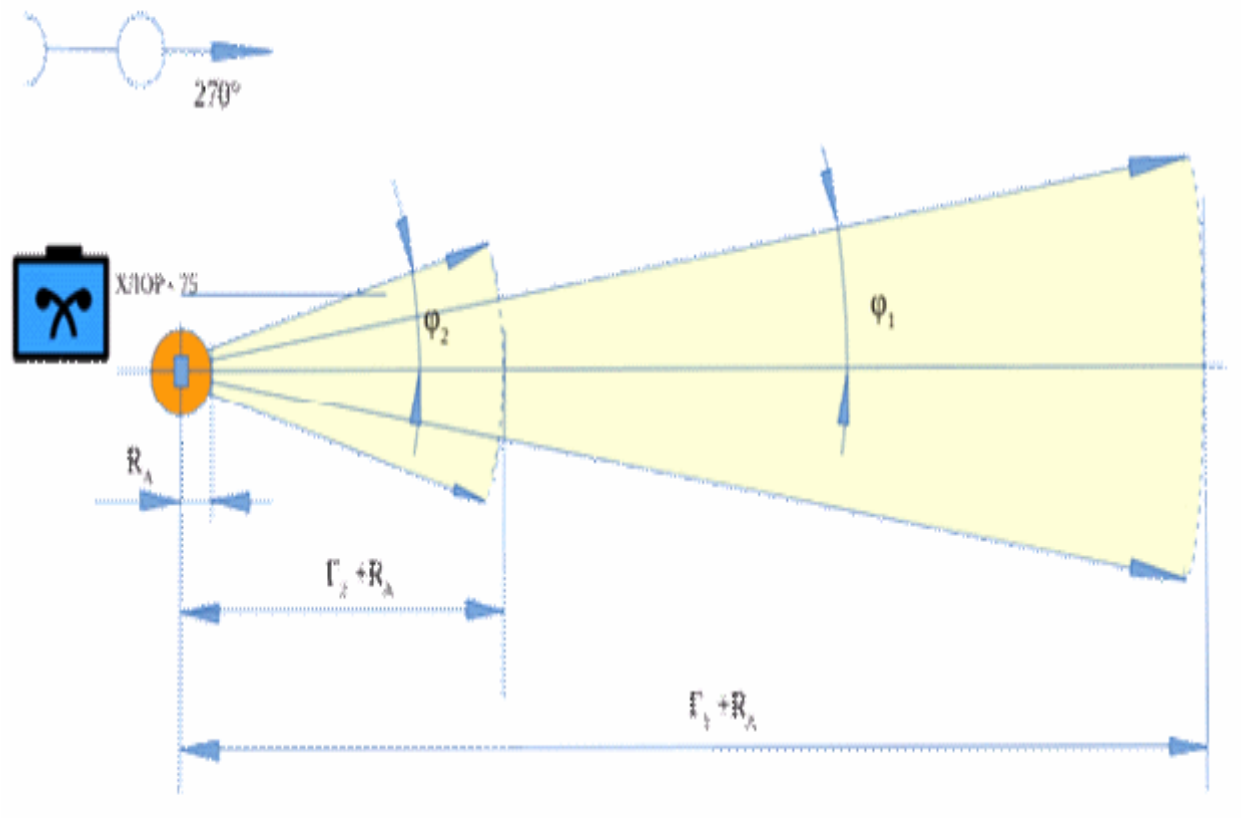


Рисунок 3.1 – Схема розповсюдження первинної та вторинної хмари небезпечних хімічних речовин (НХР)

Радіус аварійної зони (RA), який визначає зовнішні межі району аварії, залежить від типу небезпечної хімічної речовини (НХР) та умов її зберігання або використання. При проведенні розрахунків значення RA встановлюється наступним чином:

- для зріджених газів та рідких НХР з низькою температурою кипіння, що зберігаються у технологічних ємностях об’ємом до 100 т — 0,5 км, у інших випадках — 1 км;
- для рідких НХР з високою температурою кипіння при руйнуванні технологічних ємностей об’ємом до 100 т — 0,2-0,3 км, у інших випадках — 0,5 км.

