

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 (проект)**

магістр  
(рівень вищої освіти)

на тему Будівельні конструкції, обладнання та інженерні системи укриттів та сховищ цивільної оборони

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1922-мбг  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна  
інженерія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Міське будівництво та  
господарство

(назва освітньої програми)

Лінник Ю.М.

(ініціали та прізвище)

Керівник доц., к. арх, Сазонова О. Ю.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент проф., д.т.н, Банах В.А.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя  
2023

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 Міське будівництво та господарство \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
« 01 » 08 20 08 року

ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

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

Тема роботи (проєкту) Будівельні конструкції, обладнання та інженерні системи укриттів та сховищ цивільної оборони \_\_\_\_\_

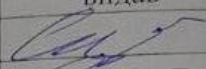
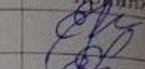




керівник роботи доц., к. арх. Сазонова О. Ю. \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом ЗНУ від « 09 » 10 2023 року № 1578-с \_\_\_\_\_

- 1 Строк подання студентом роботи 01.12.2023
- 2 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливість розв'язання 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 будівельних конструкцій, обладнання, інженерних систем укриттів та сховищ цивільної оборони. Аналіз дій при виникненні НС на хімічно небезпечному об'єкті міста.


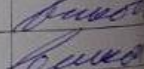
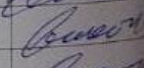
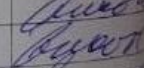
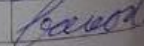


4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація із результатами аналітичних обґрунтувань наукових напрямів досліджень, результатами досліджень, результати розрахунків застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень


5 Консультанти розділів роботи

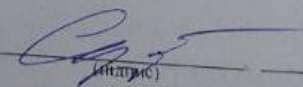
Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Сазонова О. Ю.		
2	Сазонова О. Ю.		
3	Сазонова О. Ю.		

6 Дата видачі завдання 01.09.2023

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

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

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

Керівник роботи (проекту)  (підпис) Сазонова О. Ю. (ініціали та прізвище)

**Нормоконтроль пройдено**

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



## АНОТАЦІЯ

Лінник Юхим Миколайович. Будівельні конструкції, обладнання та інженерні системи укриттів та сховищ цивільного захисту.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник О.Ю. Сазонова. Інженерний навчально-науковий інститут імені Ю.М. Потебні ЗНУ, кафедра міського будівництва і архітектури, 2023.

У роботі розглянуто роботу будівельних конструкцій, обладнання та інженерних систем укриттів та сховищ цивільного захисту. Проведено порівняльний аналіз функціонування об'єктів фонду цивільного захисту.

Ключові слова: ЦІВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ, НАДЗВИЧАЙНА СИТУАЦІЯ, БУДІВЛЯ, ОБЛАДНАННЯ, СИСТЕМА, УКРИТТЯ, СХОВИЩЕ.

## ABSTRACT

Linnyk Yukhym Mykolayovych. Construction structures, equipment and engineering systems of civil defense shelters and storage facilities.

Qualifying graduation thesis for obtaining a master's degree of higher education in specialty 192 - Construction and civil engineering, supervisor O.U. Sazonova. Engineering Educational and Scientific Institute named after U.M. Potebny ZNU, Department of Urban Construction and Architecture, 2023.

The work examines the operation of building structures, equipment and engineering systems of civil defense shelters and storage facilities. A comparative analysis of the functioning of the objects of the civil defense fund was carried out.

Key words: CIVIL PROTECTION, EMERGENCY, BUILDING, EQUIPMENT, SYSTEM, SHELTER, STORAGE.

## ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів і термінів	7
Вступ	8
Розділ 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗАХИСНІ СПОРУДИ. СИСТЕМА ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ	11
1.1 Основні принципи створення фонду захисних споруд	11
1.2 Класифікація захисних споруд цивільного захисту	14
1.3 Розміщення захисних споруд цивільного захисту	34
1.4 Висновки по розділу	37
Розділ 2 УСТРІЙ ЗАХИСНИХ СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ	39
2.1 Планування та склад приміщень	39
2.2 Входи та аварійні виходи	44
2.3 Огороджувальні захисні конструкції	49
2.4 Захисні пристрої вхідних отворів	57
2.5 Система повітропостачання	62
2.6 Санитарно-технічні прилади та устаткування	74
2.7 Резервні дизельні електростанції	75
2.8 Висновки по розділу	78
Розділ 3 РОЗРАХУНОК УКРИТТЯ НАСЕЛЕННЯ ЗАВОДСЬКОГО РАЙОНУ ПРИ ВИНИКНЕННІ НС НА ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНОМУ ОБ'ЄКТІ ТА РОЗРАХУНОК БУДІВНИЦТВА ПРОСТИХ УКРИТТІВ	80
3.1 Загальна характеристика системи водопостачання м. Запоріжжя	80
3.2 Характеристика небезпечних речовин, що використовуються на КП «Водоканал»	81
3.3 Розрахунок зони ураження хлором внаслідок теракту на КП «Водоканал»	83
3.4 Комплекс організаційно-технічних заходів	

по зниженню ризику виникнення НС на КП «Водоканал»	88
3.5 Розрахунок будівництва простих укриттів	89
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	97
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	99

Перелік умовних позначень, символів і термінів

АХНР – аварійно-хімічно небезпечна речовина

ШУ – швидкоспоруджуване укриття

ШПРУ – швидкоспоруджуване протирадіаційне укриття

ЦЗ – цивільний захист

ДСТУ – державний стандарт

ЗСЦЗ – захисні споруди цивільного захисту

ІТЗЦО – інженерно-технічні заходи цивільного захисту

ПНО – потенційно небезпечний об'єкт

ПРУ – протирадіаційне укриття

НУ – найпростіше укриття

ДБН – державні будівельні норми

ХНО – хімічно небезпечний об'єкт

НС – надзвичайна ситуація

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Історія людства завжди була пов'язана з різними війнами, конфліктами, в яких незмінно страждало мирне населення. Розвиток засобів масового ураження, збільшення масштабів їхнього впливу зажадали пошуку надійних та економічно доцільних способів захисту людей. Якими й стали захисні споруди.

Захисні споруди мають давню історію. Вони використовувалися практично у всіх збройних конфліктах. Оборонний характер військових дій, проти зовнішніх ворогів, вимагав зміцнення населених пунктів. Здавна при цьому використовували камінь та інші підручні матеріали, розробили спеціальні конструкції дерев'яних огорож і деревоземляних укриттів.

Наразі їде пряма агресії проти нашої країни і ці дії становлять велику небезпеку для населення.

Також слід зазначити, що у мирний час наслідки багатьох надзвичайних ситуацій техногенного характеру стали порівнянними з впливом факторів сучасної зброї масового ураження.

«Кодекс цивільного захисту України» 02 жовтня 2012 року № 5403-VI [2] в якості головного завдання передбачає захист населення, матеріальних і культурних цінностей на території України, від небезпек військових дій, що виникають при веденні, або внаслідок їх, а також при надзвичайних ситуаціях природного і техногенного характеру.

Метою захисних заходів відповідно до закону є запобігання або максимальне зниження можливості поразки населення.

При різних надзвичайних ситуаціях для збереження життя населення використовуються різні способи і засоби, але незмінно величезна увага приділяється укриттю населення в захисних спорудах.

Використання захисних споруд забезпечує зниження втрат серед населення і зменшення кількості потерпілих в умовах надзвичайних ситуацій і їх наслідків в мирний час, а також при веденні військових дій.



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 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.

Одним з основних плануючих документів з інженерного захисту - є план укриття населення, який потрібний для втілення заходів з захисту населення в найкоротші терміни. Якісна розробка плану укриття населення є актуальною проблемою на сьогодні.

**Мета і завдання дослідження.** Метою даного дослідження є дослідження та аналіз роботи будівельних конструкцій, обладнання та інженерних систем укриттів та сховищ цивільного захисту.

**Об'єкт дослідження.** Укриття та сховища цивільного захисту.

**Предмет дослідження.** Будівельні конструкції, обладнання та інженерні системи.

**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 діючих об'єктів фонду ЗС.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Проведено порівняльний аналіз функціонування об'єктів фонду цивільного захисту.

**Практичне значення одержаних результатів.** У роботі розглянуто сучасний стан функціонування, забезпечення та кількісної необхідності об'єктів фонду цивільного захисту.

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

**Апробація результатів роботи.** Результати роботи докладалися на III

Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» з доповіддю «Будівельні конструкції, обладнання та інженерні системи укриттів та сховищ цивільного захисту» [53].

**Структура та обсяг магістерської роботи.** Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, основних висновків, містить 103 сторінки, 29 рисунків, 5 таблиць, 53 найменувань використаних джерел.

# РОЗДІЛ 1

## ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗАХИСНІ СПОРУДИ.

### СИСТЕМА ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ

#### 1.1 Основні принципи створення фонду захисних споруд

На основі прогнозування і глибокого аналізу обстановки, яка може скластися в результаті аварій, стихійних лих і катастроф дуже важливо правильно і чітко планувати заходи по захисту населення, здійснювані органами управління у справах цивільного захисту і надзвичайним ситуаціям (далі ЦЗНС).

Усі заходи по захисту населення відображаються у відповідних планах ЦЗНС, основним з яких є план укриття населення району відповідної території міста.

Захисна споруда - інженерна споруда, призначена для укриття людей, техніки і майна від небезпек, що виникають в результаті наслідків аварій або катастроф на потенційно небезпечних об'єктах, або стихійних лих в районах розміщення цих об'єктів, а також від дії сучасних засобів ураження [6].

З метою вирішення задачі з укриття населення в захисних спорудах найважливіше місце займає забезпечення населення захисними спорудами, оскільки надійний захист не може бути виконаний при їх недоліку.

Інженерний захист територій особливо важливий і повинен здійснюватися в районах можливих надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру.

Фонд захисних споруд створюється за двома напрямками:

1) при переведенні країни на воєнний стан:

- ведеться будівництво сховищ, що швидко зводиться для найбільшої працюючої зміни об'єктів економіки;

- ведеться будівництво найпростіших укриттів для населення країни;

2) створення фонду захисних споруд заздалегідь у мирний час:

- пристосування під захисні споруди підвальних приміщень;
- пристосування під захисні споруди новозбудованих та існуючих окремо стоять заглиблених споруд різного призначення;
- пристосування під захисні споруди приміщень у цокольних і наземних поверхах існуючих і споруд, що будуються або зведення окремо стоячих ЗС.

При створенні системи колективних засобів захисту керуються такими загальними принципами та положеннями [9]:

- для здійснення укриття людей у військовий час, і при необхідності в надзвичайних ситуаціях мирного часу, слід передбачати необхідну кількість ЗСЦЗ;
- у мирний час ЗСЦЗ в установленому порядку можуть використовуватися в інтересах економіки і обслуговування населення, а також для захисту населення від вражаючих чинників джерел надзвичайних ситуацій, зі збереженням можливості приведення їх в задані терміни в стан готовності до використання за призначенням;
- ЗСЦЗ слід приводити в готовність до використання за призначенням у строки, що не перевищують 12 годин. Захисні споруди в зонах можливого хімічного зараження повинні утримуватися в готовності до негайного прийому осіб для укриття;
- проектування захисних споруд необхідно здійснювати відповідно до будівельних норм і правил проектування ЗСЦЗ і іншими нормативними документами системи нормативних документів у будівництві;
- ЗС, що входять до складу хімічно небезпечних об'єктів, необхідно включати до складу пускових комплексів або об'єктів першої черги будівництва;
- ЗС для робітників та службовців (найбільшої працюючої зміни) підприємств слід розташовувати на територіях цих підприємств або поблизу них, для решти населення – в районах житлової та суспільної забудови;
- створення системи об'єктів колективного захисту населення в мирний

час здійснюється на підставі планів, що розробляються органами виконавчої влади і погоджених з відповідними міністерствами;

- укриття слід розміщувати в межах радіусу збору осіб, що підлягають укриттю;

- радіус збору осіб рекомендується встановлювати виходячи з часу заповнення, для сховищ - до 15 хв.;

- системи життєзабезпечення захисних споруд повинні забезпечувати безперервне перебування в них розрахункової кількості населення впродовж 48 годин;

- накопичення необхідної кількості ЗС здійснюється завчасно в мирний час;

- на об'єктах економіки і в населених пунктах в одній із захисних споруд має бути обладнаний пункт управління об'єкту (міста, району міста), оснащений обчислювальною технікою, засобами зв'язку, сповіщення, збору інформації про обстановку;

- захист важкохворих, а також медичного і обслуговуючого персоналу в установах охорони (лікарнях і клініках) здоров'я, розташованих в зонах можливих сильних руйнувань, слід передбачати в укриттях. При цьому чисельність важкохворих слід приймати не менше 10 % загальної проектної місткості лікувальних установ в мирний час;

- у зонах можливого радіоактивного забруднення захист хворих, медичного і обслуговуючого персоналу установ охорони (у тому числі лікувальних установ, що розгортаються у військовий час) здоров'я, розташованих за зонами можливих сильних руйнувань, слід передбачати в протирадіаційних укриттях, які проектуються на повний чисельний склад установ за умовами їх функціонування в мирний час;

- у ЗС установ охорони здоров'я, що діють в мирний час і мають у своєму складі ліжковий фонд, і лікувальних установ, що розгортаються у військовий час, окрім основних приміщень для укриття хворих, медичного і обслуговуючого персоналу слід передбачати основні функціональні

приміщення, що забезпечують проведення лікувального процесу;

- при чисельності працюючої зміни в організаціях 50 чоловік і менш, допускається будівництво ЗС, що забезпечують укриття найбільшої працюючої зміни груп організацій;

- при реконструкції і експлуатації, існуючих ЗСЦЗ не допускається зниження вимог будівельних норм і правил, відповідно до яких ці споруди були запроектовані.

Відповідно до зазначеного, припускаємо, що надійний захист населення може бути реалізований тільки за умови достатності захисних споруд, отже, створення і накопичення фонду захисних споруд повинне здійснюється завчасно в мирний час. Ця умова може бути виконана тільки при якісному плануванні, а отже, плани укриття населення повинні розроблятися заздалегідь.

## 1.2 Класифікація захисних споруд цивільного захисту

Укриття населення в захисних спорудах є найбільш надійним засобом захисту від зброї масового ураження і інших сучасних засобів нападу супротивника.

Традиційно колективні засоби захисту цивільного захисту, створювалися для забезпечення виживання населення в умовах військового часу. Захисні споруди входили в систему протиповітряної оборони і протихімічного захисту країни. Нині - колективні засоби захисту можуть використовуватися як при військових діях, так і в умовах надзвичайних ситуацій в мирний час.

Засобами колективного захисту населення називають захисні споруди, призначені для укриття групи людей з метою захисту їх життя і здоров'я від наслідків аварій або катастроф на потенційно небезпечних об'єктах, або стихійних лих в районах розміщення цих об'єктів, а також від дії сучасних



засобів ураження [6].

Захисні споруди класифікуються:

За призначенням:

- для захисту працівників підприємств і населення;
- для розміщення органів управління (командні пункти, пункти управління, вузли зв'язку);
- для захисту техніки, матеріальних і культурних цінностей;
- для медичних установ [18].

Для органів державного і військового управління будуються найпотужніші спеціальні фортифікаційні споруди і військові фортифікаційні споруди, які розраховані на тривале автономне перебування. Для інших будуються захисні споруди цивільного захисту. Захисні споруди медичних установ призначені для укриття у військовий час важкохворих, яких не можна перевезти в загрозовий період в заміську зону. Для захисту робітників і службовців захисні споруди будуються на території підприємств, а для населення — в місцях його проживання. У захисних спорудах, що розміщуються при атомних електростанціях і інших особливо небезпечних об'єктах, тривалість автономного перебування зазвичай доводиться до 5 діб.

За часом зведення:

- що зводяться завчасно (це споруди, що будуються в мирний час по планах економічного і соціального розвитку);
- швидкоспоруджувані (що будуються по планах військового часу).

За місцем розташування:

- вбудовані, розташовані в підвальних, цокольних і перших поверхах будівель і споруд (їм віддається перевага, оскільки вони зручніші в експлуатації і економічніші у будівництві);
- окремо розташовані (дані споруди зводяться за відповідного техніко-економічного обґрунтування, коли не надається можливість будівництва вбудованих захисних споруд);
- розміщені у підземних спорудах міського та сільського будівництва

(до таких споруд відносяться: підземні пішохідні переходи, погребі, підпілля, підземні автостоянки).

За захисними властивостями:

- сховища;
- протирадіаційні укриття (далі ПРУ);
- прості укриття.

Одним з перспективних напрямів укриття населення є освоєння підземного простору міста для розміщення в нім так званих «об'єктів подвійного призначення», які можуть бути використані в інтересах економіки і обслуговування населення, а при виникненні надзвичайної ситуації - для укриття населення [9].

Укриття цивільного захисту.

На сьогодні, застосування сховищ є основним і найбільш надійним способом захисту населення від сучасних засобів поразки і великомасштабних НС, викликаних аваріями і катастрофами на хімічно і радіаційно-небезпечних об'єктах, вибухами і пожежами.

Сховище - герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів [2].

Протирадіаційне укриття - негерметична споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості.

Швидкоспоруджувана захисна споруда цивільного захисту - захисна споруда, що зводиться із спеціальних конструкцій за короткий час для захисту людей від дії засобів ураження в особливий період.

Сховища створюються і використовуються для захисту:

- працівників найбільшої працюючої зміни організації, розташованих в зонах можливих сильних руйнувань і що продовжують свою діяльність в період мобілізації і у військовий час, а також працівників працюючої зміни

чергового і лінійного персоналу організацій, що забезпечують життєдіяльність міст, віднесених до особливої групи цивільного захисту;

- хворих, що знаходяться в установах охорони здоров'я, розташованих в зонах можливих сильних руйнувань, а також обслуговуючого персоналу;

- працездатного населення, віднесеного до особливої групи цивільного захисту [2].

До сховищ висуваються наступні основні загальні вимоги (стосовно їх класів):

- захисні конструкції сховищ мають бути міцними і захищати від прямого попадання засобів високоточної зброї, витримувати дію надмірного тиску за фронтом ударної повітряної хвилі, сейсмічних хвиль різного походження, забезпечувати послаблення іонізуючих і інших випромінювань до допустимого рівня, захист від перегрівання і задимлення при пожежах і задовольняти вимогам теплотехнічного розрахунку в умовах експлуатації сховищ в мирний і військовий час;

- сховища повинні забезпечувати захист від обвалення будівлі розташованого над спорудою або по сусідству з ним;

- сховища додатково повинні забезпечувати захист осіб в зоні можливого хімічного зараження, від аварійно хімічно небезпечних речовин;

- внутрішнє планування сховищ має бути орієнтоване на їх використання в мирний час в інтересах економіки і обслуговування населення за подвійним призначенням.

Укриття класифікуються за наступними ознаками:

- захисним властивостям;

- місткості;

- місця розташування;

- часу зведення;

- характер використання у мирний час;

- забезпечення електроенергією;

- матеріалом конструкцій;
- забезпечення фільтровентиляційним обладнанням(ФВО);

За захисними властивостями укриття діляться на 5 класів [9]:

Для кожного класу укриття існують вимоги до їх захисних властивостей за надмірним тиском у фронті ударної хвилі і кратності послаблення іонізуючого опромінення :

- класу (А - I) - витримують тиск 5 кг/см<sup>2</sup>;
- класу (А - II) - витримують тиск 3 кг/см<sup>2</sup>;
- класу (А - III) - витримують тиск 2 кг/см<sup>2</sup>;
- класу (А - IV) - витримують тиск 1 кг/см<sup>2</sup>;
- класу (А - V) - витримують тиск 0,5 кг/см<sup>2</sup>;

За місткістю укриття можуть бути:

- малої місткості (до 150 чол.)
- середньої місткості (150 – 600 чол.)
- великої місткості (600 - 5000 чол.)

