

Отримані результати чисельних досліджень є підставою для вдосконалення сучасних розрахункових моделей будівель і надають додаткові відомості для коригування інструментів чисельного моделювання. Визначення ресурсу економії матеріалів при влаштуванні перекриття (див. рис. 4) дає підстави рекомендувати полегшені плити в практику каркасно-монолітного домобудування.

Література

1. Афанасьєва Л. В., Москаленко М. В. Дослідження ефективності монолітних плит перекриття багатоповерхових каркасних будинків. Будівельні конструкції. Теорія і практика : зб. наук. пр. Київ, КНУБА, 2023. Вип. 12. С. 139–148.
2. Афанасьєва Л. В. Щодо продавлювання плоских плит перекриття каркасно-монолітних будинків. Збірник праць XVII Міжнародної наукової конференції «Наука та освіта», м. Хайдусобосло, Угорщина, 2023. С. 80–83.
3. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування. – Мінрегіонбуд України. Київ, 2011. – 71с. [Чинний з 01.06.2011].
4. Афанасьєва Л. В., Кулик Т. Р. Гармонізація міжнародних і національних стандартів як механізм технічного регулювання будівельної галузі України. Збірник праць XIV Міжнародної наукової конференції «Наука і освіта». Угорщина, Хайдусобосло, 2020. С. 3–7.
5. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. – Мінрегіонбуд України. Київ, 2018. – 30 с. [Чинний з 01.01.2019].

ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ЗАХИСНИХ СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ

Гетун Г. В.¹, Баліна О. І.², Безклубенко І. С.³, Ботвіновська С. І.⁴, Соломін А. В.⁵

¹⁻⁴Київський національний університет будівництва і архітектури
03680, Київ, Повітрофлотський пр.-т, 31

⁵м. Київ, НТУ України «КПІ ім. І.Сікорського»

E-mail: ¹galinagetun@ukr.net, ²elena.i.balina@gmail.com

³i.bezklubenko@gmail.com, ⁴botvinovska@ua.fm, ⁵a.solomin@kpi.ua

29 липня 2022 року в Україні введено у дію Закон № 2486-IX «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо забезпечення вимог цивільного захисту під час планування та забудови

територій», який вимагає від забудовників проєктування та будівництво захисних споруд цивільного захисту населення або споруд подвійного призначення для об'єктів будівництва, які за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, на яких постійно перебувають понад 50 фізичних осіб або періодично перебувають понад 100 фізосіб [4, 6, 9, 12].

Захисні інженерні споруди цивільного призначення для захисту населення від впливу небезпечних чинників та дії засобів ураження, які виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів, проєктуються з врахуванням вимог пожежної та техногенної безпеки [1, 7, 8]. Укриття повинні захищати людей від потрапляння боєприпасів (ракет, снарядів, мінометних куль тощо), впливів вибухових повітряних хвиль, розповсюдження пожеж, хімічних речовин і радіації. Найважливішим фактором проєктування захисних споруд є їх раціональне розміщення в структурі будівлі, що потребує злагодженої роботи архітекторів та інженерів конструкторів. Досвід руйнування житлової, цивільної, промислової та транспортної інфраструктури та об'єктів життєзабезпечення населення в результаті російської агресії проти України свідчить, що захисні споруди цивільного захисту населення найраціональніше розміщувати в підвальних і цокольних поверхах будівель і споруд. Досвідом підтверджено, що укриття людей в захисних спорудах забезпечує ефективне зниження ступеню ураження та зберігає життя і здоров'я людей від надзвичайних ситуацій [2, 3, 5].

Проєктування і будівництво окремо розташованих захисних споруд заглиблених і розташованих із заглибленням підлоги менше 1500 мм від планувальної поверхні землі допускається, якщо немає можливості проєктувати вбудовані сховища, або об'єкт розташовується у складних гідрологічних умовах за відповідного обґрунтування.

На етапі розробки об'ємно-планувального рішення будівлі, призначають її основні габаритні розміри, раціонально розміщують укриття в об'ємі будівлі, викреслюють плани і розрізи, узгоджують з інженером-конструктором конструктивну систему і схему будівлі, вибирають раціональні матеріали основних несучих і огорожувальних конструкцій будівлі та укриття, призначають їх орієнтовні розміри, збирають навантаження та впливи і виконують подальші статичні та конструктивні розрахунки. Надійність збереження життя людей в захисній споруді цивільного захисту населення у першу чергу забезпечується міцністю несучих і огорожувальних конструкцій, а також створенням оптимальних санітарно-технічних умов для нормальної життєдіяльності укритих в них людей протягом двох діб [1, 5, 11].