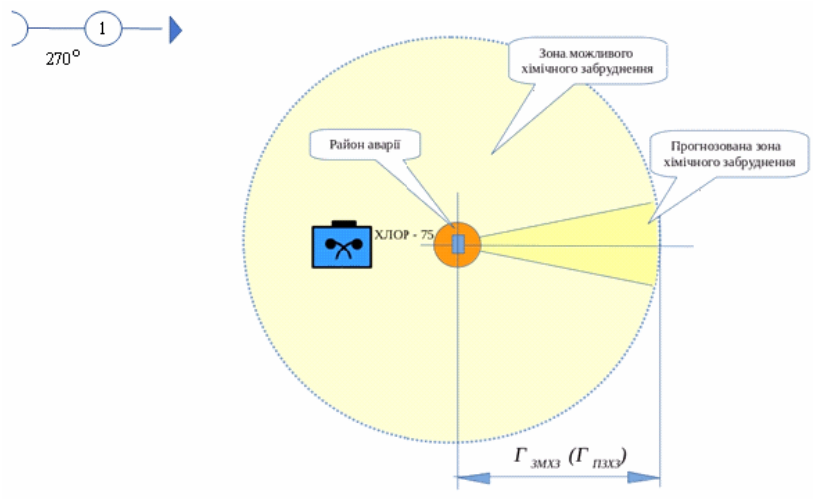


Рисунок 3.2 - Зони потенційного та прогнозованого хімічного забруднення, визначені за результатами довгострокового прогнозу

У випадку пожежі радіус аварійної зони слід збільшити в 1,5-2 рази через ймовірність викиду більшої кількості НХР і їх розповсюдження внаслідок вибуху.

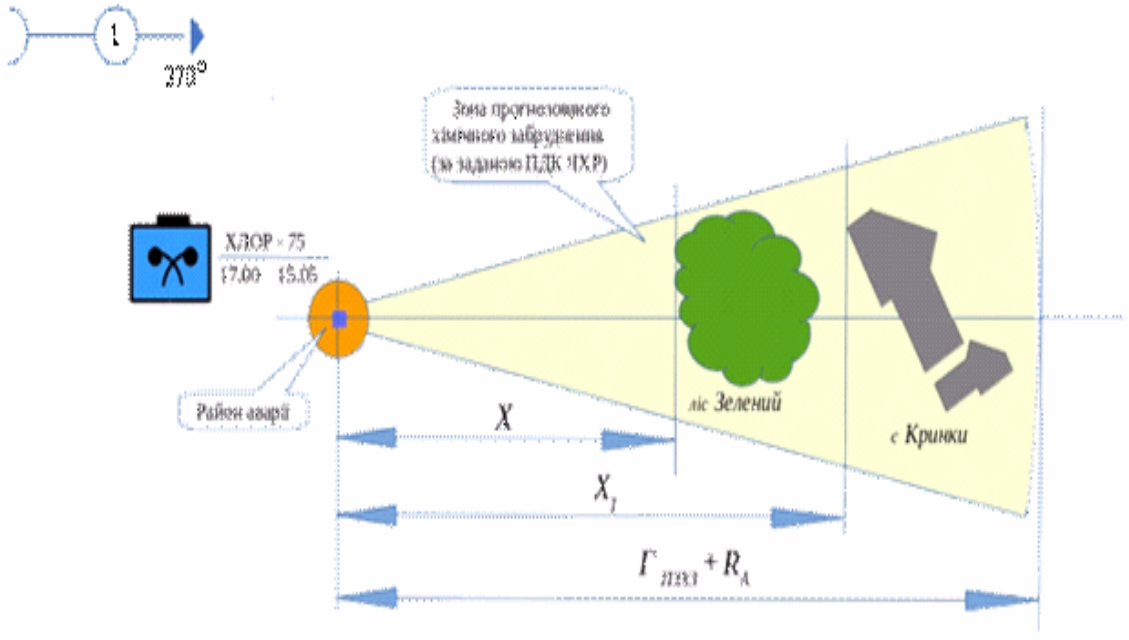


Рисунок 3.3 - Зона хімічного забруднення на основі результатів аварійного прогнозування

Для розрахунку обстановки, що виникла внаслідок ракетного обстрілу КП «Водоканал», використовуються наступні початкові дані:

- Небезпечна речовина: зріджений хлор;
- Кількість небезпечної речовини: 10 т;
- Інцидент: теракт, кількість викинутої в атмосферу речовини дорівнює 9,8 т (це кількість хлору, що використовувалася на КП «Водоканал»);
- Метеорологічні умови під час теракту: інверсія, вітер 1 м/с, температура повітря 20ºС;
- Найближчі будинки знаходяться на відстані 200 м.