Укриття великої місткості мають складніше внутрішнє устаткування в порівнянні із спорудженнями малої місткості. Місткість укриття визначається потребою в укритті потрібної кількості людей в короткі терміни.

Прикладом укриття великої місткості може бути стоянка двоповерховий гараж. Перевага заслуговує на таке призначення сховищ, при якому приміщення відсіків більшу частину доби по можливості вільні, і в них підтримуються необхідні санітарно-гігієнічні умови.

Найбільш вигідним є зведення укриттів місткістю більше 1000 осіб, оскільки помітно знижується вартість будівництва з розрахунку на одну особу. Проте, хоч і будівництво сховищ малої місткості є нераціональним, оскільки при цьому різко збільшуються питомі витрати на кожну особу, що потребує захисту, у ряді випадків їх будівництво є необхідним.

Наприклад, такі укриття будуються для захисту обслуговуючого персоналу на особливо відповідальних ділянках промислових підприємств з

безперервною технологією виробництва (хімічна, харчова, комунальна, енергетична, металургійна та тощо).

За місцем розташування укриття підрозділяються на:

- окремо розташовані;
- вбудовані (розташовані в підвалах і перших поверхах будівель і споруд);
- обладнані в гірських виробленнях (вугільних, рудних, соляних, вапняних, гіпсових) і природних порожнинах.

Укриття, що окремо розташовані, автономні, будуються поза будівлями і спорудами. Зазвичай вони повністю або частково заглиблені і обсіпані зверху і з боків ґрунтом. Розміщують їх на вільних територіях підприємств, в дворах, скверах, парках і інших місцях, за можливістю поза зоною можливих завалів від наземних споруд.

Поверхню над спорудою можна використати для різних цілей: озеленення, майданчиків, автостоянок і т. п. Під них можуть бути пристосовані різні підземні переходи і галереї, метрополітени, гірські вироблення. Розміщувати такі укриття варто на відстані висоти будівлі, що розташована поруч [9].

Найбільше поширення здобули вбудовані укриття. Їхня перевага полягає в дешевизні у порівнянні з окремо розташованими укриттями. Зазвичай вбудовані укриття є готовим фундаментом для наземної будівлі. Їм не потрібно окрему територію і комунікації при будівництві, вони зручніші в експлуатації і можуть швидко без виходу людей з будівлі заповнюватися за необхідністю, за сигналом «Повітряна тривога». Тому будівництво заглиблених (із заглибленням підлоги менше 1,5 м від планувальної відмітки землі) або окремо розташованих укриттів, допускається при неможливості облаштування вбудованих укриттів або при зведенні об'єктів в складних гідрогеологічних умовах, при відповідному обґрунтуванні розміщуються окремо розташоване укриття, на відстані висоти будівлі, що розташована поруч.

Одна з особливостей вбудованих укриттів - наявність аварійного виходу для евакуації людей із споруди при руйнуванні наземних поверхів будівлі. За межі будівлі виходять також повітрозабірні, повітровикидні і газовихлопні пристрої.

Під вбудовані укриття зазвичай використовують підвальні або напівпідвальні поверхи виробничих, громадських і житлових будівель (перевага віддається будівлям меншої поверховості) [9].

Такі укриття мають велику перевагу за техніко-економічними та експлуатаційними показниками. Розміщуючись у підземній частині будівлі, вони становлять із нею єдиний обсяг, виконуючи, зазвичай, функцію фундаменту.

Укриття можуть бути розміщені на усій площі підвалу або займати частину його (переважно центральну), а можуть і виходити за контур будівлі. Якщо за контур будівлі виносять значну частину споруди або блок допоміжних приміщень, то такі споруди називають вбудовано-прибудованими.

Укриття можуть бути запроектовані і побудовані одночасно з основною будівлею, або можуть бути обладнані у вже існуючих підвальних приміщеннях будівель.

Також для захисту населення можуть бути пристосовані гірські вироблення.

Гірські вироблення - вільні вироблені порожнини, що утворюються в товщі землі при видобутку корисних копалин.

Вони є економічнішими в порівнянні із захисними спорудами, що зводяться на поверхні.

Гірські вироблення мають високий захист від сучасних засобів ураження. Розташування вироблень забезпечує повний захист від проникаючої радіації, світлового випромінювання, а також значне зниження дії ударної хвилі та іонізуючого випромінювання при радіоактивному зараженні місцевості.



Поперечні розміри гірських вироблень визначаються їх призначенням і можуть коливатися у великих межах. Мінімальні розміри поперечного перерізу гірських вироблень, що пристосовуються під захисні споруди, приймаються наступними: висота 1,8 м та ширина 2 м [25].

Незважаючи на високі природні захисні властивості, не усі гірські вироблення придатні для розміщення в них захисних споруд.

Гірські вироблення не можуть використовуватися для укриття населення, якщо:

1. Існує значний гірський тиск, який не лише постійно впливає на вироблення, але і збільшується у міру поглиблення розробки родовищ. В деяких випадках гірський тиск призводить до того, що ЗС деформуються настільки, що подальша їх експлуатація стає неможливою. Особливо схильні до такої деформації захисно-герметичні вузли: двері, ставні та ін.

2. Газовий склад, температура і вологість повітря у виробленнях відрізняються від аналогічних показників на поверхні. За змістом кисню і азоту шахтне повітря при промисловій вентиляції мало відрізняється від атмосферного, хоча частина кисню в деяких шахтах витрачається на окислювальні процеси. Небезпеку для організму людини представляють шкідливі гази - метан, сірководень, сірчистий газ, чадний газ та ін., які виділяються при, технологічних процесах розкриття гірських порід.

За часом зведення укриття підрозділяються на:

- заздалегідь зведені, будуються в основному в мирний час;
- швидкоспоруджувані - що будуються на вільних майданчиках, усе внутрішнє устаткування і облаштування таких споруд (окремі вузли системи повітропостачання, захисні герметичні двері, лавки і нари) прості у виготовленні і можуть бути зроблені на місцях. Тому ЗС подібного типу часто називають укриттями із спрощеним устаткуванням або укриттями, що швидко зводяться [25].

По використанню в мирний час укриття діляться на:

- використовувані в інтересах економіки і обслуговування населення;

- невживані;

Використовувані укриття діляться на:

- виробничі приміщення;
- складські приміщення;
- культурно-дозвілля;
- приміщення ремонтних бригад і чергового персоналу;
- допоміжні приміщення лікувальних установ;
- приміщення побутового обслуговування і торгівлі;
- спортивні приміщення;
- гаражі;
- стоянки;
- санітарно-побутові приміщення (гардеробні, умивальні);
- технологічні, транспортні і пішохідні тунелі;
- колектори.

Від призначення і характеру використання приміщень в мирний час багато в чому залежать складність внутрішнього устаткування і інженерних мереж, оснащеність агрегатами, механізмами і приладами.

За забезпеченням електроенергією укриття діляться:

- на забезпечувані від мережі міста або підприємства;
- забезпечувані від мережі міста і захищеного джерела (дизель-електричної станції).

За матеріалом конструкцій укриття можуть бути:

- з лісоматеріалів; комплексні;
- з кам'яними (блоковими) стінами;
- тканинні і тканекаркасні;
- металеві і залізобетонні.

Залізобетонні у свою чергу діляться на збірно-монолітні споруди, монолітні і збірні. Найбільш широке поширення отримали збірно-монолітні споруди.

За забезпеченням фільтровентиляційним устаткуванням (ФВО) укриття

діляться на:

- укриття з ФВО промислового виготовлення (на два і три режими вентиляції);

- укриття із спрощеним ФВО у поєднанні з промисловим устаткуванням (на один, два і три режими вентиляції).

Вимоги до планування і устаткування.

ДБН В.2.2-5-97. [11] встановлює вимоги до об'ємно-планувальних та конструктивних рішень захисних споруд, до санітарно-технічних та інших пристроїв та обладнання (стосовно їх класів):

- укриття повинні розташовуватися в місцях найбільшого зосередження людей, для укриття яких вони призначені, з радіусом збору укритих не більше 500 метрів;

- конструкції укриттів мають бути міцними і захищати від прямого попадання засобів високоточної зброї, витримувати дію надмірного тиску у фронті ударної повітряної хвилі ядерного вибуху, сейсмічних хвиль різного походження, забезпечувати послаблення іонізуючих і інших випромінювань до допустимого рівня, захист від перегрівання і задимлення при пожежах і задовольняти вимогам теплотехнічного розрахунку в умовах експлуатації притулків в мирний і військовий час;

- укриття повинні забезпечувати захист від обвалення будівлі, розташованої над притулком або по сусідству з ним;

- укриття додатково повинні забезпечувати захист осіб що підлягають укриттю в зоні можливого хімічного зараження від аварійно хімічно небезпечних речовин;

- внутрішнє планування укриттів має бути орієнтоване на їх використання в мирний час в інтересах економіки і обслуговування населення;

- системи життєзабезпечення повинні створити умови для безперервного перебування в укритті, розрахункової кількості людей, не менше ніж на 2 доби, а в окремих випадках - до 5 діб.

Укриття складаються з основного приміщення, призначеного для розміщення людей (ПУ, медичний відсік), і допоміжних приміщень - входів, фільтровентиляційної камери, санітарного вузла, для опалювального пристрою, а у ряді випадків і приміщень для захищеної дизельної установки і артезіанської свердловини [25].

Від ударної хвилі та уламків будівель, що руйнуються, захищають міцні огорожувальні конструкції (стіни, перекриття, захисно-герметичні двері, віконниці та ворота), противибухові пристрої та клапани на повітрязбірних вихлопних та інших отворах. Ці конструкції захищають також від впливу проникаючої радіації, світлового випромінювання та високих температур. Приміщення, призначене для розміщення осіб що укриваються, розраховується з певної кількості людей: на одну особу передбачається не менше  $0,5 \text{ м}^2$  площі підлоги при двоярусному розташуванні нар;  $0,4 \text{ м}^2$  – при триярусному та  $1,5 \text{ м}^3$  внутрішнього обсягу. Приміщення великої площі розбивається на відсіки місткістю на 50-75 осіб. У приміщенні (відсіках) обладнуються дво- або триярусні нари-лавки для сидіння та полиці для лежання; місця для сидіння влаштовуються розміром  $0,45 \times 0,45 \text{ м}$ , а для лежання -  $0,55 \times 1,8 \text{ м}$ . Висота лав першого ярусу має бути  $0,45 \text{ м}$ , нар другого ярусу  $1,4 \text{ м}$ , третього –  $2,15 \text{ м}$  від підлоги. Кількість місць для лежання має прийматися рівним 20% місткості споруди при двоярусному розташуванні нар, 30% - триярусному [11].

Для того щоб у приміщення не проникало заражений радіоактивними, отруйними речовинами і бактеріальними засобами повітря, вони добре герметизуються і оснащуються фільтровентиляційним обладнанням, яке очищає зовнішнє повітря, розподіляє його по відсіках і створює в сховищах надлишковий тиск що перешкоджає проникненню забрудненого повітря всередину приміщення через дрібні тріщини в конструкціях.

У захисних спорудах передбачаються декілька режимів вентиляції:

У режимі чистої вентиляції (режим I, 48 год.) - зовнішнє повітря очищається від аерозолів (звичайного пилу) у пилофільтрах та (або)

передфільтрах. Подається він з урахуванням необхідності видалення тепловиділень та вологи, тому кількість повітря в залежності від кліматичного поясу може коливатися у широких межах. Норма подачі для сховищ  $8 - 13 \text{ м}^3 \text{ год} * \text{ люд}$ . [11].

Режим фільтровентиляції (режим II, 24 год.), повітря додатково пропускають через фільтри-поглиначі, де воно проходить дво- або триступінчасте очищення в пилофільтрах, передфільтрах і фільтрах-поглиначах. Норма подачі для укриттів - не менше  $2 \text{ м}^3$  на одну особу на годину.

Повної ізоляції (режим III, 12 год.) передбачається в укриттях, на підприємствах та в інших місцях, де можлива загазованість зовнішнього повітря продуктами горіння або аварійно-хімічно небезпечними речовинами, захист від яких не забезпечується звичайними фільтрами-поглиначами. У них забезпечується регенерація з частковою або повною ізоляцією внутрішнього повітря та створення підпору. Мережі повітроводів, розташовані в укритті, фарбуються у відмітні кольори: режиму чистої вентиляції - у білий, режиму фільтровентиляції – у жовтий, режиму повної ізоляції - в червоний. Труби рециркуляції повітря забарвлюються також в червоний колір.

Укриття зазвичай має не менше двох входів, розташованих в протилежних сторонах. Вбудоване укриття повинне мати, крім того, аварійний вихід.

Аварійний вихід є підземною галереєю з виходом на не завалювану територію через вертикальну шахту, що закінчується міцним оголовком (не завалюваною вважається територія, розташована на відстані від навколишніх будівель, рівному половині висоти найближчої будівлі плюс 3 м).

Аварійний вихід закривається захисно-герметичними ставнями, дверима або іншими пристроями, що відкриваються, для відсікання ударної хвилі.

У укритті обладнуються різні інженерні системи: електропостачання (труби з електропроводкою забарвлені у чорний колір), водопостачання

(труби забарвлені у зелений колір), опалення (труби забарвлені у коричневий колір). У ньому обладнується також радіотрансляційна точка (гучномовець) та встановлюється телефон (за можливості організується радіозв'язок).

У приміщеннях укриття розміщуються, крім того, комплект засобів для ведення розвідки (дозиметричні прилади, прилади хімічної розвідки), захисний одяг, засоби гасіння пожежі, аварійний запас інструменту, засоби аварійного освітлення, запас продовольства і води.

В укриттях великої місткості можуть бути виділені приміщення під комору для продуктів харчування і під медичну кімнату. При чисельності укритих до 150 чоловік, приміщення зберігання продуктів слід приймати площею 5 м<sup>2</sup>. На кожні 150 укритих понад 150 чоловік, площа приміщення збільшується на 3 м<sup>2</sup>. Приміщення обладнуються стелажми, висота яких не повинна перевищувати 2 м. При цьому мінімальна відстань від верхньої полиці до виступаючих частин перекриття слід приймати не менше 0,5 м. Вхідні двері повинні бути суцільними, без порожнин, оббиті покрівельною оцинкованою сталлю на висоту 0,5 м., на дверях слід передбачати встановлення замків [5].

На підприємствах з найбільшою працюючою зміною 600 чоловік і більше в одній із ЗС передбачається приміщення для пункту управління підприємства.

На підприємствах з найбільшою працюючою зміною до 600 чоловік в ЗС замість пункту управління належить обладнати телефонну і радіотрансляційну точки для зв'язку з місцевим штабом ЦЗ.

Приміщення для дизельної електростанції обладнується біля зовнішньої стіни будівлі, відокремлюючи його від інших приміщень герметичною вогнетривкою стіною з межею вогнестійкості 1 год. Входи в ДЕС із ЗС повинні бути обладнані тамбуром із двома герметичними дверима, що відкриваються у бік ЗС.

У заставних (трубчастих) частинах після прокладення кабелів електропостачання і зв'язку повинна передбачатися заливка вільного



простору мастикою. У інших введеннях вільний простір усередині слід заповнити прокладеннями ущільнювачів.

У укритті повинні бути також документи, що визначають характеристику та правила утримання його, паспорт, план, правила утримання та таблиць оснащення укриття, схема зовнішніх та внутрішніх мереж із зазначенням пристроїв, що відключають, журнал перевірки стану укриття та інші.

Протирадіаційні укриття.

Протирадіаційне укриття (ПРУ) - захисна споруда, що забезпечує захист укритих від дії іонізуючих випромінювань при радіоактивному зараженні (забрудненні) місцевості і допускає безперервне перебування в ній укритих впродовж певного часу. [11]

Крім того, ПРУ здатні захищати людей від світлового випромінювання, частково від ударної хвилі ядерного вибуху, від безпосереднього попадання на шкіру і одяг людей крапель отруйних речовин і аерозолів бактерійних засобів.

Протирадіаційні укриття створюються для захисту:

- працівників організацій, розташованих за межами зон можливих сильних руйнувань і продовжуючих свою діяльність в період мобілізації і у військовий час;

- населення міст і інших населених пунктів, не віднесених до групи по цивільній обороні, а також населення, евакуйованого з міст, віднесених до групи по цивільній обороні, зон можливих сильних руйнувань організацій, віднесених до категорії особливої важливості по цивільній обороні, і зон можливого катастрофічного затоплення. [5]

Пристосування під ПРУ будь-якого придатного приміщення зводиться в основному до виконання робіт по підвищенню його захисних властивостей, герметизації і облаштуванню простої вентиляції.

Протирадіаційні укриття класифікуються за наступними ознаками:

- за захисними властивостями;

- за місцем забудови;
- за місткістю;
- за фондом приміщень під ПРУ;
- за забезпеченням вентиляцією.

За захисними властивостями ПРУ підрозділяються на наступні групи

[9]:

- П1 - з коефіцієнтом послаблення радіації 200;
- П2 - з коефіцієнтом послаблення радіації 200;
- П3 - з коефіцієнтом послаблення радіації 100;
- П4 - з коефіцієнтом послаблення радіації 100;
- П5 - з коефіцієнтом послаблення радіації 50.

За місцем в забудови розрізняють

- вбудовані;
- окремо розташовані протирадіаційні укриття.

За місткістю ПРУ діляться на укриття місткістю :

- 5-50 осіб залежно від площі приміщень укриттів обладнаних в існуючих будівлях і спорудах;
- від 50 осіб і більше у будівлях, що знову будуються, і спорудах з

укриттями.

За фондом пристосовуваних приміщень протирадіаційні укриття діляться на:

- підвали і підпілля у будівлях і приміщеннях;
- цокольні і перші поверхи будівель (житлових, виробничих, допоміжних, побутових і адміністративних);
- окремо розташовані споруди;
- гірські вироблення і природні порожнини;
- окремо розташовані швидкостроєні укриття (з елементів промислового виготовлення, з лісоматеріалів, з місцевих матеріалів).

За забезпеченістю вентиляцією розрізняють протирадіаційні укриття з природною вентиляцією (у укриттях, обладнаних в цокольних і перших

поверхах будівель і в заглиблених укриттях, місткістю до 50 чоловік) і що мають вентиляцію з механічним спонуканням.

Під протирадіаційні укриття можуть бути пристосовані:

- підвали і підпілля житлових, громадських, виробничих і інших будівель і споруд;
- окремо стоячі заглиблені споруди, призначені для виробничих, складських, і побутових потреб (заглиблені гаражі, погребі, підпілля, склади, и.т.д.)
- окремі приміщення в цокольних поверхах кам'яних (бетонних) і цегляних будівель, що мають мінімальну площу зовнішніх відкритих стін, віконних і інших отворів.

Протирадіаційні укриття, обладнані в підвальних поверхах житлових, громадських, виробничих і допоміжних будівель, повинне мати подвійне призначення. Під час експлуатації в мирний час захисні властивості його не повинні порушуватися [29].

