

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою
Кафедра будівництва та цивільної інженерії

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

**Удосконалення конструктивних рішень консольних елементів
цивільних будівель зі сховищами**

Розробив: **Марченко Дмитро Петрович**
студент гр. 601-БМ,
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»
освітньо-професійна програма
«Міське будівництво та господарство»

№ з.к. **11393388**

Керівник: **Семко Олександр**

Володимирович, д.т.н

професор кафедри будівництва та цивільної
інженерії

Рецензент: _____

Полтава 2025

Зміст

Вступ. Актуальність теми	3
РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ.....	6
1.1 Нормативні вимоги до цивільних будівель зі сховищами цивільного захисту населення.....	6
1.2 Аналіз наукових, методичних публікацій і проектних рішень.....	19
1.3 Типи споруд для укриття для учасників освітнього процесу.....	20
РОЗДІЛ II. КЛАСИФІКАЦІЯ І ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ФАСАДНИХ АРХІТЕКТУРНО КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ	33
2.1. Види і класифікація елементів.....	33
2.2. Нормативні вимоги: вітчизняні та зарубіжні.....	43
2.3. Балкони, лоджії та козирки як важливі елементи фасадів будівель.....	46
РОЗДІЛ III. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ ПИТАНЬ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОНСОЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ.....	50
3.1. Проблемні питання консольних елементів цивільних будівель.....	50
3.2. Аналіз задач по реконструкції та підсиленню.....	63
РОЗДІЛ IV ПІДСИЛЕННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЯ КОНСОЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ.....	65
4.1. Аналіз причин ремонту і реконструкції консольних елементів цивільних будівель.....	65
4.2. Характеристика дефектів будівельних конструкцій.....	74
4.2.1. Основні види дефектів.....	76
4.2.2. Перелік поширених дефектів та пошкоджень будівельних конструкцій, викликаних зовнішнім середовищем.....	88
4.2.3. Поширені пошкодження металевих конструкцій.....	92
4.2.4. Перелік поширених дефектів будівельних конструкцій, викликаних недоліками проектних рішень, будівництва та порушень правил експлуатації.....	97
4.3. Основні методи підсилення конструкцій та конструктивних елементів цивільних будівель.....	104
4.3.1. Способи укладання і причини руйнування балконних плит.....	115
РОЗДІЛ V. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ КОНСОЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ ЗІ СХОВИЩАМИ.....	132
5.1. Види підсилення консольних елементів цивільних будівель: вузли і деталі..	132
5.2. Розрахунок покриття пандусу підвального приміщення Кременчуцького міського Центру комплексної реабілітації дітей з інвалідністю Департаменту соціального захисту населення.....	145
ВИСНОВОК.....	153
ЛІТЕРАТУРА.....	155

						601-Бм. 11393388. ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Марченко Д.П.			Удосконалення конструктивних рішень консольних елементів цивільних будівель зі сховищами	Стадія	Арк.	Аркцив
Перевір.		Семко О.В.					2	164
Н. Контр.						НУ»Полтавська політехніка імені Ю.Кондратюка		
Затверд.		Семко О.В.				Кафедра БтаЦІ		

Вступ. Актуальність теми.

Повномасштабна війна на території України унаслідок збройної агресії росії супроводжується серйозними руйнуваннями критичної та громадської інфраструктури, що призводить до занепаду економічно-соціального розвитку цілих регіонів та країни в цілому. На даний час пошкодженими та зруйнованими є більш ніж 160 тисяч будівель і споруд, 20 тисяч з яких є багатопверховими. Ці об'єкти в Україні знаходяться як в глибокому тилу так і біля лінії зіткнення. І якщо раніше будівлі руйнувалися у результаті довгорічної експлуатації, то зараз до проблем технічного старіння будівель додалася проблема пошкодження об'єктів нерухомого майна унаслідок проведення бойових дій, диверсій та терористичних актів, що спричинені військовою агресією російської федерації.

Науковці розширили свої дослідження щодо цивільних будівель зі сховищами цивільного захисту населення та стану пошкоджених унаслідок проведення воєнних дій будівель та споруд. Ними аналізуються різноманітні випадки впливу воєнних дій: перший – влучання поряд з будівлею; другий – пряме влучання у будівлю або вибухи великої потужності поруч із будівлею. У першому випадку одночасно пошкоджень зазнають: елементи зовнішніх стін, заповнення прорізів (віконних та дверних) та покрівля. При другому випадку зазвичай притаманні пошкодження характерні й для першого випадку, але крім цього – відбувається часткова руйнація несучих конструкцій і пошкодження (чи руйнація) пов'язаних із ними елементів.

Науковцями встановлюються, які будівлі є найбільш витривалими серед цегляних, крупноблочних, панельних, каркасних. За результатами дослідження встановлено, що найбільш стійкими щодо впливу воєнних дій є каркасно-монолітні будівлі; найменш стійкими – панельні будівлі. Результати наукового аналізу визначення характеру впливу воєнних дій на будівлі та споруди надають змогу виконувати подальші дослідження у сфері відновлення пошкоджених об'єктів будівництва. Зокрема, приймати рішення щодо зведення нових, з надійними укриттями, більш стійких до позапроектних впливів; враховувати характер пошкоджень та

									Арк.
									3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

особливості організаційно-технологічних рішень у комплексному процесі відновлення будівель та споруд, в тому числі їх окремих фасадних елементів.