Визначимо еквівалентну кількість речовини в первинній хмарі Q_1, (т) :

$$Q_1=K_1*K_3*K_5*K_7*Q_0 \quad (3.1)$$

де K_1 - коефіцієнт, залежний від умов зберігання НХР.

K_3 - коефіцієнт, рівний відношенню порогової токсичноїдози хлору до пороговогої токсичноїдозе іншого НХР.

K_5 - коефіцієнт, що враховує величину вертикальної стійкості атмосфери для інверсії.

K_7 - коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря.

Q_0 - кількість хлору, що розлився.

$Q_1=0,18*1*1*1*10=1,8$

Визначимо тривалість випару хлору Т (годин) з площі розливу :

$$T=(h*d)/(K_2*K_4*K_7) \quad (3.2)$$

где K_2 - коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей ХНР.

$К_4$ - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру.

$К_7$ - коефіцієнт, що враховує температуру повітря.

h - товщина шару розливу хлору.

d - щільність хлору.

T=(0,05*1,543)/ (0,053*1*1)=1,38 або 1 година 30 хв.

Визначимо еквівалентну кількість речовини у вторинній хмарі Q_2, (т):

$$Q_2=(1- К_1)* К_2* К_3* К_4* К_5* К_6* К_7* Q_0/(h*d) \quad (3.3)$$

де $К_1$ - коефіцієнт, залежний від умов зберігання НХР.

$К_2$ - коефіцієнт, залежний від фізико-хімічних властивостей НХР.

$К_3$ - коефіцієнт, рівний відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози іншого НХР.

$К_4$ - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру

$К_5$ - коефіцієнт, що враховує міру вертикальної стійкості атмосфери для інверсії.

$К_6$ - коефіцієнт, залежний від часу, що пройшов після аварії : $N=T^{0,8}$

$К_7$ - коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря.

Q_2=(1-0,18)*0,052*1*1*1*1,38*1*10/(0,05*1,553)=7,58 т

За додатком 2 до z0440-20 [7] знаходимо глибину зони зараження. Глибина зони зараження для 1 т складає 1,67 км, а для 2 т - 2,91 км. Інтерполяцією знаходимо глибину зони зараження для 1,8 т:

$$Г_1 = 1{,}67 + \left(\frac{2{,}93-1{,}67}{3-1}\right) * (1{,}8 - 1) = 2{,}18 \quad (3.4)$$

- для первинної хмари 1,8 (т) глибина $Г_1$= 2,18 км

Аналогічно поступаємо для вторинної хмари. Глибина зони зараження для 5 т складає 12,42 км, а для 10 т - 19,20 км. Інтерполюємо глибину зараження для 7,57 т.:

$$Г_2 = 12{,}42 + \left(\frac{19{,}21-12{,}56}{10-5}\right) * (7{,}57-5) = 15{,}67 \quad (3.5)$$

- для вторинної хмари 7,58 (т) глибина $Г_2$=15,97 км.

Знаходимо розрахункову повну глибину зони зараження Г (км), обумовлену дією первинного і вторинного хмар :

$$Г = Г' + 0{,}5Г'' \quad (3.6)$$

де Г '= Г2 - найбільша глибина зони зараження, км

Г "= Г1 - найменша глибина зони зараження, км

Г=15,67+(0,5*2,17)= 17,035 (км)

Граничне можливе значення глибини перенесення повітряних мас $Г_П$ (км) визначимо по формулі:

$$Г_П = N*Y \quad (3.7)$$

де N = 1,38 год - час від початку аварії

Y = 5 км/год - швидкість перенесення переднього фронту зараженого повітря при інверсії.

При цій швидкості і величині вертикальної стійкості допустима глибина складе:

$$Г_{п}=1,38*5= 6,9 \quad (3.8)$$

Згідно з методикою z0440-20 [7], остаточну розрахункову глибину зони зараження визначають як менше з двох порівнюваних значень, тобто Г = 6,9 км. Таким чином, хмара зараженого повітря може становити небезпеку для населення, яке знаходиться в радіусі 6,9 км через 1 годину 30 хвилин після аварії, а під час вибуху — на відстані 2,17 км.