Приміщення і споруди, що намічаються до пристосування під ПРУ, повинні задовольняти наступним основним вимогам:

- приміщення повинні розташовуватися у поблизу місць перебування осіб для укриття;
- місце розташування ПРУ повинне унеможливити затоплення його зливовими, паводковими і ґрунтовими водами, а також іншими рідинами при руйнуванні розташованих поблизу резервуарів, колекторів, магістральних і технологічних трубопроводів і ємностей;
- входи в ПРУ повинні знаходитися на відстані рівному встановленому радіусу збору від місць роботи і проживання осіб для укриття, відповідно до чинних нормативних документів;
- зовнішні захисні конструкції повинні забезпечувати необхідну ступінь послаблення радіаційної дії або допускати можливість їх потовщення;
- відмітка підлоги укриття повинна знаходитися вище за рівень

грунтових вод не менше чим на 0,2 м (за наявності надійної гідроізоляції допускається пристосовувати підвальне приміщення існуючих будівель і споруд, підлога яких розташована нижче рівня ґрунтових вод );

- висота приміщень після проведення робіт з пристосуванням має бути не менше 1,7 м;

- вогнестійкість будівель і споруд, що пристосовуються під ПРУ і розташовані в зоні можливих слабких руйнувань, повинна бути не нижче 2-го ступеня. Основні будівельні конструкції приймаються вогнетривкими (за групою займання) [30].

На захисні властивості заглиблених приміщень, що пристосовуються під ПРУ, впливають такі фактори:

- ступінь підвищення приміщення над землею;
- матеріал, конструкція та розташування зовнішніх стін приміщення по відношенню до зовнішніх стін будівлі (споруди);
- матеріал, конструкція покритих приміщень, а також віддаленість від перекриття будівлі;
- можливість потрапляння радіоактивних опадів у суміжні приміщення, що знаходяться над ними, в результаті чого знижуються їх захисні властивості;
- число та місцезнаходження отворів та огорожувальних конструкціях, що мають зазвичай нижчий коефіцієнт захисту, ніж сама огорожа;
- щільність забудови ділянок.

При виборі приміщень для укриття необхідно виходити з того, що підвали дерев'яних будівель мають коефіцієнт захисту 7-16, а в кам'яних - 50-500, при розміщенні приміщень в середній частині підвалу кам'яного будинку в кілька поверхів - 500-1000 [30].

За наявності повної забезпеченості захисними спорудами усіх укритих і можливості вибору перевага віддається заглибленим приміщенням, що знаходяться в кам'яних будинках і в кварталах з найбільш

високою щільністю забудови, — коефіцієнт захисту таких приміщень в 1,5-2,0 разу вище, ніж приміщень у окремо стоячих будівлях [40].

У протирадіаційних укриттях, як і в укриттях, передбачаються основні і допоміжні приміщення. Площа приміщення для осіб, що підлягають укриттю розраховується виходячи з норми на одну людину 0,4-0,5 м<sup>2</sup>. Обладнується не менше 2 входів з установкою звичайних дверей при забезпеченні їх щільного прилягання. Слід звернути увагу, що двері в ПРУ, що знаходиться в зоні дії ударної хвилі, при режимі укриття людей до моменту дії цієї хвилі мають бути відкриті. В цьому випадку ударна хвиля, що затікає в ПРУ, не наносить людям травм і в той час компенсує зсередини надмірний тиск, діючий зовні. Після проходження ударної хвилі двері в ПРУ щільно закриваються. ПРУ аварійних виходів не мають.

Підвальні і заглиблені приміщення, придатні для укриття населення.

Пристосування підвальних і заглиблених приміщень будівель і споруд для захисту населення в сучасних умовах є одним з основних напрямів нарощування фонду захисних споруд.

Для цього організовується вибір приміщень, постановка їх на облік і, у разі потреби, дообладнання їх до вимог, що пред'являються до укриттів і протирадіаційних укриттів. У загальному вигляді пов'язані з цим заходи з нарощування засобів колективного захисту відображаються в територіальних і об'єктових планах по цивільного захисту.

При виборі приміщень для пристосування їх під ЗС основна увага приділяється оцінці захисних властивостей їх конструкцій, об'ємно-планувальних рішень приміщень, а також відповідності санітарно-технічних систем будівель і споруд вимогам нормативних документів з проектування захисних споруд.

Для пристосування під укриття найбільш придатні підвальні і інші заглиблені приміщення, перекриття яких витримують навантаження від обвалення розташованих вище поверхів і конструкцій або дозволяють певним чином посилити ці конструкції. Це, як правило, підвальні

приміщення промислових будівель, перекриття яких розраховані на навантаження від верстатного і іншого важкого устаткування, адміністративних будівель, житлових кам'яних будівель з перекриттями зі збірних і монолітних залізобетонних конструкцій [31].

При пристосуванні підвальних і заглиблених приміщень будівель і споруд для захисту населення дуже важливо забезпечити необхідні захисні властивості захисних конструкцій від радіаційної дії. Вони повинні забезпечувати захист осіб від гама випромінювання, радіоактивного забруднення місцевості. Це в першу чергу відноситься до перекриттів, а також до ділянок зовнішніх стін, що виступають вище за рівень землі.

Необхідно мати на увазі, що всі перелічені заходи проводяться в період приведення захисних споруд у готовність до використання за призначенням, а планування цих заходів та підготовка необхідних матеріалів має здійснюватися завчасно [26].

Швидкосторуджувані укриття.

Для найбільшої працюючої зміни об'єктів економки, не забезпеченої захисними спорудами цивільного захисту, що відповідає вимогам норм інженерно-технічних заходів ЦЗ, планується будівництво укриттів, що швидко будуються.

Швидкосторуджувані укриття - захисна споруда, що зводиться в короткі терміни в період переходу з мирного на воєнний стан і у воєнний час із застосуванням збірних захисних конструкцій і спрощеного внутрішнього обладнання, виробництво якого організовується на місцях [26].

Залежно від призначення і захисних властивостей швидкосторуджувані ЗСЦЗ підрозділяються на швидкосторуджувані укриття (ШУ) і швидкосторуджувані протирадіаційні укриття (ШПРУ). Їх захисні властивості повинні відповідати вимогам норм проектування інженерно-технічних заходів цивільної оборони.

Будівництво ШУ здійснюють з промислових (збірні залізобетонні елементи, цеглина) або місцевих (дерево, камінь, хмиз) будівельних



матеріалів. При зведенні ШУ допускається використання цементного розчину, що служить вирівнюючим шаром при установці (укладанню) конструкцій, а також для закладення швів або щілин. Конструктивні рішення швидкоспоруджуваних укриттів залежать від застосовуваних матеріалів і виробів.

Розміри швидкоспоруджуваних укриттів мінімізуються за можливістю, з урахуванням раціонального розміщення внутрішнього устаткування і забезпечення перебування осіб в споруді не менше двох діб. Малі прольоти швидкоспоруджуваних укриттів накладають свій відбиток на планувальні схеми. Зазвичай такі споруди мають витягнуту форму в плані. Мінімальне заглиблення конструкцій - 1,5 м.

При розрахунковій місткості 50 і більше осіб в укритті передбачаються два режими вентиляції (чистій вентиляції і фільтровентиляції). Вентиляційні і електротехнічні системи і пристрої виконуються на основі серійного устаткування. Уся інше устаткування виготовляється за місцем будівництва.

Висоту приміщень швидкоспоруджуваних ЗС (відстань від підлоги до виступаючих конструкцій покриття), яка може бути різною залежно від застосовуваних конструкцій і матеріалів для будівництва, рекомендується приймати не менше 2,15 м, а при одноярусному розташуванні місць - не менше 1,85 м. Норми площі для швидкоспоруджуваних захисних споруд відповідають нормам площі відповідних ЗСЦЗ. Проте якщо розрахункова температура зовнішнього повітря вище  $25^{\circ}\text{C}$ , то для зняття теплонадлишків норма площі може бути збільшена до  $0,75\text{ м}^2$  і до  $1\text{ м}^2$  для дітей до 12 років.

Будівництво швидкоспоруджуваних захисних споруд планується завчасно.

Для будівництва вибираються вільні ділянки між виробничими і іншими будівлями. Споруди розміщуються на видаленні 20-25 м від будівель і один одного [26].

Таким чином, ЗСЦЗ призначаються:

- для захисту працівників підприємств і населення;

- для розміщення органів управління (командні пункти, пункти управління, вузли зв'язку);
- для захисту техніки, матеріальних і культурних цінностей;
- для медичних установ.

### 1.3 Розміщення захисних споруд цивільного захисту

Згідно ДБН В.1.2-4:2019 «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту» [9], ДБН В.2.2-5-97. «Будинки і споруди. Захисні споруди цивільної оборони» [11] і інших нормативних документів з проектування житлових, громадських виробничих і допоміжних будівель і споруд визначаються ступень захисту, конструктивно-планувальні рішення, вимоги до систем життєзабезпечення захисних споруд, порядок їх використання в мирний час.

У мирний час під ЗС слід обладнати: підвальні, цокольні і перші поверхи будівель, що зводяться і вже існуючих споруд; окремі заглиблені споруди різного значення; споруди у підземному просторі міста та інші підземні природні порожнини.

Розміщувати їх слід таким чином, щоб входи в них знаходилися на відстані від виходів будівель і споруд, в яких знаходиться населення, що підлягає укриттю, що не перевищує радіусу збору, що встановлений для зазначених будівель та споруд.

ЗС слід максимально наближати до місць знаходження людей і максимально видаляти від ємностей з аварійно хімічно небезпечними речовинами, радіоактивними, пожаро- і вибухонебезпечними речовинами, від гідротехнічних споруд.

При розміщенні захисних споруд рекомендується віддавати перевагу спорудам вбудованого типу та підземному просторі міста. [5]

З огляду на те, що ЗС є об'єктами, що зводяться інженерними способами, то створена по всій країні на основі певних принципів сукупність цих об'єктів дістала назву – «Система інженерного захисту населення» [26].

Усі укриття (окрім укриттів, розташованих в межах меж проектної забудови атомних станцій) повинні забезпечувати захист осіб від дії надмірного тиску у фронті повітряної ударної хвилі  $P_{\phi}$  рівного  $1 \text{ кг/см}^2$  і мати ступень послаблення проникаючої радіації захисними конструкціями тобто величину  $A$ , що дорівнює 100, або коефіцієнт захисту  $K_z$ , що становит 100 [18].

Захисні споруди ЦЗ повинні будуватися в місцях найбільшого зосередження людей. Їх слід розміщувати на території об'єктів, в житлових районах міст і населених пунктів в межах радіусу збору укриваних.

Радіус збору осіб для укриття складає:

- при забудові одноповерховими будівлями - 500 м;
- при забудові багатоповерховими будівлями - 400 м.

У тих випадках, коли за межами радіусу збору виявляються групи тих, що укриваються, слід передбачати укриття, що мають тамбур-шлюзи у вході.

Захисні споруди слід розміщувати:

вбудовані - розташовуються під будинками найменшої поверховості з тих, що будуються на даному майданчику. Їх слід розміщувати у підвальних, цокольних та перших поверхах будівель та споруд. Розміщення укриттів на перших поверхах допускається з дозволу міністерств та відомств при техніко-економічному обґрунтуванні;

окремо розташовані - на відстані від будівель і споруд, рівному їх висоті.

Крім того, через укриття не допускається прокладення транзитних інженерних комунікацій стислого повітря, газопроводів, паропроводів, трубопроводів з перегрітою водою. Не допускається також розміщення укриттів поблизу місткостей і технологічних установок з вибухонебезпечними продуктами, трубопроводів великого діаметру, по яких передаються рідини (особливо вогненебезпечні і шкідливі). Укриття мають бути видалені на 15 м і більше від ліній водопостачання і напірної каналізації діаметром більше 250 мм і захищені від можливого затоплення [36].

У складних гідрогеологічних умовах необхідно передбачати надійну гідроізоляцію, установку водозбірників усередині споруди або піднімати укриття над рівнем землі. У цьому випадку виступаючі стіни та покриття обваловуються ґрунтом.

Системи життєзабезпечення укриттів повинні забезпечувати безперервне перебування в них розрахункової кількості укриваних впродовж 2-х діб [5].

Виходи в укриттях обладнуються шахтного типу, обладнані захищеними оголовками з висотою 1,2 м або 0,5 м в залежності від видалення оголовка від будівлі. Віддалення оголовків залежно від висоти та типу будівель приймається згідно з таблицею 1.1 [11].

Таблиця 1.1 - Віддалення оголовків залежно від висоти та типу будівлі

Будівлі	Відстань від будівлі до оголовка, м, при $h_{ог}$ , м	
	0,5	1,2
Виробничі одноповерхові	0,5 Н	0
Виробничі багатоповерхові	Н	0,5 Н
Адміністративно -бытовые корпуси, житлові будівлі	Н	0,5 Н + 3

При розрахунках, якщо віддалення оголовків менше відстаней, зазначених у таблиці 1.1, їх висоту слід приймати за інтерполяцією між величинами 0,5 і 1,2 м і висотою оголовка в межах контуру зруйнованої будівлі  $h_{огз}$ , що дорівнює  $0,15Н$  для одноповерхових виробничих і  $h_{огз}$  рівної  $0,25Н$  для адміністративно-побутових та житлових багатоповерхових будівель. На відстані від будівлі до відкритої частини аварійного виходу більше висоти будівлі допускається замість захищеного оголовка

влаштувати сходовий спуск із поверхні землі.

Для безпосередньої підготовки, обслуговування ЗС і проведення заходів з укриття населення в ЗС згідно з наказом МВС наказ №579 від 09.07.2018 «Про затвердження вимог з питань використання та обліку фонду захисних споруд цивільного захисту» в організаціях, що експлуатують ці споруди, створюються ланки з обслуговування ЗС.

Таким чином, під ЗС в мирний час слід обладнати підвальні, цокольні і перші поверхи будівель, що зводяться і вже існуючих, і споруд, окремі заглиблені споруди різного значення, споруди в підземному просторі міста та інші природні підземні порожнини.

Захисні споруди слід розміщувати на території об'єктів, в житлових районах міст і населених пунктах в межах радіусу збору укриваних, максимально наближаючи до місць знаходження людей і максимально видаляючи від ємностей з аварійно-хімічно небезпечними речовинами, радіоактивними, пожаро і вибухонебезпечними речовинами, від гідротехнічних споруд.

#### 1.4 Висновки по розділу

Захист населення країни у надзвичайних ситуаціях мирного та воєнного часу (особливий період) – одне з найважливіших державних завдань, яке здійснюється єдиною державною системою цивільного захисту, яка складається з функціональних і територіальних підсистем та їх ланок. Як у минулому, так і в даний час одним із шляхів вирішення цього завдання є накопичення фонду захисних споруд цивільного захисту. Накопичення фонду захисних споруд проводиться завчасно, шляхом нового будівництва за поточними планами та пристосування існуючих приміщень під захисні споруди цивільного захисту. В «Основних засадах захисту населення» зазначається, що захист населення передбачає створення необхідних умов для збереження життя, запобігання чи максимальному зниженню втрат

населення. Однією з необхідних умов для цього є проведення завчасних інженерних заходів щодо укриття населення у разі воєнних дій або внаслідок цих дій у захисних спорудах, а також при надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, виходячи з принципу розумної достатності як за місткістю, так і за ступенем захисту споруд цивільного захисту.

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.

## РОЗДІЛ 2

### УСТРІЙ ЗАХИСНИХ СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

#### 2.1 Планування та склад приміщень

Неодмінна вимога до захисних споруд - вони мають раціонально використовуватися, тобто - мати подвійне призначення. Тому, крім вимог до захисту, враховують об'ємно-планувальні та технологічні особливості приміщень та внутрішнього обладнання, пов'язані з роботою у мирний час. Під час звичайної експлуатації захисні властивості та герметизація укриттів та ПРУ не повинні порушуватись. При цьому необхідно враховувати час, необхідний для звільнення споруд та приведення в готовність до використання за призначенням. Тому перевага заслуговує на таке призначення сховищ і ПРУ, при якому приміщення відсіків більшу частину доби за можливості вільні, і в них підтримуються необхідні санітарно-гігієнічні умови. Це вбиральні, кімнати відпочинку, приміщення для чергових бригад, приміщення для занять та багато інших.

Окремо слід сказати про споруди, які використовуються як гаражі-стоянки легкових автомобілів. Сама машина на стоянці займає лише близько 25% корисної площі, тому такі споруди практично завжди можуть прийняти людей, що потребують захисту, навіть якщо не вистачить часу для вивезення автомобілів.

В укриттях планування та склад приміщень залежать від місткості споруди, конструктивних особливостей, характеру використання у мирний час, зручності заповнення та розміщення осіб та інших причин. Приміщення поділяються на основні та допоміжні. Основними приміщеннями є відсіки, де розміщують людей (рис. 2.1, 2.2), пункт управління, медпункт, тамбури, шлюзи. До допоміжних належать фільтровентиляційні камери, приміщення санвузлів, дизельної електростанції, баків для води або артезіанської свердловини, станції перекачування фекальних вод, розширювальної камери, комори та ін.

Місткість укриття визначають з норми  $0,5 \text{ м}^2$  у відсіку на 1 людину при двоярусному розташуванні та  $0,4 \text{ м}^2$  при триярусному. При цьому висота приміщень у чистоті повинна бути не менше 2,2 м, а загальний обсяг на 1 людину - не менше  $1,5 \text{ м}^3$ . Об'єм повітря враховують у межах зони герметизації за вирахуванням приміщень дизельної електростанції, тамбурів, розширювальних камер. Для зняття теплонадлишків у ПРУ площі та обсяг повітря можуть бути збільшені.

Деякі допоміжні приміщення розміщуються за межами зони герметизації, наприклад сховища для запасу палива та мастила, станції перекачування та ін.

Люди у відсіках розташовуються на місцях для сидіння розміром  $0,45 \times 0,45 \text{ м}$  на 1 особу, для лежання на другому та третьому ярусах нар розміром  $0,55 \times 1,80 \text{ м}$ . Кількість місць для сидіння при двох ярусах становить 80%, при трьох ярусах – 70%.

Укриття часто заглиблюють на 3 - 4 м і більше, внаслідок чого фекальні води не завжди можуть бути відведені самопливом у каналізаційну мережу, що зазвичай залягає на меншій глибині. У разі передбачається станція перекачування. Вона може бути розміщена як усередині, так і поряд із укриттям.