Основні несучі конструкції захисних споруд цивільного захисту повинні витримувати всі види статичних і динамічних навантажень і впливів від можливих вибухів і детонації. Навантаження від вибухів можна деяким чином порівнювати з навантаженнями, які виникають в результаті природних надзвичайних явищ, а саме: землетрусів, екстремальних навантажень від вітру (ураганів з тривалим періодом часу або торнадо малої тривалості). Характерною особливістю таких навантажень і впливів на конструкції будівлі є домінування горизонтальної складової навантаження над вертикальною [3, 7, 8, 13].

Завчасне накопичення фонду захисних споруд в Україні вирішується на підставі будівельних норм ДБН В.2.2.5-97 «Захисні споруди цивільної оборони» [10] і правил з урахуванням розвитку засобів ураження та економічних можливостей держави [1, 13–15].

Сховище складається з основних і допоміжних приміщень [4].

До основних приміщень відносяться: приміщення для укриття людей; медичний пункт; пункт управління. До допоміжних приміщень відносяться: фільтровентиляційні приміщення (ФВП); приміщення під дизельні електростанції (ДЕС); санітарні вузли; електрощитова; аварійний вихід; приміщення для зберігання продуктів харчування; тамбури і тамбур шлюзи та інші (рис. 1).

Приміщення основного призначення

1. Приміщення для укриття людей за двоповерхового розміщення лавок планується з розрахунку $0,5 \text{ м}^2$ площі підлоги і не менше $1,5 \text{ м}^3$ внутрішнього об'єму на одну людину (за триповерхового розміщення – $0,4 \text{ м}^2$). При визначенні об'єму на одну людину враховується об'єм всіх приміщень, як основного, так і допоміжного призначення у зоні герметизації, за винятком ДЕС, тамбурів і розширювальних камер. Двоповерхові лавки ставлять в сховищах за висоти приміщень $2,2\text{--}2,9 \text{ м}$. Триповерхові лавки розміщують в сховищах висотою приміщень понад $2,9 \text{ м}$. Висота приміщень сховища повинна відповідати вимогам використання в мирний час і приймається не менше $2,2 \text{ м}$ і не більше $3,5 \text{ м}$ від підлоги до низу виступаючих конструкцій перекриття. Місця для сидіння $450 \times 450 \text{ мм}$ на одну людину, для лежання $550 \times 1800 \text{ мм}$. Ширина проходу між лавками для сидіння і лежання повинна бути $700\text{--}850 \text{ мм}$, а ширина основного проходу в сховищі $900\text{--}1200 \text{ мм}$. Висота лавок для сидіння 450 мм , а місць для лежання на другому поверсі 1450 мм , на третьому поверсі – 2150 мм від підлоги. Відстань від верхнього поверху до перекриття не менше 750 мм . Кількість місць для лежання повинно дорівнювати: 20% від місткості споруди за двоярусного розташування нар; 30% від місткості споруди за трьох-ярусного розташування нар.

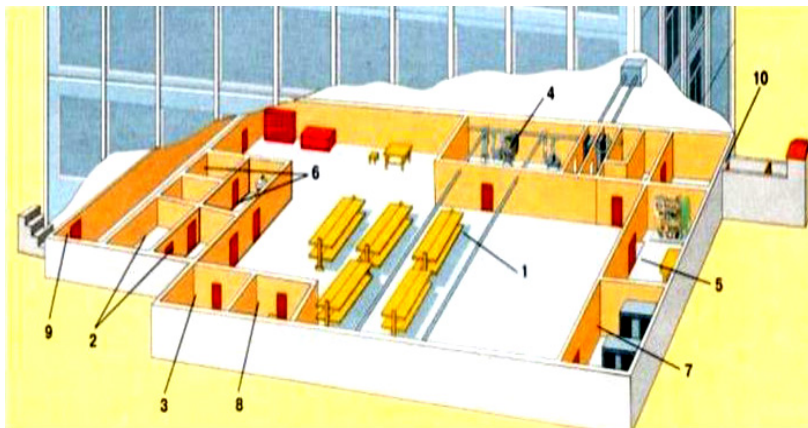


Рис. 1. Об'ємно-планувальне рішення захисної споруди:

- 1** – приміщення для укриття людей; **2** – пункт управління;
- 3** – медичний пункт; **4** – фільтровентиляційна камера (ФВП);
- 5** – приміщення дизельної електростанції (ДЕС); **6** – санітарні вузли;
- 7** – приміщення для ПММ і електрошитова;
- 8** – приміщення для продовольства; **9** – вхід з тамбуром;
- 10** – аварійний вихід з тамбуром

2. Пункт управління розміщується в одному із сховищ об'єкта. За наявності найбільшої робочої зміни (більше 500 чол.) виділяється окрема кімната з розрахунку 2 м^2 на кожного працюючого в ній.

3. Медпункт обладнується в сховищах місткістю 900–1200 чол. площею приміщення 9 м^2 . На кожні наступні 100 чол. понад 1200 чол. площа збільшується на 1 м^2 . На кожні 500 чол. передбачено санпости площею 2 м^2 (не менше 1 поста на сховище).

Приміщення допоміжного призначення

1. **Входи і виходи.** Кількість входів у захисну споруду повинна бути не менше двох. У вбудованих сховищах, крім цього, повинен бути ще й аварійний вихід. У великих сховищах кількість входів визначається шириною дверного прорізу: за ширини прорізу 800 мм – один вхід на 200 чол., за ширини прорізу 1200 мм – один вхід на 300 чол. Входи розміщуються на протилежних боках захисних споруд і обладнуються тамбурами, які забезпечують захист від попадання в сховище радіоактивних і отруйних речовин. Зовнішні двері в тамбурах повинні бути захисно-герметичними протипожежними, внутрішні – тільки герметичними.

2. **Тамбур-шлюз** – призначений для пропуску людей в укриття після команди «Закрити захисні споруди», без порушення захисних

властивостей і герметичності сховищ. В захисних спорудах місткістю 300–600 чол. біля входів обладнують однокамерні тамбур-шлюзи (рис. 2), а за місткості понад 600 чол. – двокамерні. Площа камери залежить від ширини входу. За ширини входу 800 мм площа камери 8 м², а за ширини входу 1200 мм – 10 м². Ширина тамбур-шлюзу повинна бути не менше 2200 мм. Двері тамбур-шлюзу захисно-герметичні, відкриваються назовні (за напрямком евакуації людей). Тамбур-шлюз – об’ємно-планувальний елемент будівлі, відокремлений від інших приміщень протипожежними перешкодами і розташований безпосередньо в місцях входу (виходу) з приміщення, сходової клітки, ліфтової шахти.