Першочерговою задачею держави на даний момент є проведення заходів щодо відновлення пошкодженого житла. Кабінетом Міністрів України затверджений Порядок по виконанню невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків збройної агресії російської федерації, які пов'язані із пошкодженням будівель та споруд за № 473 від 19 квітня 2022 року [8]. Цим порядком встановлюється процедура швидкого реагування на наслідки збройної агресії росії стосовно пошкодження будівель і споруд на територіях, де бойові дії вже завершені або де бойові дії не ведуться. До цієї постанови були внесені зміни, згідно із якими обстеження зруйнованого житла тепер проводитиметься і на території активних бойових дій за рішенням уповноваженого органу та з урахуванням безпекової ситуації, на яких функціонують державні електронні інформаційні ресурси.

Таким чином, тема щодо удосконалення конструктивних рішень консольних елементів цивільних будівель зі сховищами є актуальною та важливою. Населення України повинно бути захищене та забезпечене зручністю і комфортом.

Метою роботи є аналіз конструктивних рішень консольних елементів цивільних будівель зі сховищами.

Об'єкт дослідження: консольні елементи цивільних будівель.

Предмет дослідження: способи та методи проєктування, реконструкції та ремонту консольних елементів цивільних будівель.

Задачі дослідження:

–розглянути і проаналізувати вимоги до цивільних будівель зі сховищами цивільного захисту населення, вимоги до технічного стану будівель і окремих конструктивних елементів, наукових, методичних публікацій і проєктних рішень за темою;

–класифікувати фасадні архітектурно-конструктивні елементи, визначити необхідність розроблення заходів по їх реконструкції та ремонту;

									Арк.
									4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

- дослідити консольні елементи цивільних будівель у процесі їх експлуатації, визначити їх проблемні моменти, встановити їх основні ознаки руйнації;
- окреслити задачі по реконструкції та підсиленню з метою підтримки працездатного стану будівельних конструкцій;
- проаналізувати основні причини ремонту і реконструкції консольних елементів цивільних будівель, визначити основні види дефектів та пошкоджень;
- визначити основні методи підсилення конструкцій та конструктивних елементів цивільних будівель.

Практичне значення і впровадження

Практичні рекомендації можуть бути використані при виконанні реконструкції і капітального ремонту фасадних архітектурно-конструктивних елементів цивільних будівель, які втратили свої властивості як внаслідок технічного старіння, так і військових дій.

Автором розроблений реальний проєкт «Сховище цивільного захисту Кременчуцького міського Центру комплексної реабілітації дітей з інвалідністю», з пандусом, який має покриття консольного типу.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ

1.1 Нормативні вимоги до цивільних будівель зі сховищами цивільного захисту населення

Цивільні будівлі зі сховищами цивільного захисту населення являють собою інноваційний підхід до проєктування будівель, що виконують подвійне призначення, а саме: експлуатуються за головним функціональним призначенням та водночас є надійним укриттям у разі надзвичайних ситуацій. Цивільні будівлі зі сховищами мають одночасно задовольняти встановленим вимогам згідно з обома функціональними призначеннями: як житлової та водночас володіти захисними властивостями сховищ або протирадіаційних укриттів. Архітектори та інженери розробляють такі споруди з урахуванням жорстких нормативних вимог, які висуваються як до житлового простору, так і до спеціалізованих захисних укриттів. У процесі проєктування цивільних будівель зі сховищами сумісно із положеннями ДБН В.2.2-5:2023 ЗАХИСНІ СПОРУДИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ необхідно керуватися положеннями будівельних норм, якими встановлені вимоги до будівель із визначеною функцією як житлової, що є основною для них, а саме: ДБН В.2.2-15:2019 ЖИТЛОВІ БУДИНКИ.

Нормативними документами ДБН [2] та ДБН [3] розглядаються вимоги до даних цивільних будівель, які є головними при проєктуванні та реконструкції.

Відповідно до ДБН [2] споруди подвійного призначення (СПП) повинні мати захисні властивості сховищ або протирадіаційних укриттів (ПРУ) та спроектовані, пристосовані або побудовані таким чином, аби були забезпечені умови для тимчасового перебування людей, які потребують укриття під час бойових дій, терористичних актів та надзвичайних ситуацій. СПП мусять одночасно відповідати вимогам, встановленим будівельними нормами згідно із обома функціональними призначеннями таких споруд.

Визначені чіткі нормативні вимоги щодо об'ємно-планувальних і конструктивних рішень, спеціального та іншого інженерного обладнання, систем життєзабезпечення СПП які мають забезпечити готовність до експлуатації за

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

призначенням у термін, передбачений стандартами [1], [11]. СПП проєктують та будують у такий спосіб, аби протягом визначеного строку (до 48 годин) досягнути максимальної ефективності їх функціонування для перебування людей в критичних умовах під час бойових дій, надзвичайних ситуацій та терористичних актів. Інженерні рішення мають гарантувати не тільки фізичну безпеку укритих осіб, але й створення комфортних умов життєдіяльності з урахуванням негативних ризиків та можливих деструктивних впливів зовнішнього середовища. Системи інженерного обладнання та життєзабезпечення розробляються з максимальним запасом стійкості та адаптивності, що дозволяє оперативно реагувати на динамічні зміни обстановки та забезпечувати неперервність функціонування критичної інфраструктури захисту населення.

Згідно ДБН [2] захисні властивості повинні зменшити або виключити вплив слідуєчих небезпечних чинників:

- дій повітряних ударних хвиль від побічних дій зброї масового ураження із розрахунковим надмірним тиском;
- дій повітряних ударних хвиль у разі застосування звичайних засобів ураження;
- проникнення уламків у випадках звичайного ураження;
- дій у разі використання небезпечних хімічних та радіоактивних речовин, бойових отруйних речовин, небезпечних біологічних речовин та бактеріальних засобів ураження;
- дій іонізуючого випромінювання та проникаючої радіації від радіоактивно забрудненого повітря, забрудненої води та місцевості через гарантування нормативного ступеня захисту послаблення впливу радіації;
- від катастрофічних затоплень (для сховищ, які облаштовуються у зонах із можливим катастрофічним затопленням);
- від високих показників температури та продуктів згоряння при пожежах.