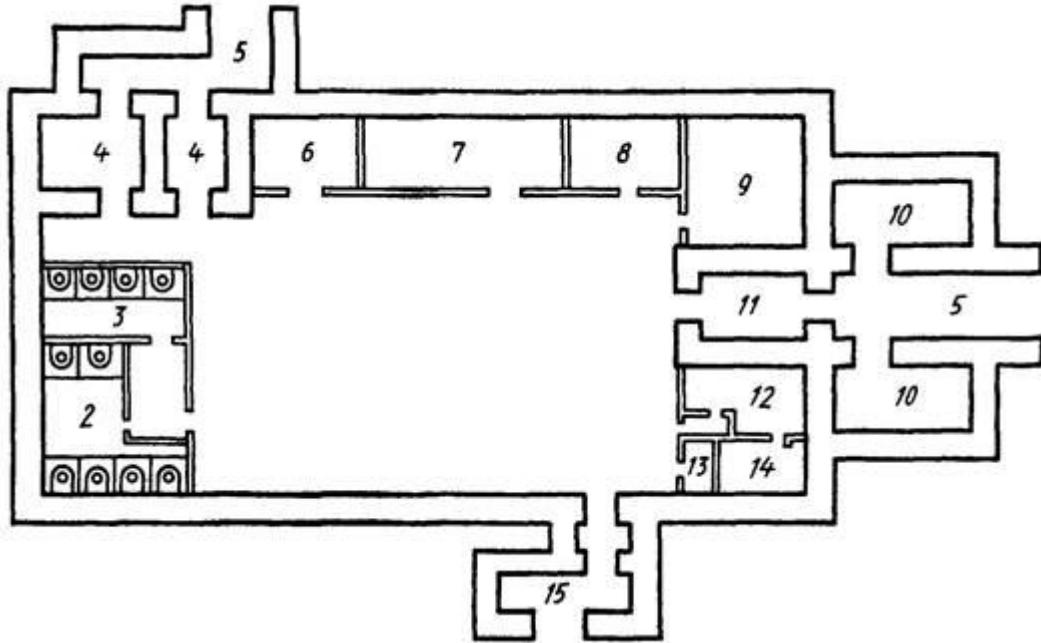
Укриття на об'єктах економіки можуть мати у своєму складі пункт управління (ПУ) для розміщення органу управління (штабу) цивільного захисту об'єкта.

В укриттях великої місткості для чіткої організації заповнення споруди людьми, їх розміщення, управління складними інженерними системами може бути влаштований ПУ площею 10 – 20  $\text{м}^2$ , обладнаний засобами радіо- та телефонного зв'язку. На об'єктах економіки ПУ захисної споруди можна поєднати з об'єктовим ПУ.

При проектуванні та будівництві прагнуть, щоб фільтровентиляційна камера, санвузли та інші допоміжні приміщення, які не потрібні для експлуатації у мирний час, займали мінімальну площу. Розміри цих



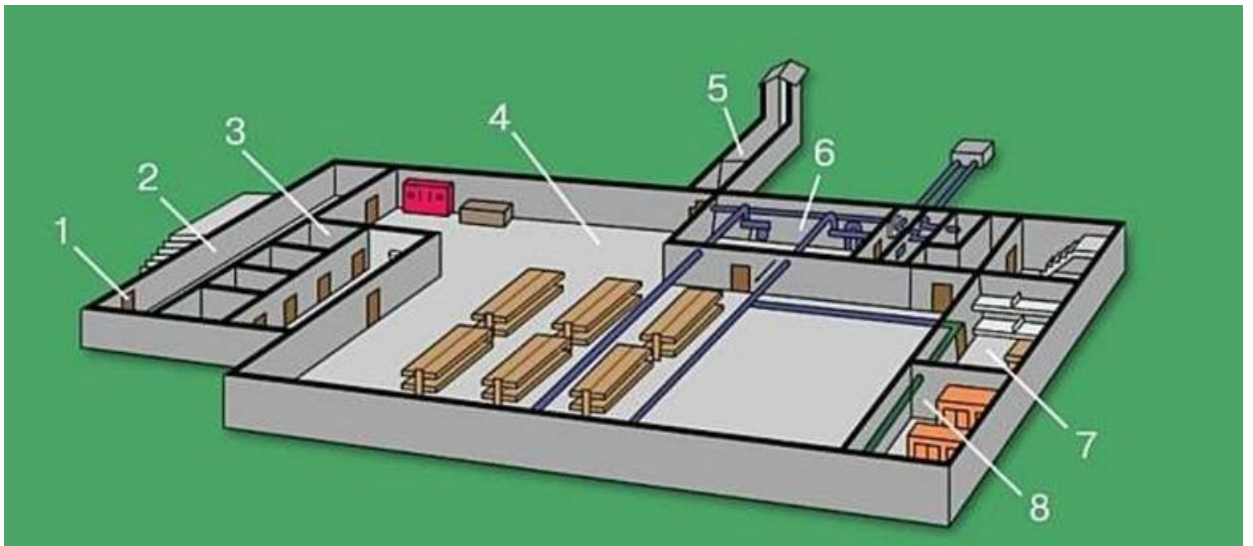
приміщень залежать від розмірів внутрішнього обладнання, яке має бути розміщене найбільш компактно, без шкоди для зручності його монтажу та експлуатації.



1, 7 – приміщення для осіб що підлягають укриттю; 2, 3 - чоловічий та жіночий санвузли; 4 – тамбури; 5 – вхідні шлюзи; 6 – складське приміщення;  
8 - комора для продуктів; 9 - фільтровентиляційна камера;  
10 - розширювальна камера; 11 – вхід; 12 – дизельна електростанція; 13 - склад пально-мастильних матеріалів; 14 – щитова; 15 – аварійний вихід

Рисунок 2.1 – План сховища

Бажано, щоб якомога більша частина обладнання (вентиляція, артезіанські свердловини) використовувалася у мирний час. Це знизить витрати на будівництво та забезпечить постійну готовність обладнання до роботи у режимі використання за призначенням. При цьому, однак, необхідно суворо стежити за тим, щоб агрегати та обладнання, що працюють у мирний час, завжди мали необхідний запас моторесурсів, який визначається нормативними термінами роботи та ін.



1 – захисно-герметичні двері; 2 – шлюзова камера; 3 – санітарно-побутові відсіки; 4 – основне приміщення для розміщення людей; 5 - галерея та оголовок аварійного виходу; 6 - фільтровентиляційна камера; 7 – медична кімната; 8 - комора для продуктів.

Рисунок 2.2 - План сховища

Медичний пункт (кімната) розміщують на максимальному віддаленні від фільтровентиляційної камери і дизельної електростанції. Санвузли намагаються видалити джерел водопостачання; входи до них мають бути через умивальну.

Дизельна електростанція повинна знаходитися в зоні захисту та мати вхід із укриття через тамбур із двома герметичними дверима. Приклад планування ЗС наведено на рис. 2.1. Укриття заповнюється через входи, тип, кількість і ширина яких залежить від місткості ЗС, його віддалення від місць перебування людей.

Біля входу має бути тамбур-шлюз із двома захисно-герметичними дверима, що забезпечує у ЗС місткістю 300 люд. і більше вхід у споруду без порушення її захисних властивостей.

На випадок евакуації людей під час руйнування наземної частини будівлі у вбудованих сховищах передбачають аварійний вихід у вигляді підземної галереї із міцним оголовком, винесеним за зону можливого завалу.

Протирадіаційні укриття, в порівнянні з сховищами, мають простіше планування (рис. 2.3). При розміщенні у підвальних або цокольних поверхах ПРУ можуть займати всю площу під будівлею або її частину. У виняткових випадках, наприклад, при високому рівні ґрунтових вод, допускається розміщувати ПРУ на перших поверхах будівель. У цих випадках обирають ізольовані приміщення у центральній частині кам'яних будівель; об'ємно-планувальні рішення таких споруд визначатимуться насамперед призначенням першого поверху будівлі у мирний час; вони не повинні порушувати виробничу діяльність організацій, у будівлі яких обладнують укриття.

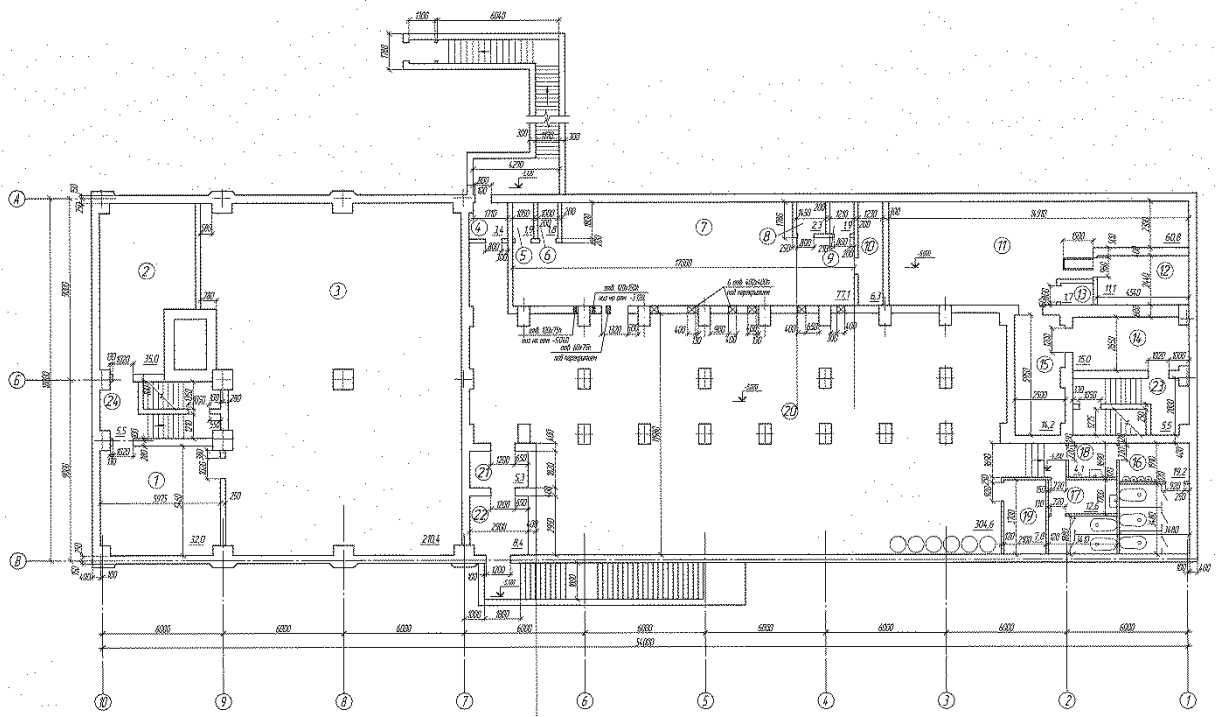


Рисунок 2.3 - Планування вбудованого ПРУ на 600 осіб

У ПРУ є основні приміщення: місця розміщення осіб, санітарні пости та медпункт і допоміжні: санвузол, вентиляційна та кімната для зберігання забрудненого верхнього одягу, приміщення ДЕС.

Площа приміщень ПРУ приймається аналогічно до приміщень сховищ.

За тими ж нормами, що й для сховищ, визначають площі для санітарних постів та медичної кімнати.

Пристосування приміщень під ПРУ включає:

- посилення конструкцій, що захищають від іонізуючих випромінювань, а в зоні впливу ударної хвилі - від додаткового навантаження;
- будову вентиляції; обладнання санвузлів та водопроводу;
- становлення нар для сидіння та лежання.

Вимоги до санвузлів ті ж, що й до санвузлів сховищ. Однак забезпеченість ними допускається знижувати до 50%, решта санвузлів може бути в суміжних з ПРУ приміщеннях. Для укриттів місткістю до 20 осіб допускається санвузол з виносною ємністю.

Окремі вентиляційні приміщення передбачають для ПРУ місткістю понад 300 осіб, при меншій місткості вентиляційне обладнання допускається розміщувати в основних приміщеннях. У ПРУ, що розраховуються тільки на захист від іонізуючого випромінювання, частина вентиляційного обладнання може бути за певних умов встановлена поза укриттям.

При проектуванні вентиляції та санітарних вузлів виходять з їх використання у мирний та воєнний час.

## 2.2. Входи та аварійні виходи

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

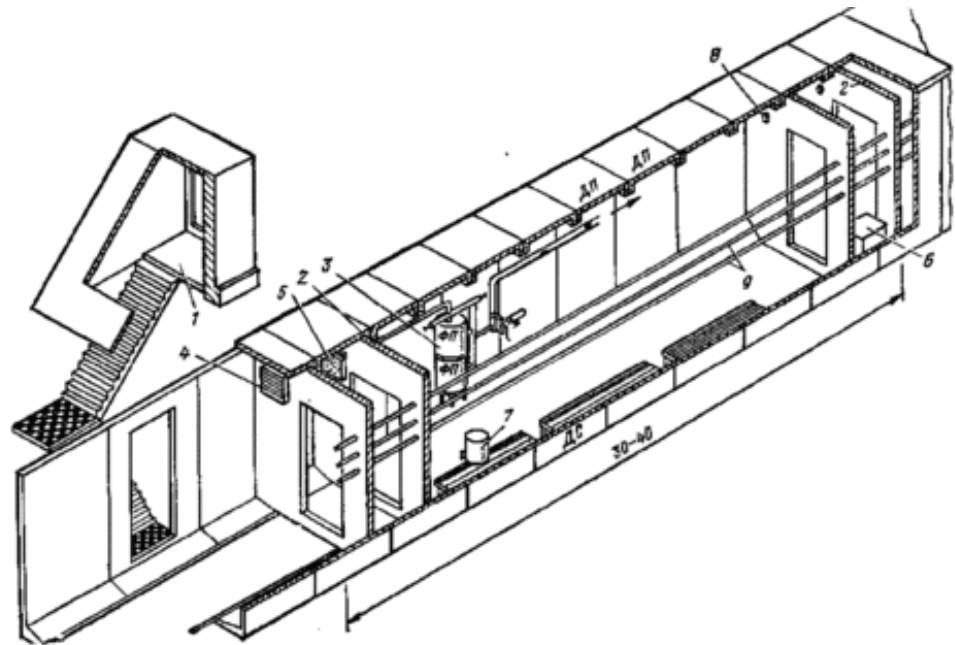
необхідність захисту отворів від факторів зброї масового ураження і пропуску розрахункового числа людей у мінімальний час. Планування входів деяких типів показано на рис. 2.4.

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  $90^\circ$ , 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.



1 – прохідна галерея (колектор); 2 – перегородки; 3 – фільтровентиляційне устаткування; 4 – захисний пристрій; 5 – фільтр; 6 – переносна ємність; 7 – запас води; 8 – клапан надмірного тиску; 9 – дроти напруги та зв'язку

Рисунок 2.4 - Планування входів в укриття

До входу в укриття зазвичай веде сходовий спуск або похилий майданчик (пандус). Ширина сходових маршів і коридорів повинна бути в 1,5 рази більша за ширину дверного отвору. Щоб запобігти завалу зовнішніх дверей, перекриття перед входом (предтамбур) посилюється на навантаження від обвалення лежачих елементів будівлі.

У тамбурі встановлюють дві двері: захисно-герметичні та герметичні, які відкриваються назовні. Розміри тамбурів визначають з таким розрахунком, щоб при відкритих дверях пропускна спроможність входів не знижувалася. У сховищах старої будівлі при встановленні плоских металевих полотен, що перекривають дверний отвір шириною 0,8 м, мінімальні розміри тамбуру 2–2,5 м<sup>2</sup>. У нових укриттях площа камери тамбуру-шлюзу при ширині дверного полотна 0,8 м становить 8 м<sup>2</sup>, а за ширини 1,2 м - 10 м<sup>2</sup>. У

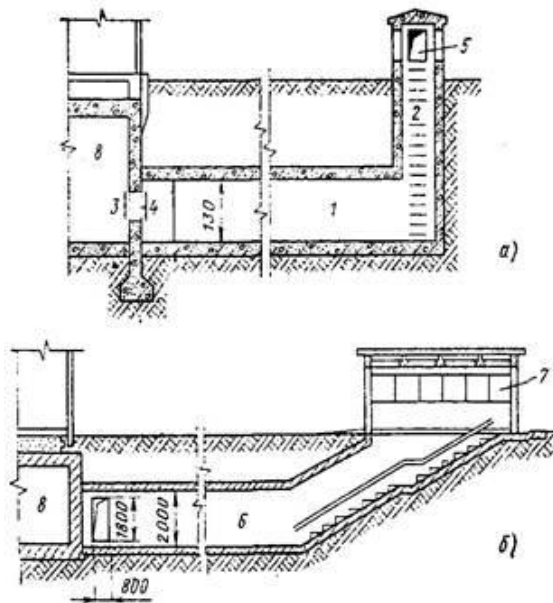
тамбурах можуть стояти також дерев'яні або металеві ґратчасті двері для природного провітрювання замкненої споруди.

Кількість входів та ширину отворів встановлюють залежно від місткості укриття, його розташування та інших факторів, що впливають на час заповнення. Найбільш поширені двері на проріз розмірами 0,8x1,8 і 1,2x2 м. Дверний проріз шириною 0,8 м в середньому розрахований на 200 осіб, а шириною 1,2 м - на 300 осіб.

Для укриттів великої місткості на головних входах отвори влаштовують ширші: розміром до 3,0x2,4 м. Це пов'язано насамперед із зручністю експлуатації у мирний час. Наприклад, для сховищ, що використовуються під гаражі-стоянки, склади, ширина проїзду для машин має бути не менше 2,2 м. Перекриваються такі прорізи спеціальними воротами.

Від дії ударної хвилі будівля може зруйнуватися, в результаті виявляться заваленими входи в укриття, розташовані в сходовій клітці. Характер завалу залежить від надлишкового тиску ударної хвилі, висоти будівлі та її конструктивних особливостей (матеріалу стін та перекриття, конструктивної схеми), а також від щільності навколишньої забудови. Встановлено, що при надмірному тиску ударної хвилі 0,05 МПа ( $0,5 \text{ кг/см}^2$ ) зона завалу становитиме близько половини висоти будівлі. Зі збільшенням тиску розліт уламків будівлі збільшуватиметься, створюючи суцільні завали вулиць та проїздів. При цьому висота завалу зменшуватиметься.

Деякі варіанти конструктивного виконання галерей аварійного виходу показано на рис. 2.5 та 2.6.



а - аварійний вихід у вигляді галереї та вертикальної шахти; б - аварійний вихід, поєднаний із входом; 1 – галерея; 2 - шахта із захищеним оголовком; 3 – герметичні ставні; 4 - захисно-герметичний ставні; 5 - отвір з жалюзійними ґратами; 6 – прохідна галерея; 7 – наземна частина входу; 8 – укриття

Рисунок 2.5 - Аварійні виходи у вбудованих укриттях

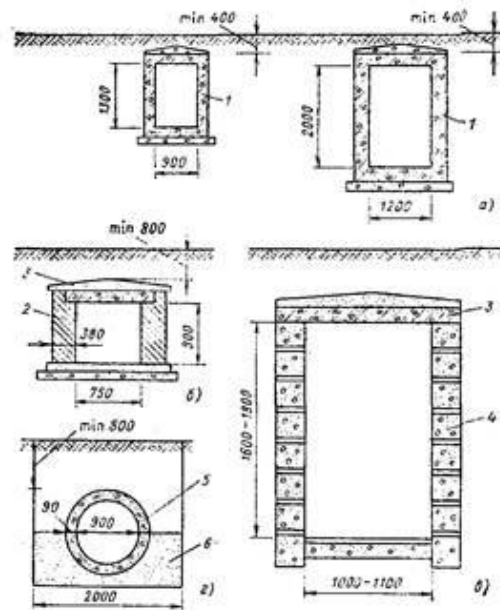
Для того щоб вийти (евакуюватись) із заваленої споруди, влаштовують аварійний вихід у вигляді заглибленої галереї, що закінчується шахтою з оголовком. Довжину аварійного виходу (м) при висоті оголовка 1,2 м приймають за формулами, що враховують оптимальну протяжність галереї, виходячи з типів будівель, та визначають:

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

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

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





а – з монолітного залізобетону; б - із цегли або бетону; в – повнопрохідна галерея; г - із збірних залізобетонних кілець; 1 – монолітний залізобетон; 2 – цегляна (бетонна) стіна; 3 – плита перекриття; 4 – бетонні блоки; 5 - залізобетонне кільце; 6 - піщана подушка (в укриттях, обладнаних у льохах і підвалах малоповерхових будинків 5 - 10 люд., входом може бути звичайний люк

Рисунок 2.6 - Типи галерей аварійного виходу

В укриттях, що окремо стоять, допускається один із входів, розміщених поза зоною завалів, проектувати як аварійний вхід.