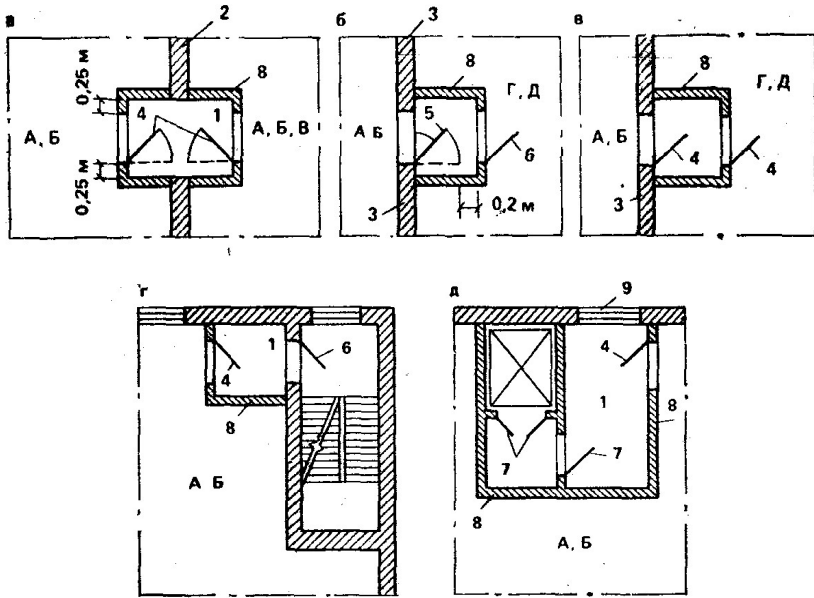


Рис. 2. Схеми влаштування однокамерних тамбур-шлюзів:
 а) для розділення приміщень пожежо- і вибухопожежних виробництв;
 б–в) для захисту дверного прорізу в протипожежній стіні 1-го типу;
 з) біля входу до сходової клітки; д) біля входу до ліфта;
 А, Б, В, Г, Д – категорії приміщень за вибухопожежною і пожежною небезпекою;
 1 – тамбур-шлюз; 2 – протипожежна стіна 1- і 2-го типів,
 протипожежна перегородка 1-го типу; 3 – протипожежна стіна 1-го типу;
 4 – протипожежні двері 2-го типу; 5 – протипожежні двері 1-го типу;
 6 – дерев’яні двері без порожнин товщиною понад 40 мм;
 7 – двері з негорючих матеріалів; 8 – протипожежні перегородки 1-го типу;
 9 – протипожежні вікна 2-го типу

3. **Аварійний вихід** будують у вигляді тунелю з внутрішнім розрізом не менше 900 × 1300 мм. Аварійний вихід повинен виходити на територію, яка не завалюється, через вертикальну шахту, що закінчується оголовком. Вихід у тунель із зовнішнього та внутрішнього боків сховища закривають захисними герметичними ставнями. Оголовок аварійного виходу повинен бути віддалений від оточуючих будівель і споруд на відстані, яка складає не менше половини висоти найближчої будівлі або споруди «плюс» 3 м.

4. **Санвузли** розташовуються в ізольованих приміщеннях. Норма: 1 унітаз і 1 пісуар на 150 мужчин, 1 унітаз – на 75 жінок, 1 умивальник – на 200 чол.

5. **Приміщення для ДЕС** розміщується біля зовнішньої стінки, відділено від інших приміщень протипожежною перешкодою – стіною типу 1 з мінімальною межею вогнестійкості REI 150 хв. [7, 8 13]. Вхід в ДЕС із сховища обладнується тамбуром і двома герметичними дверима, які відкриваються в сторону сховища.

6. **Приміщення для продуктів** площею 5 м² обладнується при кількості людей, що укриваються, до 150 чол. і на кожні наступні 100 чол. збільшується на 3 м².

7. **Приміщення для вентиляційного обладнання**, розміри якого визначаються габаритами обладнання.

Захисні споруди обладнуються системами життєзабезпечення (повітропостачання, водопостачання, водовідведення, каналізації, опалення, електропостачання та зв'язку) для забезпечення тривалого перебування людей (мінімальний термін 2 доби. У захисній споруді мають бути дозиметричні та хімічні прилади розвідки, засоби індивідуального захисту, засоби гасіння пожеж, аварійний запас інструментів, засоби аварійного освітлення, запас медичних засобів, продуктів і води.

Конструкції приміщень цивільного захисту населення, розміщені в підземних поверхах вибухостійкої будівлі, повинні чинити опір додатковим навантаженням і впливам, які можуть виникнути під час екстремальних умов експлуатації. Вони повинні витримувати, крім основних навантажень і впливів, епізодичні навантаження, до яких належать вибухові впливи та вага будівельного сміття від пошкоджених конструкцій, а також чинити опір розповсюдженню вогню. Найкраще такі навантаження і впливи будуть витримувати каркасні будівлі з монолітними залізобетонними ребристими перекриттями з головними і другорядними балками або з перехресно розташованими балками, які жорстко закріплені до вертикальних несучих конструкцій (колон, пілонів, стін).

Вертикальні та горизонтальні несучі конструкції підземних поверхів вибухостійкої будівлі повинні сприймати і витримувати всі

навантаження і впливи, раціонально їх перерозподіляти та забезпечувати безперервну і надійну передачу на фундаменти [1, 5, 6].

Висновки. Таким чином, для захисту населення від впливу небезпечних чинників та дії засобів ураження, які виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних дій або терористичних актів необхідно проектувати вибухостійкі будівлі з вбудованими бомбосховищами та конструкціями з монолітного залізобетону, які здатні чинити опір вибуховим впливам без прогресуючого колапсу та появи каскадної послідовності пошкоджень суміжних конструкцій. Монолітний залізобетон має велику масу, що покращує його інерційний опір. Для залізобетонних конструкцій характерна пропорційна пластичність, яку можна регулювати зміною коефіцієнту армування.