Нормативні стандарти передбачають диференційований підхід до класифікації та параметризації захисних можливостей СПП, де ключовим критерієм для визначення їх класу є місце знаходження об'єкту будівництва. Принциповою

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимогою є просторове розміщення СПП поза межами зони можливих техногенних руйнувань (у [4] вказаний розрахунок). Інженерні концепції передбачають створення буферних просторових зон, що мінімізують ризики часткового або повного руйнування захисних споруд внаслідок обвалів прилеглих будівельних конструкцій. Додатковим критичним аспектом проектування виступає гідрозахист приміщень. Нормативні вимоги висувають суворі стандарти щодо запобігання наявного затоплення як атмосферними опадами, так і внаслідок можливих техногенних аварій, пов'язаних із пошкодженням ємностей на різних висотних показниках.

Чисельність евакуаційних виходів СПП що мають захисні властивості сховищ встановлюється згідно із вимогами ДБН [5], ДБН [6], які затверджені будівельними нормами відповідно до видів будівель або споруд, спираючись на основне призначення приміщень у мирні часи.

Для гарантування герметичності СПП що мають захисні властивості сховищ виходи для евакуації повинні мати тамбури, тамбур-шлюзи, герметично-захисні та герметичні двері відповідно до [2].

Для СПП із захисними властивостями сховищ розмір ширини у просвіті елементів входів повинна становити не менше, аніж (м):

- двері – 0,9 м (у разі капітального ремонту за відсутності технічної можливості, дозволяється олаштування не менше, аніж 0,8 м у просвіті);
- сходи – 1,35 м із ухилом 1:2 (при реконструкціях дозволяється 1:1,5);
- пандуси – відповідно до вимог [6];
- підземні переходи (тунелі) – 1,5 м;
- підземні переходи (для закладів охорони здоров'я) – 2,0 м.

Вхідні отвори, експлуатуються у мирні часи та мають захисно-герметичні та герметичні двері, можуть бути заповнені дверима, враховуючи вимоги [5], [6], а також будівельні норми за видами споруд і будівель, в залежності від призначення приміщень у мирні часи. В нормативних документах визначається, що всі елементи опорядження СПП повинні бути виконані без додаткових (окремих) каркасів

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

кріплення, не допускається облаштування підвісних стель. З метою опорядження коридорів для евакуації, основних приміщень для укриття також не дозволено використовувати керамічні та скляні матеріали. Для оздоблення не дозволяється застосовувати комплекти, вироби та матеріали, такі, як: підвісні стелі та фальшпідлоги; облицовка плиткою з кераміки, скляними елементами або іншими матеріалами, що у випадках відколювання або руйнування створюють гострі уламки.

18 листопада 2024 року ракета «Хізбалли» влучила в будинок на півночі Ізраїлю, де загинула людина, яка перебувала в захищеній кімнаті-мамаді. Перші результати розслідування прояснили причину трагедії: порушуючи всі правила, її стіни були викладені плиткою, і при прямому влученні в будівлю уламки кахлів розлетілися приміщенням та стали смертельними.

Внутрішнє оздоблення огорожувальних конструкцій (стіни, перегородки, підлоги, стелі) СПП повинно відповідати вимогам, які висуваються до об'єктів – згідно із функціональним призначенням, що не пов'язане із гарантуванням зменшення впливу на людей небезпечних чинників (факторів).

Виконання з'єднань, що мають герметичні та захисно-герметичні пристрої (ворота, двері, віконниці (люки) тощо) та заповнення технологічних прорізів (окрім електричних кабелів), проводиться матеріалом, із якого виконані відповідні зовнішні огорожувальні конструкції. Використовувати для таких процесів вставки з інших матеріалів, наприклад, цегли, не дозволяється.

Із гіпсокартону, цегли, та інших негорючих матеріалів дозволяється облаштовувати внутрішні несучі перегородки сховищ.

СПП, в яких передбачається облаштування III режиму вентиляції (процес регенерації внутрішнього повітря), мусять виконуватися зі збірно-монолітних та монолітних залізобетонних конструкцій із підвищеними показниками герметичності або облаштовані відповідним герметичним внутрішнім оздобленням.

Несучі конструкції, люки (віконниці), герметичні та захисно-герметичні двері, віконниці (люки) та інше захисне оздоблення СПП, які розміщуються у зонах

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

можливих затоплень, мусять перевірятися відповідно до обчислення на навантаження від гідростатичного тиску розрахункового стовпа води, який визначається у проектному завданні.

Показники гідростатичного тиску від стовпа води на споруду, які визначаються обчисленням, не повинні перевищувати показники навантаження, що визначене згідно класу сховища.

Усі елементи споруди із виступом, оголовки аварійних виходів, повітроводів, шахти тощо повинно перевірятися розрахунком на міцність та стійкість окремо від дій вибухових хвиль та гідравлічних потоків.

Конструкції перегородок разом із кріпленням до покриттів, колон та стін повинні бути запроєктовані згідно норм, враховуючи дії інерційних навантажень та можливих деформацій елементів покриттів і вертикальних осідань стін і колон упродовж дії розрахункового навантаження. [2].