Для мінімізації людських втрат необхідно здійснити евакуацію населення з району. Евакуація буде проводитися автобусами. Оскільки евакуація займе певний час, для запобігання виникненню надзвичайної ситуації необхідно заздалегідь вжити відповідних заходів для запобігання НС і її подальшому поширенню.

3.4 Комплекс організаційних і технічних заходів для зменшення ймовірності виникнення надзвичайної ситуації

- Регулярний моніторинг технічного стану обладнання.
- Встановлення системи контролю та управління технологічними процесами з аварійними звуковими та/або світловими сигналами.
- Захист комунікацій на території об'єкта від можливих механічних пошкоджень.
- Система постійного моніторингу вибухобезпечності на об'єкті.
- Встановлення гучномовного зв'язку та спеціальних сигналів для сповіщення людей, які можуть опинитися в зонах підвищеного ризику під час аварій.
- Підвищення стійкості об'єкта до розвитку пожежі шляхом зменшення пожежної небезпеки вогнища та посилення можливостей підрозділів пожежної охорони для локалізації та ліквідації пожежі.
- Покращення технічних можливостей підрозділів пожежної охорони за допомогою сучасних систем і засобів для гасіння пожеж.

- Захист конструкцій будівель і споруд на території від теплових впливів пожежі за допомогою спеціальних завіс з боку джерела тепла.
- Встановлення водяних завіс як на території КП «Водоканал», так і на прилеглих територіях.
- Посилення охорони об'єкта.
- Розробка плану спільних дій для взаємодії усіх сторін, залучених до локалізації та ліквідації масштабних аварій на території.
- Проведення щорічної перепідготовки керівного персоналу на основі досвіду забезпечення безпеки на об'єктах, розташованих в населених зонах.
- Регулярні тренування і навчання для підвищення кваліфікації працівників.
- Виділення фінансування районною адміністрацією для створення фонду індивідуальних засобів захисту.
- Організація видачі індивідуальних засобів захисту населенню і працівникам підприємства, а також регулярний контроль їхнього стану.

3.5 Розрахунок на проектування та будівництво простих укриттів

Оскільки існуючі укриття, підвали та інші заглиблені приміщення, що використовуються як захисні споруди, не можуть вмістити необхідну кількість населення, вимагається будівництво достатньої кількості простих укриттів (перекритих щілин). Зокрема, для Заводського району міста Запоріжжя планується збудувати 308 простих укриттів, кожне з яких розраховане на 40 осіб.

Для розрахунку одного укриття місткістю 40 осіб необхідно:

• Трудомісткість – 100 люд./год;

• Потреба особового складу – 12 люд.;

• Матеріал та інструмент:

Таблиця 3.1 - Матеріали, необхідні для будівництва 1 щілини (траншея с настилом)

Найменування матеріалу і інструменту	На 1 щілину
Матеріал:	
Ліс круглий для перекриттів (накатник)	5,1 $м^3$
Дошки і жердини	3,9 $м^3$
Руберойд (толь)	60 $м^2$
Глина	7,5 $м^3$
Пакля	15 кг
Цвяхи	0,9 кг
Інструмент:	
Лопати	5 шт
Лом	4 шт
Пила	4 шт
Сокира	8 шт
Кувалда	4 шт
Дріт	7,5 кг
Тара для санвузла	1 шт

При періодичності роботи 9 годин, за умови зведення простих укриттів за 24, 48, 72 години необхідно:

Таблиця 3.2 - Людські ресурси і інструмент

Параметр	24 години	48 години	72 години
Бригад усього	214	108	72
Людин усього	2568	1296	864
Бригад на одну зміну	107	54	36
Людина на одну зміну	1284	648	432
Лопат	535	270	180
Ломів	428	216	144
Пил	428	216	144
Сокир	856	432	288
Кувалд	428	216	144

Розрахунок на 24 години:

Визначення часу, необхідного на зведення 1 щілини :

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40 люд.;

б) (трудомісткість на зведення 1 щілини) - 100 люд./год;

в) (потреба особового складу) - 12 люд..;

г) розрахунок: 100:12=8,3 години на 1 щілину.