Для ПРУ кількість та розміри входів передбачають, як і для сховищ, залежно від місткості, але не менше двох, шириною 0,8 м. Виняток становлять укриття місткістю до 50 люд., у них допускаються один вхід та евакуаційний вихід через люк розміром 0,6х0,8 м з вертикальними сходами.

### 2.3 Огороджувальні захисні конструкції

До захисних конструкцій сховищ та укриттів входять перекриття, стіни, підлога, а також захисно-герметичні та герметичні двері та ставні.

Основне їх призначення полягає в тому, щоб витримувати надлишковий тиск ударної хвилі, забезпечувати захист від світлового випромінювання, проникаючої радіації, високих температур при пожежах та перешкоджати проникненню всередину споруди радіоактивного пилу, хімічних отруйних речовин та бактеріальних засобів. Одночасно, огорожувальні конструкції повинні забезпечувати можливість підтримання всередині приміщення нормального температурно-вологісного режиму в період експлуатації (не допускається промерзання стін та перекриттів взимку та перегрівання влітку) та захищати споруди від поверхневих та ґрунтових вод.

Герметичність конструкцій досягається щільністю застосовуваних матеріалів і ретельним закладенням місць примикання герметичних дверей, люків, ставень, а також місць проходу через стіни різних труб і кабелів.

Укриття зводять зазвичай із збірно-монолітного або монолітного залізобетону і в поодиноких випадках - з цегли та інших кам'яних матеріалів. Вибір матеріалу та конструкцій схеми залежить від необхідного ступеня захисту, місцевих можливостей та економічної доцільності.

У вбудованих укриттях, найбільш поширена змішана конструкція стін та перекриттів. Стіни виконані з цегли, бетонних блоків, рідше – із збірних залізобетонних елементів. Для збільшення несучої здатності стіни можуть мати горизонтальне та вертикальне армування. Перекриття виконують найчастіше із збірних залізобетонних плит, поверх яких укладено шар монолітного залізобетону для посилення несучої здатності перекриттів, а також для посилення захисту від проникаючої радіації.

Сучасні укриття в основному будують збірно-монолітними із уніфікованих збірних залізобетонних елементів.

Якщо за розрахунком потрібно збільшити термічний опір перекриття, на залізобетонну плиту укладають теплоізоляційний шар із азбестових плит, шлаку, шлакобетону, керамзиту, піску.

Огороджувальні конструкції окремо розташованих ЗС виконують з монолітного і збірно-монолітного залізобетону. Подібні конструкції рамного або коробчатого типу економічніші, особливо при високому ступені захисту.

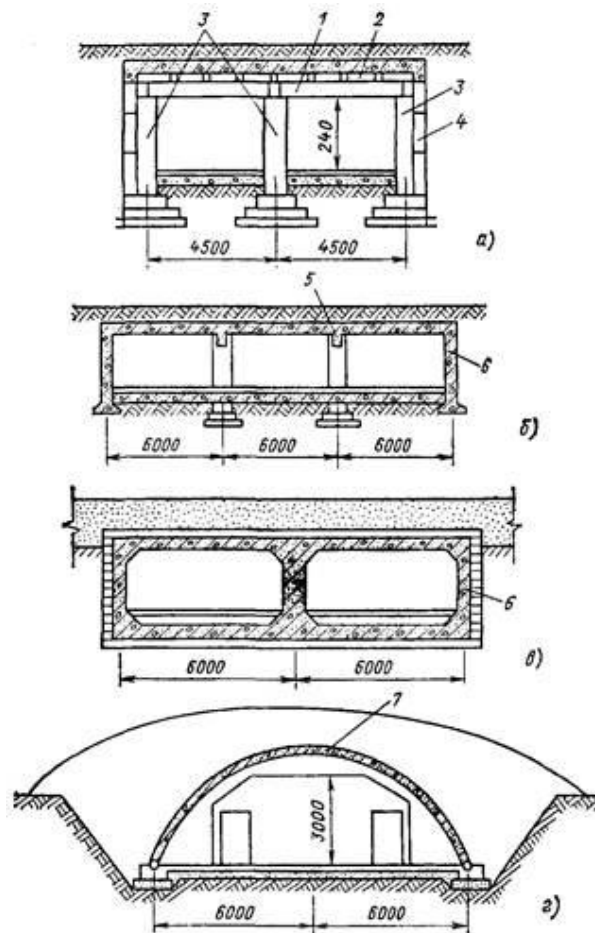
При високому рівні ґрунтових вод найбільш надійні монолітні конструкції. Ефективні куполоподібні та арочні конструкції. При однакових прольотах наведена товщина огороджувальних конструкцій у 2 - 3-раза менше, ніж конструкцій рамного типу.

Однак з низки причин (складності виготовлення та монтажу, необхідності індивідуального виконання деяких елементів) ці конструкції не отримали широкого застосування.

Конструкції укриттів різних типів наведено на рис. 2.7 – 2.9.

Стіни та підлоги вбудованих споруд повинні мати надійну гідроізоляцію від ґрунтових та поверхневих вод. В спорудах, що окремо стоять, крім того, потрібні гідроізоляція поверх перекриття і організований водовідведення поверхневих вод. Гідроізоляція стін та підлоги необхідна навіть у тому випадку, якщо рівень ґрунтових вод розташований нижче підлоги, інакше поверхневі води, що просочуються через ґрунт, та капілярна волога можуть потрапити до приміщень. Щоб запобігти цьому, поверхні стін обмазують шарами гарячого бітуму, а поверх бетонної підготовки підлоги укладають шар асфальту або іншого гідроізоляційного матеріалу.

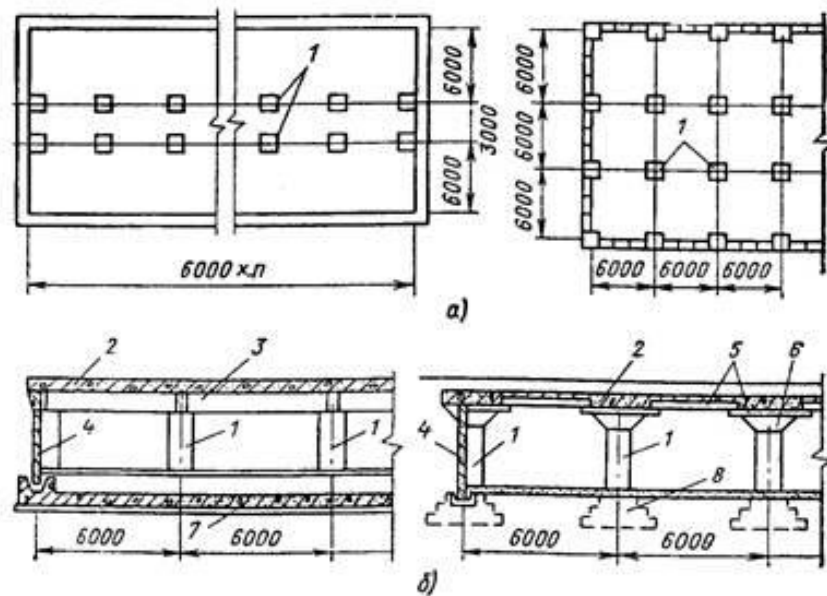
Якщо рівень ґрунтових вод вищий за рівень підлоги, влаштовують дренаж або застосовують обклеєну гідроізоляцію. Враховуючи можливі коливання рівня ґрунтових вод, гідроізоляцію зовнішніх стін піднімають вище за розрахунковий рівень на 0,5 м. На бетонну підготовку підлоги кладуть два шари гідроізоляційного матеріалу на мастиці. Зверху його притискають шаром навантаження бетону (так звана плита протитиску), який врівноважує напір ґрунтових вод.



а - стіни та колони зі збірного залізобетону, перекриття збірно-монолітне;  
 б - стіни та перекриття з монолітного залізобетону, колони - зі збірного; в - із  
 монолітного залізобетону; г - арочне; 1 – збірний залізобетонний ригель;  
 2 – збірно-монолітне перекриття; 3 – збірні залізобетонні колони; 4 – стінові  
 панелі або блоки; 5 – монолітна залізобетонна плита; 6 – монолітні  
 залізобетонні стіни; 7 - залізобетонна арка

Рисунок 2.7 - Конструктивні схеми захисних споруд

Раніше при будівництві захисних споруд для гідроізоляції конструкцій, що захищали, застосовувалися в основному бітум і руберойд. Потім з'явилися і набули широкого поширення нові гідроізоляційні матеріали, в основному різного роду пластмаси.



а - з конструкцій У-01-01 (у водонасичених ґрунтах); б - з конструкцій У-01-02 (у сухих ґрунтах); 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

Рисунок 2.8 - Конструктивні схеми укріттів із збірних залізобетонних елементів серій У-01-01 та У-01-02

В даний час найбільш популярні три види гідроізоляційних технологій: обклеювальна, проникна та плагова.

Обклеювальна технологія застосовується для зовнішньої гідроізоляції стін та фундаментних плит на стадії нульового циклу будівництва або для гідроізоляції міжповерхових перекриттів та санвузлів. Сучасні вітчизняні полімерно-бітумні рулонні матеріали за якістю компонентів за порівняно невисокої вартості нерідко перевершують європейські аналоги.

При виконанні нульового циклу гідроізоляцію спочатку заводять під нижні фундаментні блоки на стрічкову опору або фундаментну плиту. Потім з'єднують зовнішній вертикальний (стінний) та внутрішній горизонтальний

(фундаментний) ділянки гідроізоляції. Виходить щось подібне до непромокаючого мішка, який закриває собою стіни підвалу.



а

б



в

а – модульні; б – із збірного залізобетонна; в – тентові (пневмокаркасні)

Рисунок 2.9 - Конструкції швидкоспоруджуваних захисних споруд

Проникаюча (або пенетраційна) технологія проста. Спеціальний склад гідроізоляції, що саморозширюється, всмоктується всередину бетону і заповнює в ньому всі пори і порожнечі.

У проникаючої технології є безперечна перевага: з її допомогою можна ізолювати не тільки зовнішні поверхні, а й внутрішні, коли несподівано виявляються протікання в уже побудованому будинку. Але є недоліки. Якщо фундамент або будинок дадуть найменшу тріщину або відбудеться зміщення

фундаментних плит (наприклад, через невеликі коливання ґрунту або природне усадження будівлі в перші два роки після будівництва), то автоматично піде і розрив гідроізоляції. З іншого боку при гідроізоляції нових будов ця технологія себе повністю виправдовує і забезпечує максимальний термін захисту не менше ніж на 50 років.

Останнім часом найефективнішою вважається плагова гідроізоляція.

Плаги - це елементи, що саморозширюються, з акриловим наповнювачем. Коли такий склад заповнює шви і стики, утворюється унікальне покриття з надзвичайною міцністю прилипання: сила відриву досягає 16 атмосфер (за міцністю зазначений склад відповідає цементному розчину марки 600). Ця властивість дозволяє застосовувати плаги за будь-яких умов.

Слід зазначити, що під час роботи плаги потрібно не сушити, а рясно змочувати, щоб акриловий наповнювач роздмухував цемент. Тому за допомогою подібної гідроізоляції можна закласти будь-які отвори, позбутися вологих стін. До того ж плагам не страшні зрушення фундаменту та усадка будівлі.

Властивості плагів дозволяють використовувати їх для часткової або поетапної внутрішньої гідроізоляції і одночасно суттєво заощаджувати кошти. всю площу стін підвалу обробляти не потрібно.

На стадії будівництва нульового циклу проводять зовнішню гідроізоляцію стін та основ підлог у підвалі. Для зовнішньої ізоляції підходять усі типи покриттів.

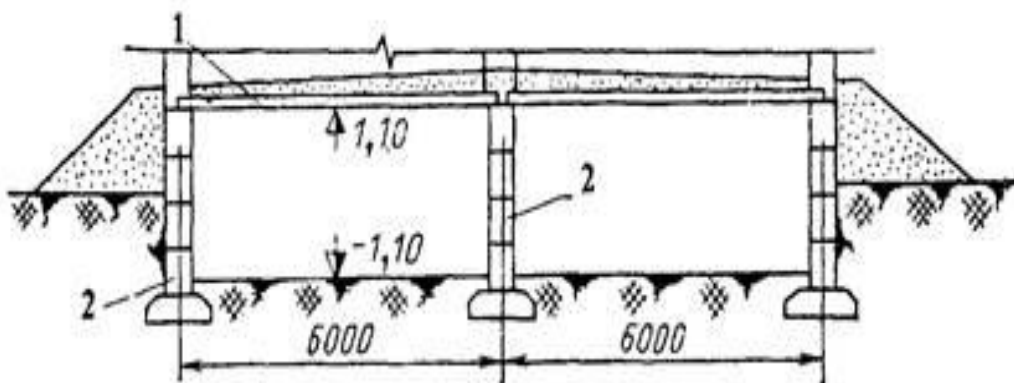
Захисне покриття має бути підведене під нижній блок таким чином, щоб забезпечити безперешкодне з'єднання зовнішнього вертикального та внутрішнього горизонтального гідроізоляційних килимів. Якщо не буде виконана ця умова, то єдиний спосіб позбутися протікання – внутрішня комплексна ізоляція фундаментів. Однак у цьому випадку слід враховувати відповідність матеріалів та технологій.

Внутрішня гідроізоляція може бути плаговою, пенетраційною або комбінованою - рулонною на підлогах та плаговою на стінах.

Нерідко гідроізоляційні системи використовуються у поєднанні з відведенням ґрунтових вод за допомогою різних дренажних систем. Це дуже складні інженерні споруди, що вимагають серйозного і ретельного дослідницького та проектного опрацювання в кожному конкретному випадку.

Наведені вище гідроізоляційні технології можуть бути використані при усуненні протікання в процесі експлуатації ЗС.

При розміщенні ПРУ в підвальному та цокольних поверхах (рис. 2.10.) додаткове посилення огорожувальних конструкцій для захисту від випромінювань може вимагатися тільки для ділянок стін, що виступають над поверхнею землі, і, якщо в стінах є отвори. Отвори, крім входів, повинні бути підготовлені для закладення під час переведення споруди в режим укриття. Закладення може бути виконане різними матеріалами - ґрунтом, цеглою, бетоном - за умови рівномірності за ступенем захисту від гамма-випромінювання з основними конструкціями споруди. Висота загортання отворів повинна виключати можливість прямого опромінення укриваються. Для цього вона має перевищувати на 20 см висоту полиці верхнього ярусу нар (1,7 м при двоярусних нарах, 2,4 м при триярусних).



1 – залізобетонні плити перекриття; 2 - бетонні блоки

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



При розташуванні ПРУ на перших поверхах захисні властивості стін підсилюють екранами з каменю, цегли, ґрунту, закладенням отворів і обсипанням перекриття (якщо обсипання неможливе, то закладають отвори над поверхом, що лежить вище). У багатоповерхових будинках перекриття над ПРУ можуть послабити радіоактивне випромінювання до безпечного. Для захисту входу ставлять стінки-екрани або виконують з поворотом на 90°.

Якщо ПРУ розміщують у зоні дії ударної хвилі, додатково захищають споруду від надлишкового тиску, при цьому враховують, що до споруди може затікати ударна хвиля. Двері в ПРУ встановлюють звичайні, в режимі укриття людей їх тримають відчиненими і зачиняють після впливу ударної хвилі для захисту від потрапляння радіоактивних опадів.

#### 2.4 Захисні пристрої вхідних отворів

У сховищах застосовують різні типи спеціально виготовлених захисних пристроїв вхідних прорізів - дверей, ставень, воріт (рис. 2.11 - 2.15). Є широка номенклатура таких захисних пристроїв, що дозволяє забезпечити захист входів залежно від ступеня захисту та характеру використання споруди за призначенням.

За захисними властивостями пристрої діляться на захисні (від дії ударної хвилі), захисно-герметичні (від дії ударної хвилі для забезпечення герметизації) і герметичні (для забезпечення герметизації). Виготовляють захисні пристрої на заводах з металу, або залізобетону (або металу) та бетону (шарова конструкція).

Загалом будь-який захисний пристрій вхідних отворів укриттів складається з дверної коробки або рами, дверного полотна та запірних пристроїв. Деякі типи дверей (воріт) можуть мати сигнальний пристрій, що спрацьовує при відкриванні дверей або нещільному приляганні дверного полотна до коробки дверей.

Навішують дверне полотно до дверної коробки на міцних металевих навісах. Дверне полотно може бути плоске або криволінійної форми (сферичної, сегментної тощо).

Дверне полотно, яке розраховується на сприйняття надлишкового тиску ударної хвилі, може мати металеву раму з поперечними ребрами жорсткості. Для щільності прилягання по периметру дверної коробки або полотна використовується гумове ущільнення.

Запірні пристрої зазвичай кріплять до дверного полотна. Залежно від типу дверей або воріт вони можуть бути у вигляді ручок з клиновими або сегментними запорами, у вигляді гвинтових запорів накидних, що закриваються вручну поворотом ручок або загвинчуванням накидного запору. Недоліками таких запиірних пристроїв є необхідність застосування фізичних зусиль 2 - 3 люд. (особливо при зачиненні масивних дверей) та порівняно велика тривалість закривання. Враховуючи це, деякі типи дверей, воріт і ставень виготовляють зі спеціальними механізмами задраювання (ручним або електроприводом), що дозволяє за допомогою однієї спеціальної ручки або штурвала одночасно закрити всі запори дверного пристрою. Однак такі механізми потребують систематичного профілактичного обслуговування при експлуатації споруд.

Захисні, захисно-герметичні та герметичні двері та ставні виготовляють, як правило, одностулковими орними. Ставні встановлюють у отворах, що мають менші розміри, ніж отвори дверей, у місцях аварійного виходу людей, у технологічних чи інших отворах. Схематичний креслення герметичного ставня показано на рис.2.11.

Схематичне креслення та загальний вигляд захисно-герметичних дверей зі штурвальним механізмом задраювання показані на рис.2.12.

Захисні та захисно-герметичні ворота застосовують при використанні ЗС як гаражі або для великорозмірних технологічних отворів ЗС. Залежно від розміру отвору та умов встановлення та експлуатації ворота можуть бути розтібними одно- та двостулковими та відкатними.

Дверне полотно воріт зазвичай підвішують на роликівих опорах до монорейки, який монтують над отвором. Зачиняють (засувають) ворота вручну або за допомогою електроприводу. Ворота мають запірні пристрої, аналогічні пристроям на дверях та віконницях.

Основні технічні дані різних типів дверей, ставней та воріт заводського виготовлення, що встановлюються в укриттях, наведені нижче.