З метою захистів входів до СПП, згідно із нормативними показниками облаштовують заїзди, входи, тунелі і коридори, які мають поворот (або декілька поворотів) на 90 градусів. У таких випадках показники товщини стіни, що знаходиться навпроти входу, обчислюється, враховуючи гарантовані показники за нормами A , ΔP_{ex} (для тамбур-шлюзів і тамбурів) і захисту від проникнення уламків згідно із ДБН [2]. У випадках неможливого облаштування поворотів на 90 градусів потрібно передбачити захисні стінки-екрани, що розміщуються перед входом до СПП або за ним (у середині приміщення). Розміри стінки-екрана мусять забезпечити повне закриття дверних прорізів (воріт) та бути вищими та ширшими за них не менше, ніж на 0,3 м із кожного боку. Рекомендується будівництво стінки-екрану на усю висоту приміщення, у якому її встановлено.

Конструкція захисної стінки-екрана мусить знизити показники потрапляння іонізуючого випромінювання через входи до приміщень та захистити від проникнення уламків відповідно до [2], п.14.2.3 цих норм.

Показники відстані між пандусом або початком сходів до захисної стінки-екрану мають бути не менше, ніж 1500 мм для маневрування на колісному кріслі.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Не дозволяється встановлення вікон в СПП, що мають захисні властивості сховищ.

СПП, які розташовані у зонах із можливим затопленням, повинні бути побудовані із монолітних залізобетонних конструкцій із суцільною фундаментною плитою.

Вимоги до бетону, який використовується для будівництва споруд подвійного призначення та сховищ, які мають відповідні захисні властивості та розміщуються у зонах із можливим катастрофічним затопленням, наступні:

- міцність на стиск мусить мати не нижче, аніж класу С12/15;
- марка за водонепроникністю – W2;
- марка морозостійкості – F50 відповідно із ДБН [7], ДСТУ [8].

Конструкції СПП мусять враховувати впливи комбінацій навантажень в умовах усталеної (основної) і аварійної розрахункової ситуації. Комбінації навантажень в умовах усталеної (основної) розрахункової ситуації визначаються згідно до нормативних показників [2]. При обчисленнях на аварійні комбінації навантажень враховуються квазістатичні навантаження від дії повітряних ударних хвиль відповідного класу або групи, яку має захисна споруда.

Конструкції СПП перевіряють обчисленням, враховуючи найбільш несприятливі комбінації навантажень або відповідних їм зусиль при їх використанні відповідно до функціонального призначення, яке не пов'язане з укриттям населення, а також на зусилля та збереження герметичних властивостей захисних споруд за умови можливого осідання окремих навантажених опор (колони) від експлуатаційного навантаження надземної частини споруди або будинку.

Облаштування СПП під будівлями/спорудами різного призначення або у зонах утворення завалів від можливих руйнувань будівель/споруд, які розміщені поряд, дозволяється при умові гарантування сприйняття несучими конструкціями СПП додаткових навантажень, які можуть виникати унаслідок прогресуючого обвалення конструкцій, які розміщуються вище, а також поряд із будівлями/спорудами (їх конструкцій).

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПП (П-2, П-3, П-4, П-5, П-6), які запроєктовані на дію розрахункового надмірного тиску $\Delta P_{ex}=100$ кПа перевіряються обчисленням на вагу зруйнованих вище розміщених конструкцій будівель/споруд із показником коефіцієнта динамічності 1,2, яка визначається з урахуванням можливого їх прогресуючого обвалення (повного або часткового).

Приведене навантаження на елементи конструкцій визначають умовами дії повітряних ударних хвиль на СПП в залежності від розташування, заглибленості їх у ґрунт та гідрогеологічних умов (Рис. 1.1).

Приведене навантаження P_n приймається як рівномірно розподілене по площі та прикладене нормально (перпендикулярно) до поверхні конструкцій. При виборі комбінацій навантажень потрібне врахування найбільш несприятливих умов роботи конструкцій елементів та відповідних напрямків прикладання навантажень. Обов'язковими при обчисленнях є комбінації навантажень із рівночасним прикладанням навантаження до всіх конструкцій, які потрапляють під дію повітряних ударних хвиль (захисні та захисно-герметичні двері, оголовки шахт, конструкції входів, тамбурів та тамбурів-шлюзів, фундаменти, покриття, зовнішні стіни тощо), включно з умовами дій тиску нагнітання зсередини (аварійні виходи, входи, вентиляційні шахти, тамбури, тамбур-шлюзи тощо) і з одночасним прикладанням навантажень з усіх напрямків до зовнішніх конструкцій (оголовки шахт, захисні та захисно-герметичні двері, фундаменти, покриття, зовнішні стіни, конструкції входів тощо).