Визначення кількості бригад, здатних за 1 зміну виконати увесь об'єм робіт по зведенню 308-ми щілин :

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40 чоловік;

б) час, потрібний для зведення 1 щілини - 8,3 години;

в) запланована загальна кількість щілин - 308 шт.;

г) час, виділений для зведення усіх щілин - 24 години;

д) розрахунок: (8,3х308)/24=107 бригад.

Визначення кількості затрат при роботі за 1 зміну:

a) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40люд.;

b) потреба особового складу - 12 люд.;

c) кількість бригад при роботі за 1 зміну - 107 бригад;

d) розрахунок: 107х12=1284 людини.

Оскільки роботи передбачаються в 2 зміни, то далі визначається кількість бригад при 2-х змінному режимі роботи :

а) розрахунок: 107х2=214 бригади.

Визначення кількості затрат при роботі в 2 зміни:

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40 люд.;

б) потреба особового складу - 12 люд..;

в) кількість бригад при роботі в 2 зміни - 214 бригади;

г) розрахунок: 214х12=2568 люд.

Визначення матеріалу, засобів, необхідних для виробництва робіт по зведенню 308-ми щілин :

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40люд.;

б) кількість бригад при роботі за 1 зміну - 107 бригад;

в) розрахунок:

лопата: 107х 5=535 шт.;

лом: 107х 4=428 шт.;

пила: 107х4=428 шт.;

сокира: 107х8=856 шт;

кувалда: 107х4=428 шт.

Розрахунок на 48 годин:

Визначення часу, необхідного на зведення 1 щілини :

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40 люд.;

б) трудомісткість на зведення 1 щілини = 100 люд./год;

в) потреба особового складу - 12 люд.;

г) розрахунок: 100:12- 8,3 години на 1 щілину.

Визначення кількості бригад, здатних за 1 зміну виконати увесь об'єм робіт по зведенню 308-ми щілин :

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40люд.;

б) час, потрібний для зведення 1 щілини - 8,3 години;

в) запланована загальна кількість щілин - 308 шт.;

г) час, виділений для зведення усіх щілин - 48 годин;

д) розрахунок: (8,3х308) / 48=54 бригади.

Визначення кількості затрат при роботі за 1 зміну:

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40 люд.;

б) потреба особового складу - 12 люд.;

в) кількість бригад при роботі за 1 зміну - 54 бригади;

г) розрахунок: 54х12=648 люд.

Оскільки роботи передбачаються в 2 зміни, то далі визначається кількість бригад при 2-х змінному режимі роботи :

а) розрахунок: 54х2=108 бригад.

Визначення кількості затрат при роботі в 2 зміни:

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40 люд.;

б) потреба особового складу - 12 люд.;

в) кількість бригад при роботі в 2 зміни - 108 бригад;

г) розрахунок: 108х12=1296 люд.

Визначення матеріалу, засобів, необхідних для виробництва робіт по зведенню 308-ми щілин :

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40 люд.;

б) кількість бригад при роботі за 1 зміну - 54 бригади;

в) розрахунок:

лопата: 54х 5=270 шт.;

лом: 54х 4=216 шт.;

пила: 54х 4=216 шт.;

сокира: 54х8=432 шт;

кувалда: 54х4=216 шт.

Розрахунок на 72 години:

Визначення часу, необхідного на зведення 1 щілини :

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40 люд.;

б) трудомісткість на зведення 1 щілини - 100 люд../год;

в) (потреба особового складу) - 12 люд.;

г) розрахунок: 100:12=8,3 години на 1 щілину.

Визначення кількості бригад, здатних за 1 зміну виконати увесь об'єм робіт по зведенню 308-ми щілин :

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40люд.;

б) час, потрібний для зведення 1 щілини - 8,3 години;

в) запланована загальна кількість щілин - 308 шт.;

г) час, виділений для зведення усіх щілин - 72 години;

д) розрахунок: (8,3х308) / 72=36 бригад.

Визначення кількості затрат при роботі за 1 зміну:

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40 люд.;

б) кількість бригад при роботі за 1 зміну - 36 бригад;

в) потреба особового складу - 12 люд.;

г) розрахунок: 36х12=432 людини.

Оскільки роботи передбачаються в 2 зміни, то далі визначається кількість бригад при 2-х змінному режимі роботи :

а) розрахунок: 36х2=72 бригади.