Література

1. Конструкції будівель і споруд. Кн. 2. Нежитлові будівлі : підручник для вищих навч. закл. / Гетун Г. В., Куліков П. М., Плоский В. О., Чернишев Д. О. – Кам'янець-Подільський : Вид-во «Рута». 2023 р. – 900 с.: іл.
2. Дифузійні процеси з накопичувальними характеристиками при експлуатації будівель / Гетун Г. В., Буценко Ю. П., Баліна О. І., та ін. // Опір матеріалів і теорія споруд : наук.-техн. зб. – Київ : КНУБА, 2019. – № 102. – С. 243–252.
3. Getun G. V., Balina O. I., Butsenko Y. P., Labzhynsky V. A., Bezklubenko I. S., Solomin A. V. Situation forecasting and decision-making optimization based on using markov finite chains for areas with industrial polutions // Опір матеріалів та теорія споруд : наук.-техн. зб. – Київ : КНУБА, 2020. – Вип. 104. – С. 164–175.
4. Гетун Г. В., Безклубенко І. С., Соломін А. В., Баліна О. І. Особливості об'ємно-планувальних рішень захисних споруд цивільного захисту // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. – 2023. – Вип. 67. – С. 216–225.
5. Гетун Г. В., Колякова В. М., Соломін А. В., Безклубенко І. С. Особливості проектування сталевих сейсмостійких конструкцій висотних будівель // Будівельні конструкції. Теорія і практика : наук.-техн. зб. – Київ : КНУБА, 2022. – Вип. 11. – С. 18–32.
6. Гетун Г. В., Колякова В. М., Соломін А. В., Безклубенко І. С. Конструктивні рішення вибухостійких будівель з приміщеннями цивільного захисту населення // Будівельні конструкції. Теорія і практика : наук.-техн. зб. – Київ : КНУБА, 2023. – Вип. 13. – С. 27–35.
7. ДБН В.1.1-7-2016. Технічні норми, правила і стандарти. Загальнотехнічні вимоги до життєвого середовища та продукції буді-

вельного призначення. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. – 41 с.

8. ДБН В.1.2-7-2021. Технічні норми, правила і стандарти. Загальнотехнічні вимоги до життєвого середовища та продукції будівельного призначення. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. – 13 с.

9. ДБН В.1.2-14:2018. Технічні норми, правила і стандарти. Загальнотехнічні вимоги до життєвого середовища та продукції будівельного призначення. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. – 30 с.

10. ДБН В.2.2.5-97. Технічні норми, правила і стандарти. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Будинки і споруди. Захисні споруди цивільної оборони. – Київ : «Держкоммістобудування», 1998. – 80 с.

11. Іванченко Г. М., Гетун Г. В., Безклубенко І. С., Соломін А. В. Особливості конструювання та розрахунків складних залізобетонних рам будівель // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2023. – Вип. 110. – С. 108–117.

12. Іванченко Г. М., Гетун Г. В., Безклубенко І. С., Соломін А. В. Вплив вибухових навантажень на будівлі та споруди цивільного захисту населення // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2023. – Вип. 111. – С. 108–117.

13. Куліков П. М., Плоский В. О., Гетун Г. В. Архітектура будівель та споруд. Кн. 5. Промислові будівлі : підруч. для вищ. навч. закл. / Куліков П. М., Плоский В. О., Гетун Г. В. – Кам'янець-Подільський : Вид-во «Рута». 2020 р. – 820 с.: іл.

14. Куліков П. М., Плоский В. О., Гетун Г. В. Конструкції будівель і споруд. Кн. 1 : підруч. для вищ. навч. закл. / Куліков П. М., Плоский В. О., Гетун Г. В. – Київ : Вид-во «Ліра-К». 2021 р. – 820 с.: іл.

15. Плоский В. О., Гетун Г. В. Архітектура будівель та споруд. Кн. 2. Житлові будинки : підруч. для вищ. навч. закл. – Вид. 3-тє, перероб. і допов. / Плоский В. О., Гетун Г. В. – Кам'янець-Подільський : Вид-во «Рута». 2017 р. – 736 с.: іл.

16. Нужний В. П. Перші дослідження ушкодження будівель і споруд внаслідок бойових дій // Будівельні конструкції. Теорія і практика : наук.-техн. зб. – Київ : КНУБА, 2022. – Вип. 11. – С. 104–114.