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

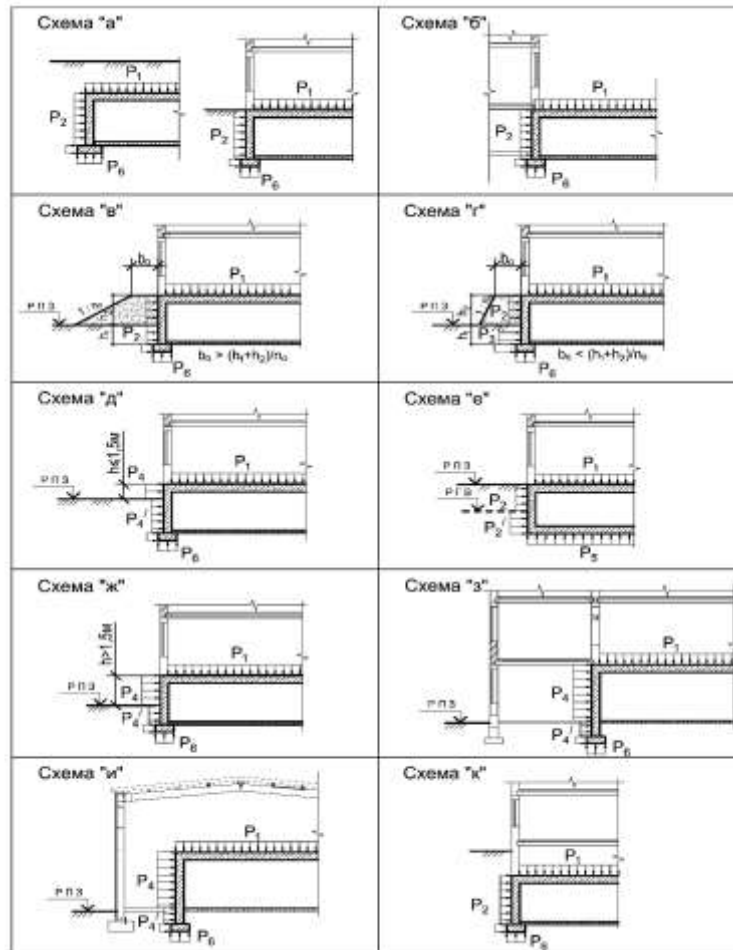


Рисунок 1.1. – Схеми прикладання приведених навантажень до конструкцій захисних споруд і СПП
Прим.

Схеми «а», «б» – відповідно при умовах повного заглиблення вбудованої захисної споруди / СПП і з примиканням до приміщень у підвальному поверсі, що не захищений від повітряних ударних хвиль;

Схеми «в», «г» – у випадках неповного заглиблення захисної споруди / СПП, що обваловані ґрунтом, із винесенням бровки укосу на відстань b_0 відповідно більше (в) та менше (г) відношення $(h_1 + h_2)/n_0$;

Схема «д» – у випадку неповного заглиблення захисної споруди / СПП із відкритими ділянками стін ($h < 1,5$ м);

Схема «е» – у випадку повного заглиблення захисної споруди / СПП та при рівні ґрунтової води вище відмітки підлоги сховищ; ж – у випадках захисних споруд, які є вбудованими до перших поверхів / споруд, при суміщенні стін будівлі (споруди) та захисної споруди;

Схема «з» – у випадку примикання стін до внутрішніх приміщень будівлі (споруди);

Схема «и» – у випадку розташування захисної споруди усередині об'єму поверху;

Схема «к» – у випадку розташування захисної споруди під приміщеннями у цокольному та підвальному поверхах.

Розрахунки залізобетонних і бетонних конструкцій із важкого бетону виконуються згідно із ДБН [7] за граничними станами першої та другої груп. При використанні у виготовленні конструкцій дисперсно армованого бетону їх необхідно обчислювати, дотримуючись вимог ДСТУ [10].

Розрахунки сталезалізобетонних конструкцій виконуються відповідно до нормативних вимог [8].

СПП рекомендовано проєктувати із монолітного залізобетону та сталезалізобетону.

Показники надійності залізобетонних та бетонних конструкцій (несуча здатність, тріщиностійкість, деформація) захисних споруд цивільного захисту мають відповідати вимогам затвердженої системи забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. [12].

Не дозволяється використовувати попередньо напружені залізобетонні конструкції в СПП.

У разі використання у СПП попередньо напружених залізобетонних конструкцій граничне зусилля, що відповідає розрахунковим динамічним характеристикам матеріалів при обчисленні на квазістатичні навантаження, мусить мати величину, що призводить до появи тріщин в укриттях, більше, ніж на 25%.

У попередньо напружених конструкціях, які використовують для захисних споруд, заборонено використовувати арматуру, для якої відносне подовження при розриві є меншим, ніж 4%. Попередньо напружені конструкції, в яких арматура не має зчеплення із бетоном, використовувати в укриттях заборонено нормативними документами.

Будівельними нормами [7] та [8] регламентуються розрахунки за граничним станом першої групи, які містять обчислення по:

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– втратам несучої здатності по причинах крихкого, в'язкого руйнування або руйнування від втоми, включно із руйнуванням у процесі сумісних дій зовнішніх навантажень і несприятливих впливів навколишнього середовища;

– втратам стійкості положення або форми (деформовані стани конструкцій).

Обчислення конструкції СПП за граничними станами першої групи мусить гарантувати надійність споруд упродовж усього строку служби та у процесі будівництва.

Обчислення за граничним станом другої групи включають розрахунки по утворенню і розкриттю тріщин та по деформаціям (прогини, кути повороту, переміщення, коливання).

При обчисленнях конструкцій за граничними станами першої групи за показник вичерпання несучої здатності перерізів приймається:

– втрата рівноваги поміж зовнішніми і внутрішніми зусиллями (здобуток максимуму на діаграмах «момент – кривизна (прогин)» або «стискальна сила – деформація бетону найбільш стиснутої фібри» - критерій екстремальний;

– руйнування стиснутого бетону у момент досягнення фібровими деформаціями граничних значень або розрив усіх розтягнутих стрижнів арматури внаслідок виникнення у них граничних деформацій (показники граничних деформацій встановлені у [7]).

Згідно із нормами, в розрахунках дозволяється використовувати обґрунтовані показники коефіцієнтів динамічного зміцнення (збільшення опорів) матеріалів.

Показники жорсткості залізобетонних елементів у процесі виконання статичних розрахунків при квазістатичних навантаженнях, визначаються з врахуванням тріщин у розтягнутій зоні, при умові, якщо вони з'являються при усталених значеннях експлуатаційних навантажень. При цьому показник модуля пружності бетону приймають із розрахунковим значенням E_{cd} .