Визначення кількості затрат при роботі в 2 зміни:

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40 люд.;

б) кількість бригад при роботі в 2 зміни - 72 бригади;

в) потреба особового складу - 12 люд.;

г) розрахунок: 72х12=864 людини.

Визначення матеріалу, засобів, необхідних для виробництва робіт по зведенню 308-ми щілин :

а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40 люд.;

б) кількість бригад при роботі за 1 зміну - 36 бригад;

в) розрахунок:

лопата: 36х 5=180 шт.;

лом: 36х 4=144 шт.;

пила: 36х 4=144 шт.;

сокира: 36х8=288 шт.

кувалда: 36х4=144 шт.

Таблиця 3.3 - Матеріал, необхідний для будівництва 308 щілин

Назва матеріалу	необхідно на 1 щілину	необхідно на 308 щілин
Ліс круглий для перекриттів (накатник)	5,1 $м^3$	1570,8 $м^3$
Дошки і жердини	3,9 $м^3$	1201,2 $м^3$
Руберойд (толь)	60 $м^2$	18480 $м^2$
Глина	7,5 $м^3$	2310 $м^3$
Пакля	15 кг	4620 кг
Цвяхи	0,9 кг	277,2 кг

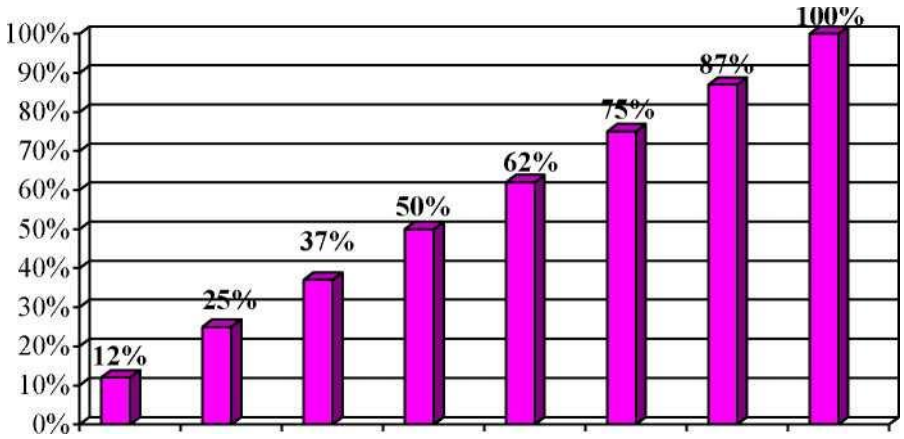


Рисунок 3.4 - Нарощування будівництва простих укриттів

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проаналізувавши нормативно-правову базу і наявні літературні джерела в області фортифікаційних споруд, можна зробити висновки:

1. Створення та накопичення фортифікаційних споруд – одне з найважливіших державних завдань та Міністерство оборони. Як у минулому, так і на даний час одним із шляхів вирішення цього завдання є накопичення фонду фортифікаційних споруд. Накопичення фонду довгострокових фортифікаційних споруд проводиться завчасно, шляхом нового будівництва за поточними планами та пристосування існуючих об’єктів.

2. Однією з необхідних умов для забезпечення безпеки цивільних осіб (населення) є проведення завчасних інженерних заходів щодо укриття населення, у разі воєнних дій або внаслідок цих дій, у фортифікаційних та захисних спорудах.

3. Для запобігання надзвичайним ситуаціям природного та техногенного характеру важлива роль має відводитися своєчасній реалізації інженерно-технічних заходів щодо виду небезпек. Дуже важливо правильно планувати та організаційно чітко вирішувати питання укриття населення у масштабі підприємств чи районів міста, тобто питання одночасного укриття багатьох тисяч осіб.

4. Нормативно-правова база достатня для визначення початкових даних, необхідних для розробки плану укриття населення району в захисних спорудах.

5. Методики розрахунків зрозумілі і чіткі, не потребують яких-небудь коригувань. По них зручно проводити розрахунки укриття населення в захисних спорудах.

6. У разі виникнення надзвичайної ситуації буде проводиться евакуація населення із зони НС у безпечні райони.