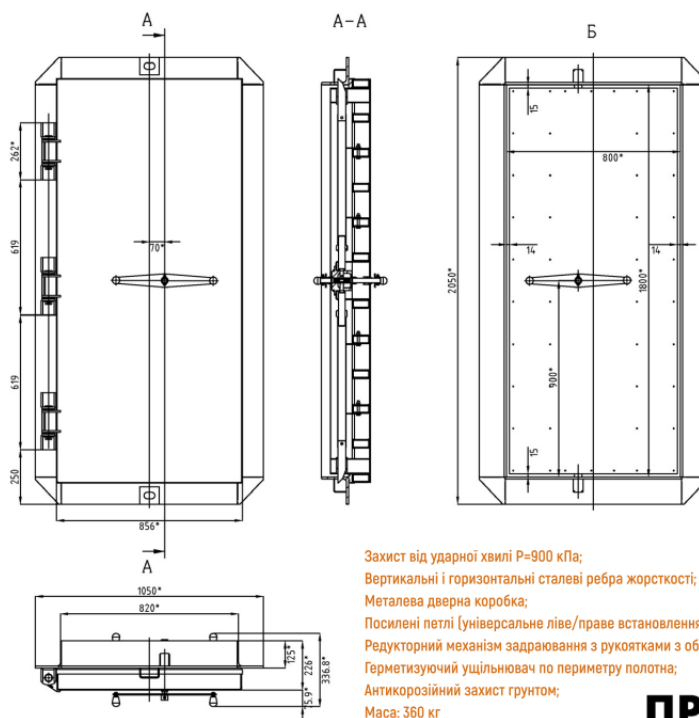
Таблиця 2.1 - Технічні дані металевих ставней, дверей та воріт

Марка	Габаритні розміри отвору, мм		Маса, кг
	Ширина	Висота	
Ставень			
СУ-I-1	800	800	240
СУ-II-1	800	800	186,4
СУ-III-1	800	800	60
СУ-III-2	800	800	160
СУ-IV-1	800	800	84,3
Двері			
ДУ-I-1	1200	2000	696
ДУ-II-1	800	1800	377
ДУ-III-1	800	1800	299
ДУ-IV-1	800	1800	154
ДУ-III-3	800	1800	310
ДУ-III-2	1200	2000	461
ДУ-IV-3	800	1800	287
ДУ-IV-2	1200	2000	403
ДУ-I-2	1200	2000	520
ДУ-I-3	800	1800	386
ДУ-III-5	1200	2000	680
ДУ-III-6	800	1800	420



### Двері для сховищ цивільного захисту

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



**ПРО ЗАХИСТ™**

Рисунок 2.12 – Креслення захисно-герметичних дверей



Рисунок 2.13 - Захисно-герметичні двері

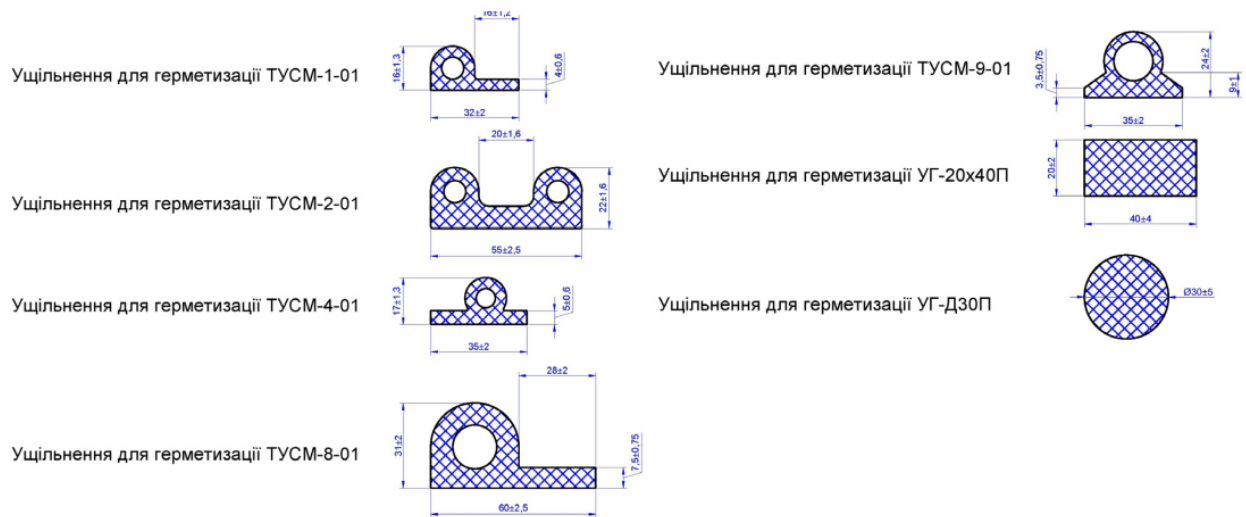


Рисунок 2.14 – Типи гумових ущільнень для захисних, захисно-герметичних та герметичних дверей та ставень

## 2.5. Система повітропостачання

Система повітропостачання повинна забезпечити людей у ЗС необхідною кількістю повітря відповідної температури, вологості та газового складу.

Постачання повітря до укриття здійснюється за рахунок зовнішнього повітря за умови його попереднього очищення. Система повітропостачання не тільки подає в укриття необхідну кількість повітря, а й захищає від потрапляння всередину споруди радіоактивного пилу, отруйних речовин, бактеріальних засобів, диму та окису вуглецю під час пожеж.

Залежно від конкретних умов і вимог спеціальні пристрої в системі повітропостачання виконують і додаткові функції, наприклад, підігрівають або охолоджують повітря, осушують або зволожують його. Система повітропостачання, як правило, працює за двома режимами: чистої вентиляцією (режим 1) та фільтровентиляції (режим 2). Якщо укриття розташоване у пожежонебезпечному районі або у районі можливої

загазованості аварійно-хімічно небезпечними речовинами, додатково передбачають режим ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря (режим 3).

У режимі чистої вентиляції зовнішнє повітря очищається лише від пилу.

При режимі фільтровентиляції повітря додатково пропускають через фільтри-поглиначі, де віно очищається від отруйних речовин та бактеріальних засобів.

Система повітропостачання включає повітряно-забірні пристрої, протипилові фільтри, фільтри-поглиначі, вентилятори, розвідну мережу, повітрорегулятори та захисні пристрої, а також при необхідності засоби регенерації, теплоємні фільтри (повітроохолоджувачі), фільтр для очищення повітря від окису вуглецю.

Повітрозабір для режиму чистої вентиляції зазвичай поєднують з галереєю аварійного виходу, другий прокладають окремо. Кожен повітрозабір має бути обладнаний противибуховим пристроєм.

При виході з ладу повітрозабору фільтровентиляції можна використовувати повітрозабір чистої вентиляції, для чого між повітрозаборами прокладають перемичку у вигляді металеві труби з герметичним клапаном.

Однак при розміщенні укриттів у щільній міській забудові допускається об'єднання у загальних шахтах із розділовими перегородками:

- повітрозаборів чистої вентиляції, фільтровентиляції та вентиляції дизельної електростанції;
- витяжних каналів з окремих приміщень укриттів та вихлопних труб від дизеля (ДБН В.2.2-5-97) [4].

Всі повітропроводи (припливні та витяжні) до введення в укриття прокладають із будівельних конструкцій або сталевих електрозварювальних труб, що розраховуються на вплив ударної хвилі.

Щоб уникнути засмоктування в укриття забрудненого повітря, повітрязбори чистого повітря слід розміщувати не ближче 10 м від витяжних каналів і вихлопних труб від ДЕС.

Для захисту від затікання ударної хвилі всередину укриття, що може призвести до руйнування вентиляційного обладнання та ураження людей, на повітрязбірних та витяжних каналах встановлюють противибухові пристрої та розширювальні камери.

В укриттях старої конструкції в якості противибухових пристроїв використовували гравійні хвилегасники. Хвильогасник є шаром гравію товщиною 80 см, що знаходиться в спеціальній камері на міцній металевій або залізобетонній решітці. Нижній шар (10 - 20 см) має більшу фракцію, ніж решта маси.

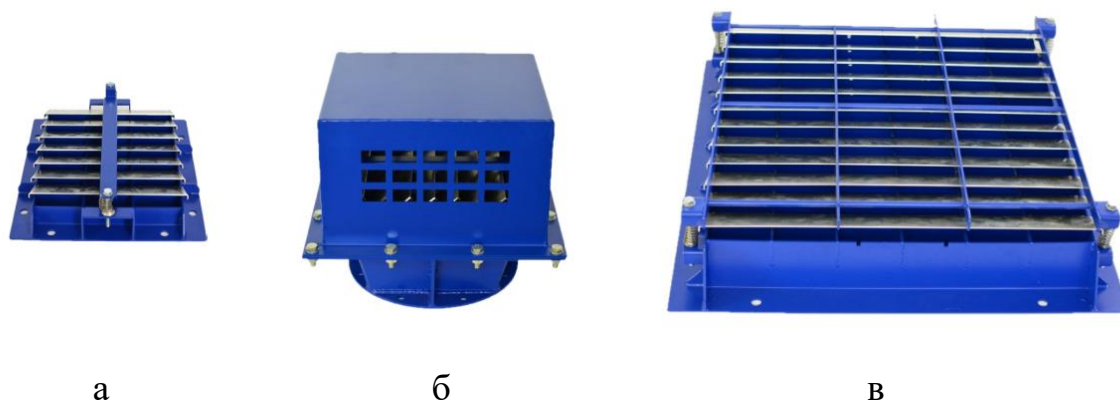
В даний час такі пристрої застаріли та підлягають заміні через те, що не забезпечують надійного відсікання ударної хвилі з великою тривалістю у фазі стиснення. У ряді випадків такі хвилегасники можуть бути збережені для використання як теплоємні фільтри при переобладнанні системи повітропостачання.

У сучасних сховищах встановлюють противибухові пристрої пластинчастого типу – малогабаритну захисну секцію (МЗС) та уніфіковану захисну секцію (УЗС). Вони є металевими ґратами (секцією), до яких шарнірно кріплять жалюзійні металеві пластини (рис. 2.15). Під дією надлишкового тиску ударної хвилі пластини щільно прилягають до ґрат, перешкоджаючи тим самим проникненню ударної хвилі. Після спаду надлишкового тиску вони під дією пружини повертаються до початкового положення.

Кількість секцій визначають розрахунком залежно від кількості повітря, що подається в укриття.

Для згладжування можливого проскоку ударної хвилі за рахунок нещільного прилягання пластин до рамки за пристроєм під час вибуху по ходу хвилі всередині укриття влаштовують розширювальну камеру.





а – секція МЗС; 2 – пристрій МЗС; 3 – секція УЗС-1

Рисунок 2.15 - Противибухові пристрої пластинчастого типу:

У сховищах із спрощеним обладнанням встановлюють найпростіші противибухові пристрої. Захисну спрощену секцію поміщають на повітрязабірних каналах при режимі чистої вентиляції або в лазі аварійного виходу. Захисний пристрій мають на витяжних вентиляційних каналах, на повітрязабірних каналах припливної вентиляції. Дефлекторний захисний пристрій можна виготовляти без фланцевих з'єднань та встановлювати на повітрязабірних та витяжних каналах.

Противибухові пристрої слід обладнати у приміщеннях із позитивною температурою повітря.

Очищення зараженого повітря спочатку відбувається в протипилових фільтрах, що монтуються шляхом руху повітря за лінією герметизації. Для очищення від пилу застосовують протипилові масляні фільтри ФЯР. Осередок такого фільтра складається з каркаса розміром 510x510x80 мм, в який вставлені пакети з металевих сіток. Сітки просочені олією, вісциновим мастилом, індустріальним мастилом або «веретенною». Рекомендується також для заливання розчин гліцерину з водою. Пил, що міститься у повітрі, проходячи через фільтр, прилипає до масляної плівки заповнювача фільтра. Витрата повітря одного осередку масляного фільтра дорівнює 1500 м<sup>3</sup>/год при аеродинамічному опорі 30 - 80 Па, пиломісткість фільтра близько 0,5 кг.

В укриттях старої конструкції осередок масляного фільтра вставляли іноді в рамку металевого ставня, що монтується в галереї аварійного виходу. Між каркасом осередку фільтра і рамкою ставня (або обоймою) по всьому периметру для герметизації має бути гумове ущільнення.

Для встановлення в іншому місці фільтр має металеву обойму (раму). У сучасних сховищах кілька осередків масляного фільтра встановлюють в металеву раму.

Для очищення повітря від пилу при фільтровентиляції застосовують також передфільтри ПФП-1000 (рис. 2.16). Витрата повітря 1000 м<sup>3</sup>/год, опір трохи більше 250 Па.

Остаточного повітря очищається від пилу у фільтрах-поглиначах (рис. 2.17).

Для повітропостачання у сховищах застосовують фільтровентиляційні комплекти ФВК-1 та ФВК-2, які встановлюють в окремому приміщенні притулку - фільтровентиляційній камері.

Фільтровентиляційні комплекти ФВК-1 (рис. 2.18) використовують у сховищах, де передбачаються чиста вентиляція і фільтровентиляція. До складу комплексу входять два передфільтри ПФП-1000, три фільтри поглинача ФПУ-200, два електроручні вентилятори ЕРВ 600/300, а також герметичні клапани, дросель-клапани і тягонапоромер ТНЖ-Н.



Рисунок 2.16 - Передфільтр ПФП-1000

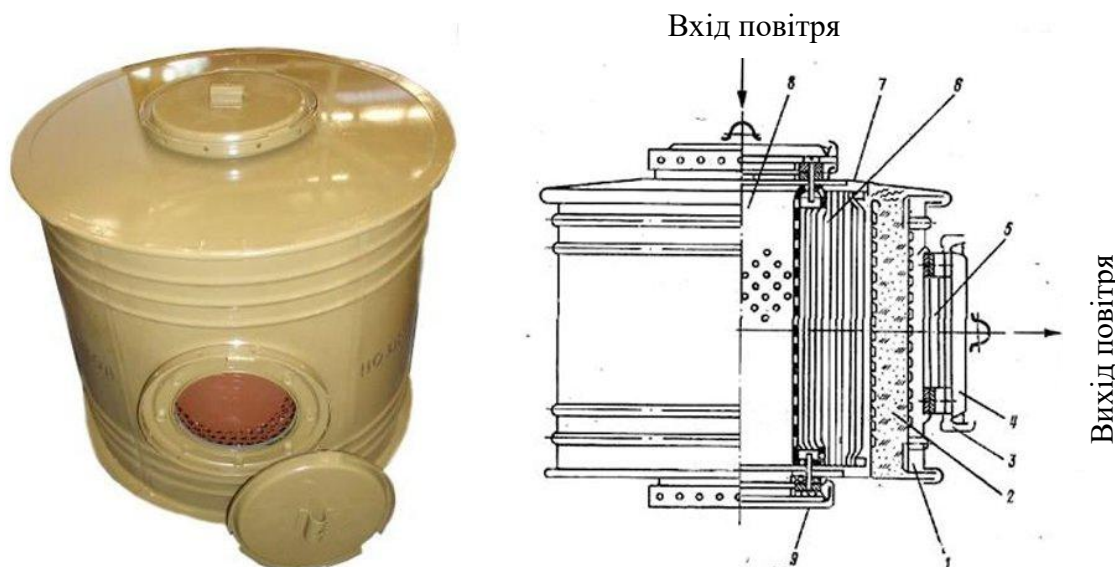
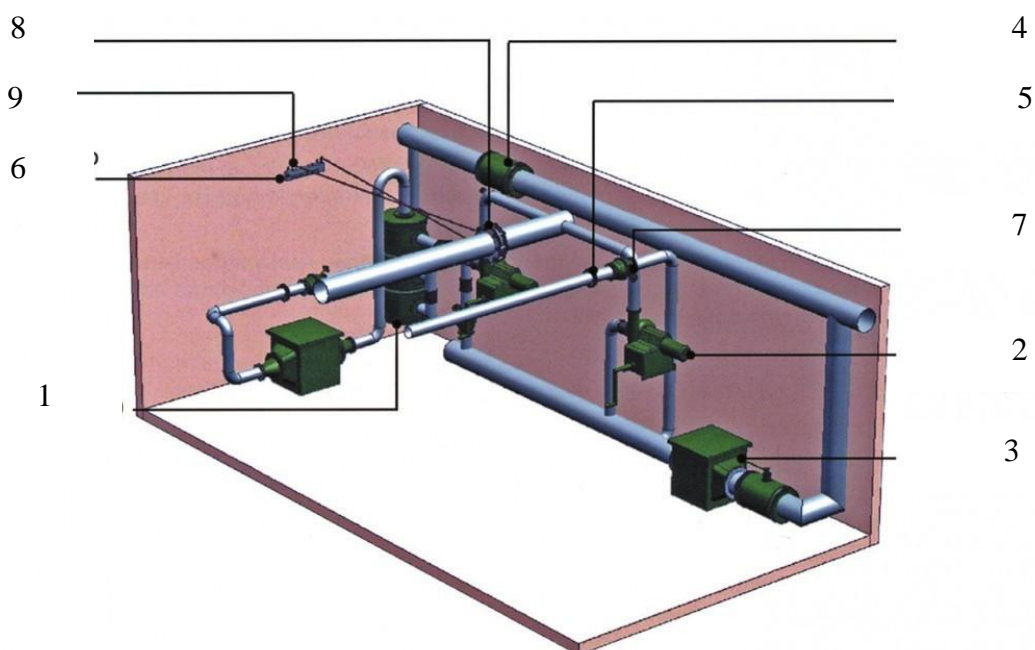


Рисунок 2.17 - Фільтр-поглинач ФПУ-200



1 - фільтр-поглинач ФПУ-200; 2 - вентилятор ЕРВ 500/300; 3 - ПФП-1000;  
 4 - клапан ДУ-200; 5 - повітропровід; 6 – тягонапоромір; 7 - клапан ДУ-100;  
 8 – показчик витрати повітря; 9 - трубка

Рисунок 2.18 - Фільтровентиляційний комплект ФВК-1:

Фільтровентиляційні комплекти ФВК-2 встановлюють у сховищах, де передбачаються чиста вентиляція, фільтровентиляція та повна ізоляція з регенерацією повітря. Склад комплекту ФВК-2 той самий, що і ФВК-1, з додаванням регенеративної установки РУ-150/6 та фільтра ФГ-70 або РП.

Для забезпечення роботи фільтра ФГ-70 влаштовують електронагрівач та охолоджувачі повітря, які не входять до комплекту ФВК-2 і тому виготовляються на місці за окремими кресленнями або замовляються додатково.

Один комплект ФВК-1 чи ФВК-2 розрахований на 150 чол.

В укриттях старої конструкції встановлені фільтровентиляційні агрегати ФВА-49 (рис. 2.19); їх застосовують і зараз.

До складу ФВА-49 входять фільтри-поглиначі ФП-100, ФП-100у або ФПУ-200, електроручний вентилятор ЕРВ-49, витратомір повітря.

Фільтр ФГ-70 (фільтр РП) застосовують для очищення повітря (70 м<sup>3</sup>/год) від окису вуглецю. Його розташовують шляхом руху повітря після електронагрівача. Після очищення окису вуглецю повітря охолоджується в теплообмінниках (теплоємних фільтрах). Фільтр ФГ-70 та теплообмінники встановлюють в окремій камері, ізольованій від інших приміщень.

Регенеративна установка РУ-150/6 призначена для регенерації повітря в укритті за киснем та двоокисом вуглецю. До складу установки входять шість регенеративних патронів, поміщених на металевій рамі та з'єднаних між собою повітропроводами. На вхідній лінії повітропроводів обладнано показчик витрати повітря, а на вихідній - клапани, що направляють потік повітря через три або шість регенеративних патронів і пиловловлювач. Вихідний патрубок після пиловловлювача приєднаний до охолоджувача повітря, який з'єднаний з вентилятором.