Вимоги до житлових будинків встановлені державними будівельними нормами [3], в яких наголошується, що конструктивні схеми житлових будинків мусять бути розроблені, спираючись на ефективні конструктивні системи відповідно до класу

									Арк.
									15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

наслідків (відповідальності). У процесі вибору варіанту конструктивного рішення житлового будинку потрібне врахування місцевих природно-кліматичних умов, згідно із нормативними показниками технічних умов по будівельній кліматології [13] та інженерно-геологічних умов відповідно до нормативних показників по будівлям та спорудам де є складні інженерно-геологічні умови [14], інженерний захист споруд, будівель та територій від обвалів і зсувів [15], спиратися на норми при будівництві в сейсмічних районах України [16], та дотримуватися нормативів при захисті від небезпечних геологічних процесів у процесі проектування та реконструкції [17].

Прийняте конструктивне рішення будівлі повинно забезпечувати її стійкість, жорсткість та міцність як на етапі зведення, так і впродовж експлуатації при діях усіх впливів та розрахункових навантажень згідно із затвердженими основними вимогами до будівель та споруд [18], дотримуватися загальних принципів по забезпеченню конструктивної безпеки та надійності [19], [20].

Згідно із вищезгаданими нормативними документами, несучі конструкції будівлі повинні бути зпроектовані і побудовані таким чином, аби у процесі будівництва та при розрахункових умовах експлуатації не було:

–пошкоджень або руйнувань конструкцій, яке викликає необхідність припинити експлуатацію будинку;

–критичного погіршення експлуатаційних властивостей конструкцій або будинку в цілому по причині виникнення тріщин або деформації.

З метою забезпечити надійність елементів і конструкцій упродовж терміну експлуатації будинку потрібне використання довговічних матеріалів, і які б відповідали вимогам ремонтпридатності; усі вузли і з'єднання конструкцій мусять мати строк служби, що буде відповідати строку експлуатації будівлі.

Конструкції будинку мусять бути обчислені на постійні навантаження від власної ваги несучих та огорожувальних конструкцій; тимчасових рівномірно розподілених і зосереджених навантажень на перекриття; вітрових та снігових навантажень, яке характерне для визначеного кліматичного району будівництва, а

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

також оцінені і розраховані на дотримання головних вимог при зведенні та експлуатації під дією впливів і навантажень згідно із вимогами державних будівельних норм по будівлям у складних інженерно-геологічних умовах [14], відповідати системам забезпечення надійності [21], гарантувати стійкість і механічний опір згідно із Законом України “Про будівельні норми” [22], [30].

Вимоги по проектуванню фундаментів та основ будівель і споруд, включно із підземними поверхами, підземними та заглибленими будівлями розглянуті нормативними документами ДБН [23], [17], ДСТУ [24],[25], з врахуванням характеристик гідрогеологічного режиму на місці забудови, фізико-механічних властивостей ґрунтів, а також показників агресивності ґрунтів та підземних вод відносно підземних інженерних мереж та фундаментів та повинні забезпечити потрібну рівномірність осідання під елементами будинку.

При обчисленні конструкцій та основ будинків необхідне врахування вказаних у проектному завданні можливостей по облаштуванню камінів, важкого обладнання у приміщеннях громадського призначення, які вбудовуються до житлових будинків; по кріпленню важких елементів обладнання інтер’єру до стелі та внутрішніх стін, а також інших додаткових навантажень та впливів, що не передбачені чинним законодавством.

У процесі обчислення будівлі висотою більше, аніж 40 м щодо вітрових навантажень, окрім умов стійкості і міцності будинку та його окремих конструктивних елементів, мусять забезпечуватися обмеження по показникам рівнів коливання перекриттів верхніх поверхів, що обумовлюються вимогами комфортності проживання.

В нормативному документі [26] розглянуті питання проектування гідроізоляції підземних частин житлових будинків у процесі нового будівництва, реконструкції та капітальному ремонті, яку потрібно облаштовувати для підземних конструкцій де є високий рівень ґрунтових вод, у випадках можливого підтоплення і затоплення ділянки.

									Арк.
									17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

Відповідно до норм [26] конструкції парапетних частин або дахів будинків обладнуються стаціонарними пристроями для кріплення технологічного устаткування, яке використовують у процесі реконструкції фасадів та ремонтних роботах.

У випадках виникнення при реконструкціях впливів і додаткових навантажень до частини будівлі житлового будинку, що залишилася, його несучі і огорожувальні конструкції, а також ґрунти основи перевіряють на ці впливи і навантаження згідно із [21], незважаючи на фізичний знос конструкцій. При цьому враховується фактична несуча здатність ґрунтів основи змінюватися упродовж експлуатації, а також здатність підвищення міцності бетону у залізобетонних та бетонних конструкціях із часом.

При підсиленні будинків та окремих несучих конструкцій потрібно запроваджувати заходи, що гарантовано забезпечать ефективну спільну роботу підсилюваних конструкцій та елементів підсилення.

В нормативах зазначається, що при реконструкції житлових будинків, які мають надбудови та прибудови, в яких проводяться роботи по демонтажу існуючих із заміною на нові перекриття, перегородки та стіни, закладання існуючих та влаштування нових прорізів у несучих конструкціях (стіни, фундаменти, перекриття) виконуються обчислення за показниками несучої здатності, стійкості, тріщиностійкості та деформативності усіх несучих конструкцій та будинку в цілому.

Конструктивна система житлових будинків мусить бути запроєктована відповідно до вимог будівельних норм таким чином, аби була забезпечена надійна експлуатація, включно із загальною стійкістю у випадках аварійного ненормованого локального руйнівного навантаження на окремі несучі конструкції, як мінімум на період евакуації людей (пожежі, наїзди важкого транспорту, падіння важких предметів, різного типу вибухи).