7. Крім того, аналіз можливих джерел НС і найбільш несприятливого сценарію аварії показав, що в цілях підвищення стійкості функціонування

необхідно провести комплекс інженерно-технічних заходів на КП «Водоканал».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України від 25.06.91 № 1264-XII "Про охорону навколишнього природного середовища".

2. Кодекс цивільного захисту України від 02 жовтня 2012 року № 5403-VI.

3. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності».

4. ДБН В.2.2-5–97 Будинки і споруди. Захисні споруди цивільного захисту, затверджені наказом Держкоммістобудування України від 08.07.1997 № 106.

5. Наказ МВС від 09.07.2018 № 579 «Про затвердження вимог з питань використання та обліку фонду захисних споруд цивільного захисту», зареєстрований у Міністерстві юстиції України 30 липня 2018 р. за № 879/32331.

6. ДСТУ 5058:2008. Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях. Основні положення. - Вид. офіц. - Чинний від 2010-01-01. - К.: Держспоживстандарт України, 2009. - III, 10 с. — (Національний стандарт України).

7. z0440-20. «Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об’єктах і транспорті».

8. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Чорна О.Г. Безпека життєдіяльності (теоретичні основи): Навчальний посібник. - Кам'янець-Подільський: Буйницький О.А., 2008.- 108 с.

9. ДБН В.1.2-4:2019. Система безпеки і надійності у будівництві. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту, затверджені наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 26.03.2019 № 82.

10. Васильчук М.В., Медвідь М.В., Сачков Л.С. Збірник нормативних документів з безпеки життєдіяльності. - К.: Фенікс, 2000. - 896 с.

11. Волинко О.В. Вимірювання характеристик природного гамма-фону. Робота фізичного практикуму // Фізика та астрономія в школі. - 2005.- № 4.

12. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С ., Мельников О.В. Основи охорони праці - Львів: Афіша, 2000 - 350 с.

13. ДСТУ 8773:2018. Проектування. Розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту в складі проектної документації об’єктів. Основні положення

14. Мендерецький В.В. Фізичні принципи вивчення радіаційної безпеки в школі Збірник наукових праць. Серія педагогічна - Вип 8 - Кам'янець-Подільський: К-ПДПУ: Інформ. -видавн. відділ, 2002.

15. ДСТУ 9195:2022. Швидкоспоруджувані захисні споруди цивільного захисту модульного типу. Основні положення.

16. ПлахтійП.Д., МендерецькийВ .В., ПанчукО.П., БаранГ.М., Олійник О.І. та ін. Безпека життєдіяльності у надзвичайних ситуаціях: Навч. посіб. для підготовки майбутнього вчителя. - Кам.-Под., 2006.-144 с.

17. Ярошевська В.М. та ін. Словник термінів і понять з безпеки життєдіяльності. - К.: НМЦ, 2004. - 255 с.

18. Постанова Кабінету Міністрів України від 13.04.2011 № 461 «Питання прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об’єктів».

19. Постанова Кабінету Міністрів України від 09.01.2014 № 6 «Про затвердження переліку об’єктів, що належать суб’єктам господарювання, проектування яких здійснюється з урахуванням вимог інженерно-технічних заходів цивільного захисту».

20. Постанова Кабінету Міністрів України від 10.03.2017 № 138 «Деякі питання використання захисних споруд цивільного захисту».

21. ДБН А.3.1-9:2015 Захисні споруди цивільного захисту. Експлуатаційна придатність закінчених будівництвом об’єктів, затверджені наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 30.12.2015 № 338.

22. ДБН В.1.2-7–2016 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека, затверджені наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 30.12.2021 № 366 та наказами від 31.01.2022 № 22, від 08.04.2022 № 62, від 16.05.2022 № 72.

23. НАПБ А.01.001–2014 Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом МВС від 30.12.2014 № 1417, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 05.03.2015 за № 252/26697.

24. 12 Правила улаштування електроустановок, затверджені наказом Міненерго вугілля України від 21.07.2017 № 476.

25. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.

26. ДСТУ 9077:2021 Засоби очищення повітря захисних споруд цивільного захисту. Загальні технічні умови.

27. ДСТУ 9107:2021 Захисні споруди цивільного захисту. Методи випробування.

28. ДСТУ Б В.2.2-22:2008 Будівлі мобільні (інвентарні). Загальні технічні умови.