Рисунок 2.19 - Фільтровентиляційний агрегат ФВА-49

При роботі регенеративної установки повітря засмоктується з приміщення, де перебувають, а іноді - з фільтровентиляційної камери і пропускається через регенеративні патрони. Очищене повітря вентилятором нагнітається по повітророзвідній мережі у відсіки притулку. Таким чином забезпечуються регенерація та рециркуляція повітря.

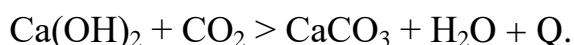
Регенеративна установка РУ може монтуватися самостійно або у складі фільтровентиляційного комплексу ФВК-2 (рис. 2.20).





Рисунок 2.20 - Регенеративна установка

У деяких сховищах застосовують регенеративні патрони РП-100. Регенеративний патрон є металевим циліндричним корпусом, всередині якого знаходиться шар хімічного поглинача  $\text{CO}_2$ . Принцип роботи регенеративних патронів полягає в наступному: деякі хімічні речовини (наприклад, гідрат окису кальцію  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) здатен вступати в хімічну реакцію з вуглекислою, зменшуючи її вміст у повітрі. Хімічна реакція  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  з вуглекислою протікає з виділенням водяного пара  $\text{H}_2\text{O}$  та тепла  $Q$ :



Хімічний поглинач, як правило, тверда порошкоподібна речовина, що містить  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  та інші компоненти.

В цьому випадку в повітрі, що пройшло через поглинач РП, нормальний вміст кисню відновлюють, додаючи його з балонів зі стисненим киснем.

Стандартний балон А-40 містить 6 м<sup>3</sup> кисню за нормального тиску. Дозування кисню проводять за допомогою встановлених на вихідних штуцерах редукторів дюз (калібрування отворів).

Очищене повітря повинне рівномірно розподілятися повітропроводами по всіх приміщеннях пропорційно чисельності людей, що там знаходяться. Повітропроводи виготовляють зазвичай із оцинкованого заліза.

Відпрацьоване повітря видаляється через витяжні канали, захищені противибуховими пристроями.

При невеликій кількості повітря, що видаляється, для цієї мети зручний клапан надлишкового тиску (КІД). Він являє собою металевий диск з гумовим ущільненням, з'єднаний важелем та шарніром з металевим корпусом, що монтується у витяжному каналі. Під тиском ударної хвилі диск щільно прилягає до корпусу клапана, закриваючи отвір, через який видаляється відпрацьоване повітря. Витяжні канали мають герметичні та регулюючі канали.

Для перемикання системи повітропостачання з одного режиму на інший та для відключення вентиляції на повітропроводах є герметичні клапани з ручним або електричним приводом. Промисловість випускає герметичні клапани діаметром 100, 150, 200, 300, 400 мм та більше.

Герметичні клапани з електроприводом можна встановлювати лише у сховищах, що мають аварійне джерело електропостачання.

У ПРУ вентиляція може бути природною або з механічним спонуканням. Вентиляцію з механічним спонуканням обладнають у підвальних ПРУ місткістю понад 50 люд. і в таких же за місткістю укриттях, що розміщуються на перших та цокольних поверхах, якщо там неможливо забезпечити природну вентиляцію.

Кількість повітря, що подається в укриття, залежить від температури зовнішнього повітря і коливається від 8 (при розрахунковій температурі зовнішнього повітря нижче 30°C) до 13 м<sup>3</sup>/год на 1 особу (при температурі вище 30°C).

Для ПРУ у лікувальних закладах подача повітря збільшується на особу в 1,5 раза.

У разі припинення подачі електроенергії при вентиляції з механічним спонуканням слід передбачати природну вентиляцію або використання ЕРВ з розрахунку 3 м<sup>3</sup>/год на 1 чол.

За відсутності фільтровентиляційних пристроїв промислового виготовлення в ШПРУ, і ПРУ можуть знайти широке використання найпростіші засоби повітропостачання з підручних засобів. Як фільтри-поглиначі можна використовувати пісок, щебінь, дроблений шлак та ін. Для подачі повітря можна застосовувати міхмішки, що виготовляються з клейонки або прогумованої тканини, найпростіші відцентрові вентилятори з механічним приводом та ін. Найпростіша фільтровентиляційна установка з підручних матеріалів з фільтра, дерев'яних коробів та хутра. Фільтр встановлюють у невеликому котловані або у вільному приміщенні підвалу біля притулку. Дерев'яні коробки для подачі повітря від фільтра виготовляють із сухих дощок. Мімішок встановлюють у захисній споруді та приводять у дію важелем. При експлуатації раніше збудованих захисних споруд ще доводиться стикатися з фільтровентиляційним обладнанням старого зразка.

В даний час в укриттях та інших захисних спорудах ЦЗ, що мають автономне електроживлення, як фільтруючі елементи у фільтровентиляційних установках використовуються фільтри-поглиначі ФП-300 (200); ФП-300-1; ФПУ-200 Вони призначені для очищення атмосферного повітря, що подається в укриття, від отруйних речовин, радіоактивного пилу, бактеріальних аерозолів, отруйних та нейтральних димів. ФП-300-1 передбачає, крім того, захист від радіонуклідів йоду та його органічних сполук.



Фільтри-поглиначі ФП-300 за допомогою кутових патрубків, трійників, муфт та хомутів збираються із трьох барабанів у колонку, яка приєднується до повітроводів захисної споруди. Кількість колонок визначається потребами об'єкта у повітрязабезпеченні. Повітря в колонку може подаватися згори або знизу в залежності від приєднання до системи вентиляції.

Установки ФП-300 можуть експлуатуватись у двох варіантах: під розрядженням або під тиском. Працюючи під розрядженням установки розміщують у «чистій зоні», тобто всередині укриття, а під тиском - їх монтують у спеціальній зоні - поза відсіками захисної споруди.

Монтуючи установки з двох або трьох фільтрів-поглиначів, слід дотримуватися умов: різниця по опору між ними повинна бути не більше 10 мм вод. ст.

ФПУ-200 у міському виконанні розрахований на витрату повітря 100 м<sup>3</sup>/год та забезпечує при цьому опір не більше 529 Па (55 мм вод. ст.). ФП-300 - відповідно 300 м<sup>3</sup>/год і трохи більше 855 Па (85 мм вод ст.). Їх можна експлуатувати при температурі повітря від -50 до +50°C та його відносній вологості до 95 %, не допускаючи потрапляння в них краплинної рідкої вологи.

ФПУ-200 розраховуються на витрату повітря 100, 200 та 300 м<sup>3</sup>/год. Маса одного фільтра – 30 кг, діаметр – 455 мм, висота – 367 мм. Зазвичай ФПУ-200 монтують у колонку по три штуки.

ФПУ-300 має діаметр 580 мм, висоту - 610 мм, діаметр отвору для входу та виходу повітря - 150 мм.

При зберіганні фільтрів-поглиначів на складах отвори повітря повинні бути закриті заглушками.

У змонтованих установках фільтрів-поглиначів вхід та вихід повітря закриваються герметичними клапанами або заглушками з гумовими ущільненням. ФПУ-200 та ФП-300 мають гарантійний термін зберігання на складі 10 років. Змонтовані в укритті у законсервованому стані ФПУ-200 – 10 років, ФП-300 – 8 років.

## 2.6 Санитарно-технічні прилади та устаткування

Опалення укриттів обладнають у вигляді відгалуження від опалювальної мережі будівлі. Водопостачання виконують уведенням від зовнішньої водопровідної мережі. Каналізація споруди має випуск у зовнішню каналізаційну мережу чи з'єднується із нею з допомогою станції перекачування. Електропостачання великих сховищ здійснюється так: постійне – від міських мереж, аварійне – від власної дизельної електростанції.

Для освітлення застосовують освітлювальну арматуру, враховуючи умови експлуатації укриття у мирний час.

На вводах труб санітарно-технічних пристроїв встановлюють запірні вентилі та засувки для відключення трубопроводів при аваріях чи пошкодженнях. Відключаючі пристрої поміщають усередині укриття, щоб ними можна було користуватися, не виходячи за межі захищеного приміщення. Каналізаційну засувку розміщують у санвузлі.

Через сучасні сховища прокладання транзитних комунікацій не допускається. У сховищах старої конструкції допускалося прокладання транзитних ліній водопроводу та опалення.

У разі пошкодження зовнішнього водопроводу система внутрішнього водопостачання має баки аварійного запасу води.

У кожному укритті обов'язково передбачають встановлення телефону та радіотрансляційних точок.

Споруда має бути оснащена необхідним майном та інвентарем, включаючи шанцевий інструмент та засоби аварійного освітлення.

Внутрішнє обладнання БВУ та БВПРУ складається з найпростіших засобів повітропостачання, водопостачання, каналізації, освітлення та зв'язку.

У режимі укриття людей опалення, як правило, вимикають, оскільки тепловиділення в наповненому людьми укритті значно перевищують тепловтрати приміщення навіть у сильні морози. Водопостачання

передбачають від внутрішньої або зовнішньої мережі з розрахунку 2 л/год та 25 л/добу на 1 люд.

При діючій водопровідній мережі воду заливають у переносні бачки, які при необхідності використовують як аварійне джерело водопостачання. За відсутності водопроводу необхідно передбачати встановлення переносних бачків із розрахунку 2 л/добу на 1 люд.

У будинках, що мають каналізацію, влаштовують промивні вбиральні з відведенням фекальних вод самопливом до зовнішньої мережі. При цьому в сильно заглиблених укриттях підлогу санвузлів можна піднімати, проте висота від підлоги до стелі повинна бути не менше 1,7 м. Щоб уникнути затоплення приміщень при засміченні зовнішньої каналізації обов'язково повинні бути пристрої для відключення.

За потреби в ПРУ, як і в сховищах, у системі каналізації передбачають станцію перекачування.

## 2.7 Резервні дизельні електростанції

Дизельна електростанція (ДЕС) зазвичай розміщується в захищених приміщеннях укриття, відокремлених від відсіків тамбуром з герметичними дверима. Рідше зустрічаються дизельні електростанції, що окремо розташовані. Вони можуть обслуговувати групу недалеко розташованих ЗС, артезіанські свердловини, подавати електроенергію для аварійно-рятувальних робіт. Склад приміщень для дизельної електростанції та їх розміри залежать від потужності дизелів, типу обладнання, прийнятої системи охолодження та запасів палива.

Електростанція складається з двигуна внутрішнього згорання, генератора та щита управління. Двигун та генератор монтують на загальній металевій рамі. На ній же, як правило, розташовані водяний та масляний радіатори. Запуск дизеля здійснюють від акумуляторних батарей, або (рідше)

від балонів зі стисненим повітрям, або від компресорної установки. Дизельні агрегати обладнують також системами блокування для автоматичної зупинки при коротких замиканнях, перевантаження та інших аварійних випадків.

Дизельний агрегат за наявності артезіанської води зазвичай охолоджується за двоконтурною схемою. Вода, що циркулює за внутрішнім контуром системи охолодження дизеля (перший контур), охолоджується у водоохолоджувачі, через який пропускається вода з артезіанської свердловини або резервуара (другий контур).

Охолодження може проводитись за водоповітряною (радіаторною) схемою. В цьому випадку вода внутрішнього контуру системи охолодження проходить через радіатор і тут охолоджується повітрям, яке продувається вентилятором через нього.

Запас палива, необхідний для роботи дизеля протягом заданого часу та для контрольної перевірки, зберігається у паливному баку. Бак забезпечений фільтром для очищення палива, покажчиком рівня та пристроями для заливки та перекачування палива з основних ємностей (бочки, цистерни). До дизеля паливо зазвичай подається самопливом. Аналогічні баки передбачають і для зберігання мастила.

Приміщення ДЕС обладнують системою припливно-витяжної вентиляції, що забезпечує видалення тепла, що виділяється під час роботи дизель-генераторів. Вентиляція ДЕС найчастіше здійснюється двома шляхами: повітрям, що надходить із приміщень для укриваються, і зовнішнім повітрям, що очищається від пилу.

Для подачі зовнішнього повітря передбачено окремий повітрозабір, захищений противибуховим пристроєм. У деяких випадках приплив повітря до приміщення ДЕС здійснюється за рахунок розрідження, створюваного витяжною системою, яка складається з вентилятора, повітроводів та інших пристроїв.



Рисунок 2.24 – Стаціонарна дизельна електростанція



Рисунок 2.25 – Задимлення від вихлопних газів під час роботи ДЕС

Як правило, повітря, що надходить у приміщення ДЕС з поверхні землі, по припливному повітроводу, не очищається від отруйних речовин. Тому після заповнення укриття та включення дизелів обслуговуючий персонал повинен перебувати у відсіках чи іншому приміщенні поза ДЕС.

Вихлопні гази від дизеля, що працює, виводяться за межі укриття по вихлопній трубі.

Для періодичної перевірки роботи дизелів та іншого обладнання, а також для усунення несправностей обслуговуючий персонал повинен користуватися захисним одягом і протигазами. При виході із силового приміщення захисний одяг знімають у тамбурі.

При виникненні пожеж на ДЕС може надходити гаряче та задимлене повітря, що ускладнить процес охолодження дизелів. На цей випадок передбачається охолодження повітря, яке подається з поверхні. Якщо є артезіанська свердловина повітря охолоджується в одно- або двоступінчастому охолоджувачі. Якщо артезіанської свердловини немає, для охолодження можна використовувати гравійний теплоємний фільтр.

Дизельна електростанція може періодично на короткий час включатись для роботи під час переведення укриття на режим до використання за призначенням та під час навчання. Після випробувань ДЕС має бути поставлена на консервацію. У цьому випадку також обов'язкові періодичні перевірки безпеки та справності обладнання. Час на розконсервацію та приведення ДЕС у готовність має бути мінімальним.

## 2.8 Висновки по розділу

1. Проведено огляд конструкцій захисних споруд за призначенням відповідно до державних вимог.

2. Наведено принцип дії, конструктивні схеми поєднання основних вузлів обладнань, що використовується для обладнання фонду захисних

споруд цивільного захисту.

3. Представлено розвернутий опис інженерних систем укриттів та їх поєднання в єдину систему забезпечення умов виживання при настанні умов до використання за призначенням (НС, бойові дії).

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРАХУНОК УКРИТТЯ НАСЕЛЕННЯ ЗАВОДСЬКОГО РАЙОНУ ПРИ ВИНИКНЕННІ НС НА ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНОМУ ОБ'ЄКТІ ТА РОЗРАХУНОК БУДІВНИЦТВА ПРОСТИХ УКРИТТІВ

#### 3.1 Загальна характеристика системи водопостачання м. Запоріжжя

КП «Водоканал» розташований на території Заводського району м. Запоріжжя. Для очищення води це підприємство використовує хімічно небезпечні речовини (хлор).

Нині на тлі зношеності виробничого устаткування і впливу людського чинника (бойові дії) найгостріше стоїть проблема забезпечення безпеки населення Заводського району при аварії на цьому підприємстві.

Для розрахунку укриття населення враховано найбільш небезпечний сценарій надзвичайної ситуації на КП «Водоканал» - теракт. Найбільш небезпечним він являється тому, що в цьому сценарії відбувається викид небезпечної речовини (хлору) в повному об'ємі за найбільш короткий проміжок часу.

КП «Водоканал» забезпечує питною водою населення м. Запоріжжя, Запорізького, Вільнянського та Новомиколаївського районів загальною чисельністю близько 900 тисяч осіб та близько 9 тисяч підприємств і організацій, а також відводить та очищує побутові та частково виробничі скиди промислових підприємств міста.

Сучасна система водопроводу включає дві водопровідні станції підготовки питної води ДВС-1 (лівобережжя) та ДВС-2 (правобережжя) проектною потужністю 519,2 та 150,0 тис. м<sup>3</sup> на добу відповідно, які здійснюють забір та первинну обробку води з річки Дніпро. Подачу води до споживачів забезпечують 27 насосних станцій.

Загальна довжина водопровідних мереж, що експлуатуються підприємством, складає 2545 км, з них 551 км – мережі прилеглих до обласного центру населених пунктів, передані у довгострокову оренду.



В результаті довготривалого терміну експлуатації обладнання, запірна арматура, трубопроводи та інше зносилось, морально та фізично застаріло, енергозатратне, а тому потребує модернізації, реконструкції та заміни на нове сучасне та енергозберігаюче.

В першу чергу модернізація та реконструкція має бути направлена на ті об'єкти, які забезпечують надійну та стабільну роботу всього підприємства по постачанню споживачам якісної питної води.

### 3.2 Характеристика небезпечних речовин, що використовуються на КП «Водоканал»

КП «Водоканал» з метою знезараження питної води використовує хлор - сильно діючу отруйну речовину. Об'єм хлору, що зберігається на КП «Водоканал» складає 10 т.

За категорією небезпечних речовин, хлор відноситься до високотоксичних речовин 2-го класу небезпеки, який в силу своїх фізичних і хімічних властивостей здатен створювати небезпеку у разі промислової аварії.

Основні властивості хлору.

Хлор (від грец. χλωρός – «зелений») - хімічний елемент VII групи періодичної системи Менделєєва, атомний номер 17, атомна маса 35,453. Позначається символом Cl. Хімічно активний неметал. Входить до групи галогенів. Проста речовина хлор за нормальних умов - отруйний газ жовто-зеленого кольору, важчий за повітря в 2,44 р, з різким запахом.

Хімічнохлор дуже активний, безпосередньо з'єднується майже з усіма металами (з деякими тільки в присутності вологи або при нагріванні) і з неметалами (крім вуглецю, азоту, кисню, інертних газів), утворюючи відповідні хлориди, вступає в реакцію з багатьма сполуками, заміщає водо границьних вуглеводнів і приєднується до ненасичених сполук. Хлор витісняє

бром і йод їх сполук з воднем і металами; із сполук хлору з цими елементами він витісняється фтором. Лужні метали у присутності слідів вологи взаємодіють із хлором із запаленням, більшість металів реагує із сухим хлором лише за нагріванні. Сталь, а також деякі метали стійки в атмосфері сухого хлору в умовах невисоких температур, тому використовують для виготовлення апаратури і сховищ для сухого хлору.

Однією з важливих галузей хімічної промисловості є хлорна промисловість. Основна кількість хлору переробляються на місці його виробництва в сполуки. Зберігають і перевозять хлор у рідкому вигляді у балонах, бочках, залізничних цистернах або у спеціально обладнаних судинах.

Отруєння хлором можливі у хімічній, целюлозно-паперовій, текстильній, фармацевтичній промисловості. Хлор дратує слизові оболонки очей та дихальних шляхів. До первинних запальних змін зазвичай приєднується вторинна інфекція. Гостро отруєння розвивається майже негайно. При вдиханні середніх та низьких концентрацій хлору відзначаються біль у грудях, сухий кашель, прискорене дихання, різь в очах, сльозотеча, підвищення вмісту лейкоцитів у крові, температури тіла тощо. Можливі бронхопневмонія, токсичний набряк легенів, депресивні стани. У легких випадках одужання настає через 3-7 діб. Як віддалені наслідки спостерігаються запалення верхніх дихальних шляхів, рецидивний бронхіт, пневмосклероз; можлива активізація туберкульозу легень. При тривалому вдиханні невеликих концентрацій хлору спостерігаються аналогічні, але повільно розвиваються форми захворювання. Профілактика отруєнь: герметизація виробництв, обладнання, ефективна вентиляція, за необхідності використання протигазу. Гранично допустима концентрація хлору у повітрі, приміщень  $1 \text{ мг/м}^3$ . Виробництво хлору, хлорного вапна та інших сполук, що містять хлор, відноситься до виробництва зі шкідливими умовами праці.