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Аналіз наукових, методичних публікацій і проєктних рішень

Аналізуючи нормативну та законодавчу базу України, наукові та методичні публікації, пов'язані з обстеженням й оцінкою технічного стану будівель і споруд, технічним станом будівельних конструкцій, підсиленням та відновлення конструкцій будівель слід відмітити, що нормативна, наукова, методична база активно розвивалася та поповнювалася новими дослідженнями, розробками, нормами.

У цілому ряду авторів, а саме: Бабич Є.М., Каравана В.В., Бабич В.Є., Клименка Є.В., Семка О.В., Довженко О.О. розглядаються питання діагностики, паспортизації, підсилення і відновлення будівель та інженерних споруд [32],[33],[34],[35],[53]. Зокрема, відбувається аналіз етапів обстеження, дефектів і пошкоджень, проводиться оцінка технічного стану конструкцій та будівель і споруд в цілому. Представлені конструктивні рішення щодо підсилення та відновлення основ і фундаментів, залізобетонних, кам'яних та армокам'яних, металевих конструкцій будівель та інженерних споруд, особливості виконання будівельно-монтажних робіт під час реконструкції.

В дисертаційній роботі Богаченка С.В. розроблена методика процесу моніторингу технічного стану будівель і споруд за допомогою цифрових технологій. Дослідження технічного стану будівельних конструкцій є одним із методів, який надає вихідну інформацію для організації ремонтів та забезпечує безпеку експлуатації будинків. Існуючі методи моніторингу у цілому ґрунтуються на періодичних обстеженнях, результати яких відображаються у звітах на паперових носіях або в розрізних електронних документах. Незважаючи на стандарти та нормативи, ефективна організація проведення ремонтів, реконструкцій, реставрацій будинків і споруд та забезпечення безпечної експлуатації об'єктів будівництва потребувала системного та інноваційного підходу. Автором була розроблена інформаційна цифрова платформа «Monitoring», яка здатна накопичувати, систематизувати та візуалізувати інформацію щодо технічного стану об'єктів, а саме: детальна інформація про будівлі та споруди, відомості щодо результатів візуальних

									Арк.
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

обстежень будівель, інформація про результати інструментальних обстежень (міцність та крен).

В публікаціях авторів Губія М.М., Ахмеднабієва Р.М., Гавриляка А.І., Базарник І.Б., Кінаш Р.І., Котів М.В., Більський М.Р., Юсик Я.П., Мельник І.В., Назаревич Б.Л., Юсик І.А., Шевчук С.Г., Гайда О.М., Моркляник Б.В., Петренко О.В., Пенцак А.Я., Парнета Б.З. [36],[37] представлені практичні рекомендації по ремонту та підсиленню конструктивних елементів будівель з використанням сучасних матеріалів, євротехнологій і перспективних конструктивних рішень. Детально розглядаються наступні питання: властивості будівельних матеріалів і конструкцій; вибір матеріалів та способів ремонту та підсилення; досліджений механізм зносу, корозії, руйнування конструкції від дії різних факторів і на цій основі способи ефективного використання матеріалів і технологій для їх захисту; представлені правила розрахунку та конструювання.

Нові реалії життя України в умовах війни спонукали до поглиблення нормативної бази стосовно захисту населення: розроблені, прийняті та затверджені нові будівельні норми по захисним спорудам та укриттям, і робота в цьому напрямку продовжується. Крім того постає питання в реконструкції фасадних елементів будівель та споруд, які крім військового впливу підвержені технічному старінню в часі і потребують захисту, ремонту та реконструкції.

1.3. Типи споруд для укриття для учасників освітнього процесу

Для укриття учасників освітнього процесу використовуються два типи споруд:

1. Захисні споруди цивільного захисту.
2. Споруди подвійного призначення.

До захисних споруд цивільного захисту належать:

Сховища є герметичними спорудами для захисту людей, в яких впродовж певного часу створені умови, при яких виключаються впливи на людей небезпечних факторів, що виникли унаслідок надзвичайних ситуацій, терористичних актів та воєнних дій;

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

протирадіаційні укриття (ПРУ) є негерметичними спорудами для захисту людей, в яких створені умови, при яких виключається вплив на людей іонізуючого опромінення унаслідок радіоактивного забруднення місцевості та діях звичайних засобів ураження. (Рис.1.2.)



Рис. 1.2. – Захисні споруди цивільного захисту

До споруд подвійного призначення (СПП) належать:

підземні чи наземні будівлі/споруди або їх окремі частини, що запроектовані чи були пристосовані для експлуатації за основним функціональним призначенням, включно із захистом населення, та в яких створюються умови для тимчасового перебування людей із захисними властивостями сховищ та із захисними властивостями ПРУ (Рис.1.3.)



Рис.1.3. – Споруди подвійного призначення (СПП)

Приміщення СПП освітніх закладів проєктуються з урахуванням їх використання, яке не пов'язане з укриттям – для отримання освіти.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За умови по дотриманню санітарно-гігієнічних та протипожежних вимог, вимог інклюзивності згідно із нормативними документами [6], а також вимогами по забезпеченню режиму експлуатації у таких приміщеннях рекомендується облаштовувати приміщення згідно із нормативними вимогами [27], [28], [6].

Споруди подвійного призначення із можливістю використовувати їх для освітніх потреб у мирний час вважаються найбільш раціонально доцільними для будівництва.

Сховища вважаються найбільш надійно захищеними герметичними захисними спорудами цивільного захисту, але є найбільш дорогівартісними, інженерно і технологічно складними і не завжди можливими до реалізації. Кодексом цивільного захисту України сховища рекомендовано облаштовувати насамперед для укриття працівників категоризованих підприємств та суб'єктів господарювання.