29. ДСТУ Б В.2.6-75:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції металеві будівельні. Загальні технічні умови.

30. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія.

31. ДСТУ ISO 668:2015 Вантажні контейнери серії 1. Класифікація, розміри та номінальні характеристики (ISO 668:2013, IDT).

32. Наказ МНС України від 09.10.2006, зареєстрований в Мін’юсті від 2.11.2006 № 1180/13054"Інструкція щодо утримання захисних споруд цивільної оборони в мирний час".

33. Наказ МНС і Мінрегіонбуду від 21 грудня 2009 р №868/613, зареєстрований в Мін’юсті України від 27 лютого 2010 р №194/17489 "Про затвердження Правил обстеження технічного стану захисних споруд цивільного захисту (цивільної оборони)".

34. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Чорна О.Г. Інтегрований курс безпеки життєдіяльності (теоретичні основи): Навч. посіб. - Кам'янець-Подільський: Буйницький О.А., 2009. - 200 с.

35. ДСТУ Б В.2.6-49:2008 Огорожі сходів, балконів і дахів сталеві. Загальні технічні умови.

36. ДСТУ Б В.2.6-52:2008 Сходи маршеві, площадки та огородження сталеві. Технічні умови.

37. ДСТУ Б В.2.6-100:2010 Методи визначення теплостійкості огороджувальних конструкцій.

38. ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Метод визначення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій.

39. ДСТУ Б В.2.6-145:2010 Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги (ГОСТ 31384-2008, NEQ).

40. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теїлоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.

41. ДСТУ Б EN ISO 7730:2011 Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту (EN ISO 7730:2005, IDT).

42. Концепція захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій. Затверджено Указом Президента України від 26 березня 1999 р. № 284-99.

43. Жидкова Т. В. Будівельна фізика: [підручник для студентів спеціальності 191 – Архітектура та містобудування]/ Т.В.Жидкова, Т.А.Апатенко. – Харків:ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018 – 386 с.

44. Жидкова Т. В. Колишні промислові території як резерв містобудування /Т. В. Жидкова, О. С. Нелюбін // Соціально-гуманітарні вектори педагогіки вищої школи Восьма Міжнародна науково-практична конференція: м. Харків, ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 21–22 квітня 2017 р.; збірник матеріалів. – Харків, «Міськдрук», ХНТУСГ ім. П. Василенка. – с.206–211.

45. Клюшниченко Є. Є. Техніко-економічні обґрунтування в містобудуванні: підручник/ Є. Є. Клюшниченко. – Київ: Будівельник, 1999.

46. Мазур Т. Зміст термінів «реконструкція» і «реструктуризація» в містобудівних стратегіях розвитку виробничої території міста/Тамара Мазур, Євгенія Король, Ярина Сеньковська//Проблеми української термінології: зб. наук. пр. – 2014. – С. 49–54.

47. Сіромолот Г. В. Технічна експертиза, обстеження пошкоджень об'єктів будівництва та методи їх усунення: навч.- метод. посібник для студ. ЗДІА спец. 192 "Будівництво та цивільна інженерія" спеціалізації "Міське будівництво та господарство" ден. та заоч. форм навчання. Запоріжжя: ЗДІА, 2018. 161 с.

48. Барашиков А. Я. Оцінювання технічного стану будівель та інженерних споруд : навч. посібник для внз. Київ : Основа, 2008. 315 с.

49. Ramsey I.D. Ergonomics support of consumer product safety. Paper presented at the American Industrial. Hygiene Association Conference, May 1978.

50. . ILO guidelines on occupational safety and health management systems (ILO-OSH 2001) (Geneva),2001.

51. Fedotov, I.A.; Saux, M.; Rantanen, J. (eds). 1998. “Occupational health services”, in Encyclopaedia of occupational health and safety, 4th ed., Vol. I (Geneva, ILO),pp. 161–62.

52. Gunningham N. Being a good inspector: regulatory competence and Australia’s mines inspectorate. PPHS.2012;10(2):25–45.

53. Сазонова О.Ю., Лінник Ю.М., Гребенюк І.В. Будівельні конструкції, обладнання та інженерні системи укриттів та сховищ цивільного захисту // Матеріали ІІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України». - Запоріжжя: ЗНУ, 2023. - с.214-217.