### 3.3 Розрахунок зони ураження хлором внаслідок теракту на КП «Водоканал»

Розрахунок проведений за z0440-20. «Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті» [7].

Оцінка та прогнозування наслідків аварій.

Оцінка хімічної обстановки передбачає визначення:

- масштабів хімічного забруднення;
- ступеня небезпеки хімічного забруднення;
- тривалості хімічного забруднення.

Основними показниками, що визначають масштаб хімічного забруднення, є:

- радіус  $R_A$ , (км) та площа  $S_A$  ( $\text{км}^2$ ) району аварії;
- глибина  $\Gamma_1$  (км) та площа  $S_1$  ( $\text{км}^2$ ) поширення первинної хмари НХР;
- глибина  $\Gamma_2$  (км) та площа  $S_2$  ( $\text{км}^2$ ) поширення вторинної хмари НХР.

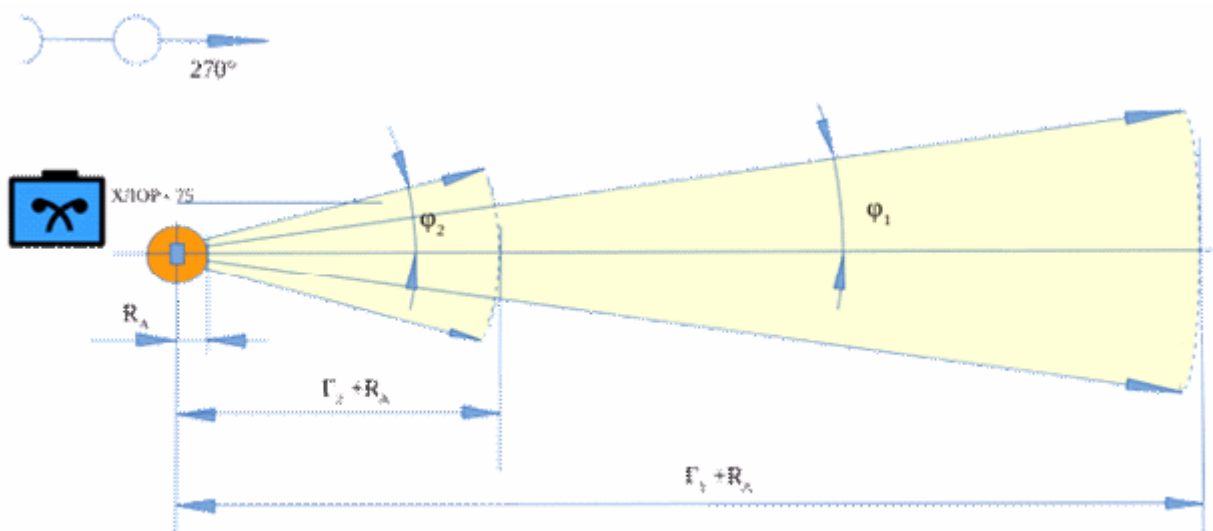


Рисунок 3.1 – Схема поширення первинної та вторинної хмари НХР

Радіус району аварії  $R_A$  (радіус кола, що визначає зовнішні кордони району аварії) залежить від виду НХР й умов її зберігання (використання). Під час проведення розрахунків значення  $R_A$  приймається:

- для зріджених газів та рідких НХР з низькою температурою кипіння, що зберігаються в технологічних ємностях об'ємом до 100 т,- 0,5 км, в інших випадках - 1 км;
- для рідких НХР з високою температурою кипіння в разі руйнування технологічних ємностей об'ємом до 100 т - 0,2-0,3 км, в інших випадках - 0,5 км.

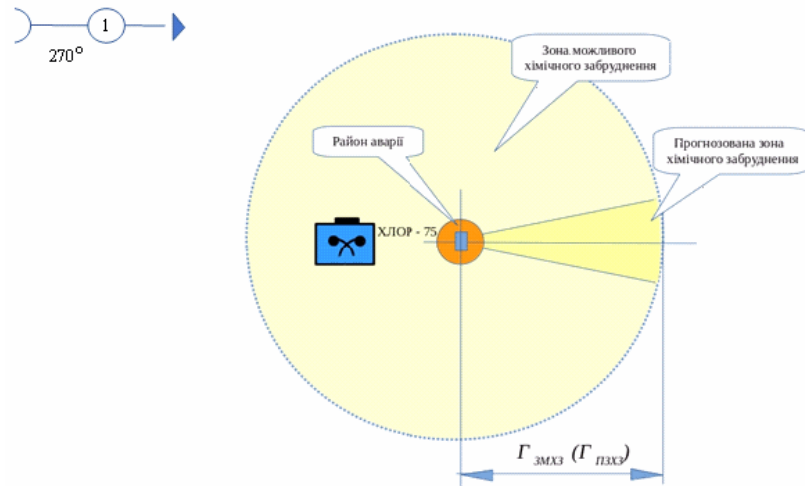


Рисунок 3.2 - Зони можливого та прогнозованого хімічного забруднення за результатами довгострокового прогнозування

У разі виникнення пожежі радіус району аварії необхідно збільшувати в 1,5-2 рази, що обумовлено можливістю викиду більшої кількості НХР, а також розкидання НХР внаслідок вибуху.

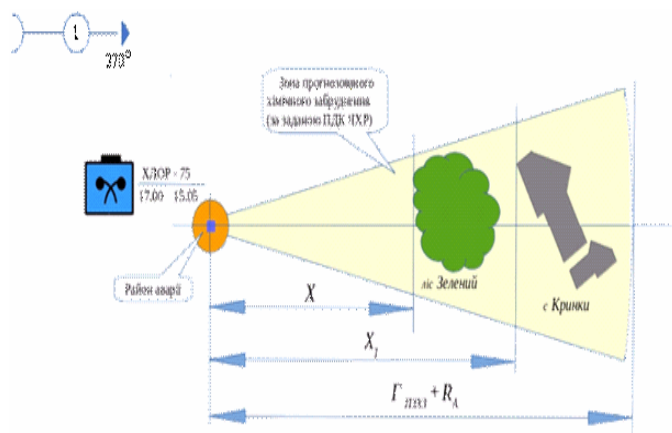


Рисунок 3.3 - Зона хімічного забруднення за результатами аварійного прогнозування

В якості початкових даних для розрахунку обстановки, що склалася, внаслідок теракту на КП «Водоканал»:

найменування небезпечної речовини - зріджений хлор;

кількість небезпечної речовини - 10т;

в якості інциденту приймаємо теракт та ту кількість викинутої в атмосферу речовини приймаємо рівним кількості речовини використаного на КП «Водоканал» - 10 т;

метеорологічні умови на момент здійснення теракту - інверсія, вітер 1 м/с, температура повітря 20°C. Довколишні будинки розташовані 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 токсичної дози хлору до порогової токсичної дозе 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  $T$  (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.

$K_4$  - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру.

$K_7$  - коефіцієнт, що враховує температуру повітря.

$h$  - товщина шару розливу хлору.

$d$  - щільність хлору.

$$T = (0,05 * 1,553) / (0,052 * 1 * 1) = 1,49 \text{ або } 1 \text{ година } 30 \text{ хв.}$$

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

$$Q_2 = (1 - K_1) * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6 * K_7 * Q_0 / (h * d) \quad (3.3)$$

де  $K_1$  - коефіцієнт, залежний від умов зберігання НХР.

$K_2$  - коефіцієнт, залежний від фізико-хімічних властивостей НХР.

$K_3$  - коефіцієнт, рівний відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози іншого НХР.

$K_4$  - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру

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

$K_6$  - коефіцієнт, залежний від часу, що пройшов після аварії :  $N = T^{0,8}$

$K_7$  - коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря.

$$Q_2 = (1 - 0,18) * 0,052 * 1 * 1 * 1 * 1,38 * 1 * 10 / (0,05 * 1,553) = 7,58 \text{ т}$$

За додатком 2 до з0440-20 [7] знаходимо глибину зони зараження.

Глибина зони зараження для 1 т складає 1,68 км, а для 2 т - 2,91 км.

Інтерполяцією знаходимо глибину зони зараження для 1,8 т:

$$r_1 = 1,68 + \left( \frac{2,91 - 1,68}{3 - 1} \right) * (1,8 - 1) = 2,17 \quad (3.4)$$

- для первинної хмари 1,8 (т) глибина  $\Gamma_1 = 2,17$  км

Аналогічно поступаємо для вторинної хмари. Глибина зони зараження для 5 т складає 12,53 км, а для 10 т - 19,20 км. Інтерполюємо глибину зараження для 7,58 т.:

$$\Gamma_2 = 12,53 + \left( \frac{19,20 - 12,53}{10 - 5} \right) * (7,58 - 5) = 15,97 \quad (3.5)$$

- для вторинної хмари 7,58 (т) глибина  $\Gamma_2 = 15,97$  км.

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

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5\Gamma'' \quad (3.6)$$

де  $\Gamma' = \Gamma_2$  - найбільша глибина зони зараження, км

$\Gamma'' = \Gamma_1$  - найменша глибина зони зараження, км

$$\Gamma = 15,97 + (0,5 * 2,17) = 17,055 \text{ (км)}$$

Граничне можливе значення глибини перенесення повітряних мас  $\Gamma_{\Pi}$  (км) визначимо по формулі:

$$\Gamma_{\Pi} = N * Y \quad (3.7)$$

де  $N = 1,49$  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:

$$\Gamma_{\text{п}}=1,49*5= 7,45 \quad (3.8)$$

Згідно z0440-20 [7] за остаточну розрахункову глибину зони зараження береться менше з двох порівнюваних між собою значень, тобто.  $\Gamma = 7,45$  км.

Таким чином, хмара зараженого повітря через 1 годину 30 мін після аварії може представляти небезпеку для населення, що знаходиться в радіусі 7,45 км. У момент вибуху - 2,17 км.

Щоб мінімізувати людські втрати, потрібна буде евакуація населення району. Евакуація здійснюватиметься автобусами.

Т. до. евакуація займе тривалий час, то в цілях недопущення надзвичайної ситуації необхідно заздалегідь передбачити такі заходи, які могли б не допустити виникнення НС, і її поширення.

#### 3.4 Комплекс організаційно-технічних заходів по зниженню ризику виникнення НС на КП «Водоканал»

1. Плановий контроль за технічним станом устаткування.
2. Установка системи контролю і управління технологічними процесами із забезпеченням подання аварійного звукового і/або світлового сигналу.
3. Захист комунікацій на території об'єкту від можливого механічного ушкодження.
4. Система постійного контролю над станом вибухобезпечності середовища на території об'єкту.
5. Облаштування гучномовного зв'язку і спеціальні сигнали сповіщення людей, які можуть знаходитися в зонах підвищеного ризику у разі виникнення і розвитку аварійної ситуації.
6. Підвищення стійкості об'єкту до розвитку пожежі. Досягається за рахунок зменшення пожежної небезпеки вогнища пожежі і (чи) підвищення



тактико-технічних можливостей підрозділів пожежної охорони підприємства, виходячи з умови локалізації, а потім і ліквідації пожежі, що розвивається за найбільш несприятливим сценарієм.

7. Підвищення тактико-технічних можливостей підрозділу пожежної охорони підприємства за рахунок застосування сучасних засобів і систем пожежогасінні.

8. Захист конструкцій будівель і споруд, розташованих на території в зоні дії небезпечної теплової енергії пожежі, що згорають, спеціальними завісами із зовнішнього боку, т. е. з боку дії тепла пожежі.

9. Установка водяних завіс як на території КП «Водоканал», так і на довколишній території».

10. Посилення охорони об'єкту.

11. Керівником підприємства має бути розроблений план спільних дій, що забезпечує взаємодію сторін, що беруть участь в локалізації і ліквідації великомасштабної аварії, пов'язаної з виходом в селитебну територію.

12. Слід передбачати щорічну перепідготовку керівного персоналу на основі досвіду забезпечення промислової безпеки об'єктів, розташованих на заселених територіях.

13. Регулярне проведення навчань і тренувань з метою підвищення кваліфікації працівників.

14. Адміністрації району передбачити виділення грошових коштів, з метою накопичення фонду засобів індивідуального захисту.

15. Організувати видачу населенню і працівникам підприємства індивідуальних засобів захисту і регулярну перевірку їх стану.

### 3.5 Розрахунок будівництва простих укриттів

Як було вказано вище, оскільки існуючі укриття, підвали і інші заглиблені приміщення, пристосовані під захисні споруди, не дозволяють

укрити необхідну кількість населення, то будуються в достатній кількості прості укриття (перекриті щілини). Зокрема, для Заводського району міста Запоріжжя будівництво 308 простих укриттів, місткістю по 40 людей кожне.

Таким чином, для виробництва розрахунків однієї щілини місткістю 40 люд. знадобиться:

- 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 перекуриттів	5,1 м <sup>3</sup>
Дошки і жердини	3,9 м <sup>3</sup>
Руберойд (толь)	60 м <sup>2</sup>
Глина	7,5 м <sup>3</sup>
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:  $(8,3 \times 308) / 24 = 107$  бригад.

Визначення кількості затрат при роботі за 1 зміну:

- а) використовуються початкові дані на будівництво 1 щілини на 40люд.;
- б) потреба особового складу - 12 люд.;
- с) кількість бригад при роботі за 1 зміну - 107 бригад;
- д) розрахунок:  $107 \times 12 = 1284$  людини.

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

- а) розрахунок:  $107 \times 2 = 214$  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:  $214 \times 12 = 2568$  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:  $107 \times 5 = 535$  шт.;
- лом:  $107 \times 4 = 428$  шт.;
- пила:  $107 \times 4 = 428$  шт.;
- сокира:  $107 \times 8 = 856$  шт.;
- кувалда:  $107 \times 4 = 428$  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 40 люд.;
- 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:  $(8,3 \times 308) / 48 = 54$  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:  $54 \times 12 = 648$  люд.

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

- а) розрахунок:  $54 \times 2 = 108$  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:  $108 \times 12 = 1296$  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:  $54 \times 5 = 270$  шт.;

лом:  $54 \times 4 = 216$  шт.;

пила:  $54 \times 4 = 216$  шт.;

сокира:  $54 \times 8 = 432$  шт.;

кувалда:  $54 \times 4 = 216$  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 40 люд.;

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:  $(8,3 \times 308) / 72 = 36$  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:  $36 \times 12 = 432$  людини.

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

а) розрахунок:  $36 \times 2 = 72$  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:  $72 \times 12 = 864$  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:  $36 \times 5 = 180$  шт.;

лом:  $36 \times 4 = 144$  шт.;

пила:  $36 \times 4 = 144$  шт.;

сокира:  $36 \times 8 = 288$  шт.

кувалда:  $36 \times 4 = 144$  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 <sup>3</sup>	1570,8 м <sup>3</sup>
Дошки і жердини	3,9 м <sup>3</sup>	1201,2 м <sup>3</sup>
Руберойд (толь)	60 м <sup>2</sup>	18480 м <sup>2</sup>
Глина	7,5 м <sup>3</sup>	2310 м <sup>3</sup>
Пакля	15 кг	4620 кг
Цвяхи	0,9 кг	277,2 кг

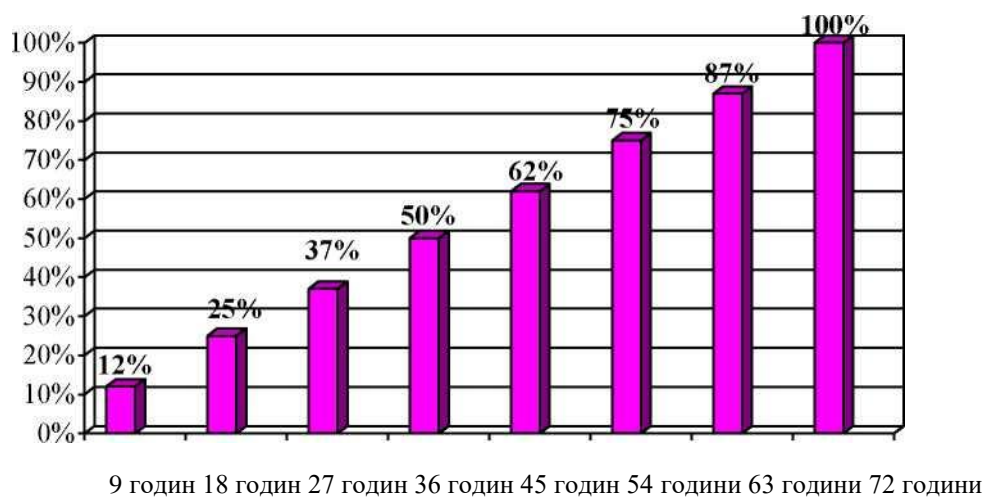


Рисунок 3.4 - Нарощування будівництва простих укриттів



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проаналізувавши нормативно-правову базу і наявні літературні джерела в області захисту населення і територій від НС, можна зробити висновки:

1. Захист населення країни у надзвичайних ситуаціях мирного та воєнного часу (особливий період) – одне з найважливіших державних завдань, яке здійснюється єдиною державною системою цивільного захисту, яка складається з функціональних і територіальних підсистем та їх ланок. Як у минулому, так і в даний час одним із шляхів вирішення цього завдання є накопичення фонду захисних споруд цивільного захисту. Накопичення фонду захисних споруд проводиться завчасно, шляхом нового будівництва за поточними планами та пристосування існуючих приміщень під захисні споруди цивільного захисту. В «Основних засадах захисту населення» зазначається, що захист населення передбачає створення необхідних умов для збереження життя, запобігання чи максимальному зниженню втрат населення.

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 захисних спорудах, а також при надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, виходячи з принципу розумної достатності як за місткістю, так і за ступенем захисту споруд цивільного захисту.

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 проводитися евакуація населення із зони НС у безпечні райони.

7. Аналіз розробленої схеми розміщення захисних споруджень цивільної оборони району категоризованого міста, зроблені розрахунки по укриттю населення свідчать про те, що інженерний захист населення Заводського району забезпечений на належному рівні. Але в той же час, якщо найбільша працююча зміна підприємств Заводського району, що продовжують свою діяльність в особливий період, забезпечена захисними спорудами ЦЗ на 100 %, то населення вказаного району тільки на 81 %.

8. Тому гостро стоїть проблема заповнення недоліку фонду захисних споруд цивільного захисту для населення, що пов'язано з відсутністю належного фінансування на будівництво і проектування будівель і споруд шляхом зведення посиленних підвальних приміщень житлових будинків.

9. У цьому аспекті значний практичний інтерес представляє вирішення питань по захисту населення міста Запоріжжя удосконаленням і реалізацією наявного вже достатньою мірою досвіду будівництва гаражів-стоянок, як споруд подвійного призначення. Застосування цього типу споруд, а також ряду інших споруд, що використовуються як спорудження подвійного призначення свідчить про високу економічність цих споруд в якості накопичення фонду ЗСЦЗ.

10. 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-ХІІ "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. Плахтій П.Д., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Баран Г.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 огороження 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 теплоізоляційного 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. Ключниченко Є. Є. Техніко-економічні обґрунтування в містобудуванні: підручник/ Є. Є. Ключниченко. – 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 вчз. 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 III 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.