ПРУ вважаються надійно захищеними, але не герметичними спорудами, є доволі гнучкими по планувальним, інженерним та технологічним рішенням та є найбільш зручними при експлуатації. Вони мають значну вартість, яка пов'язана з вимогами по забезпеченню певних інженерних рішень і захисних властивостей. Кодексом цивільного захисту України ПРУ рекомендовано влаштування для укриття населення, яке не підлягає укриттю у сховищах, а також працівників підприємств та суб'єктів господарювання.

СПП (із захисними властивостями сховищ або ПРУ) наділені відповідними властивостями сховищ або ПРУ, але додатково мають суттєву перевагу щодо можливості використання у мирний період за іншим функціональними призначенням. Мають певні складнощі в організації таких функціональних процесів, оскільки мусять відповідати вимогам одразу обох (як за функцією використання у мирний період часу, і як укриття упродовж особливого періоду).

Порівнюючи характеристики об'єктів фонду захисних споруд – сховищ, ПРУ, СПП, їх переваги і недоліки, визначено, що оптимальним варіантом застосування для укриття учасників освітнього процесу є ПРУ та СПП із захисними властивостями ПРУ.

									Арк.
									22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

Дані типи захисних споруд мають надійний захист, є комфортними та зручними у процесі експлуатації. Розрахунковий час перебування осіб, які знаходяться в укритті складає 48 годин.

Захисні властивості СПП із захисними властивостями сховищ забезпечують відповідний ступінь їх захисту від:

- дії повітряних ударних хвиль від побічних дій зброї масового ураження;
- дії повітряних ударних хвиль при звичайних засобах ураження;
- проникнення уламків засобів звичайного ураження;
- дії небезпечних речовин: хімічні, радіоактивні, біологічні, отруйні;
- дії іонізуючого випромінювання і проникаючої радіації;
- затоплення у місцях із можливим затопленням;
- наслідків при пожежах.

ПРУ, СПП із захисними властивостями ПРУ гарантують відповідний рівень захисту від:

- дії іонізуючого випромінювання при радіоактивному забрудненні;
- дії повітряних ударних хвиль внаслідок побічних дій зброї масового ураження;
- дії повітряних ударних хвиль унаслідок використання звичайних засобів ураження;
- уламків при застосуванні зброї звичайного ураження;
- дії високих температур та отруєння продуктами горіння при пожежах. (Рис.1.4.)

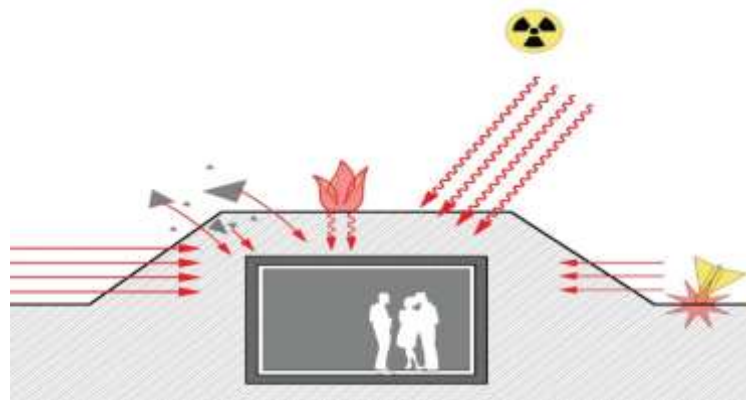


Рис. 1.4. – Захисні властивості укриттів

									Арк.
									23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Вимоги щодо розташування та визначення захисних властивостей сховищ, ПРУ та СПП встановлено нормативними документами. Необхідні мінімальні розрахункові параметри та перелік захисних властивостей сховищ та СПП із захисними властивостями сховищ визначають, виходячи з їх приналежності до класу відповідно до ДБН [2] (Рис.1.5.-1.6.)

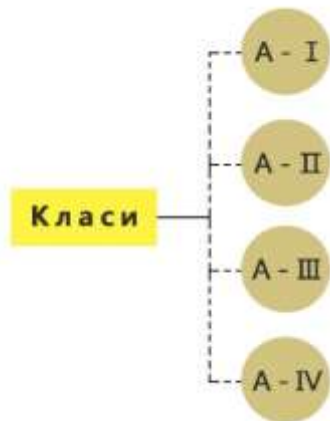


Рис. 1.5. – Клас укриттів

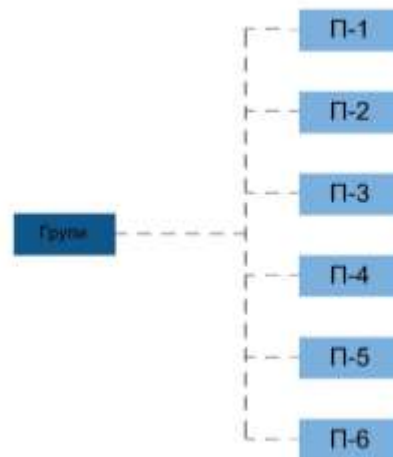


Рис. 1.6. – Група укриттів

Групи класифікуються за розташуванням на територіях, за рівнем віддаленості від осередків можливих небезпечних факторів тощо.

Група ПРУ або клас сховища встановлюється:

- згідно відповідного запиту до ДСНС чи територіального органу ДСНС;
- місцевою владою;
- за проектом.

Перевагою заглиблених укриттів є візуальна «невидимість» споруди, надійний захист, розміщення за межами найбільш цінного простору земельної ділянки чи будівлі. (Рис.1.7.)

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

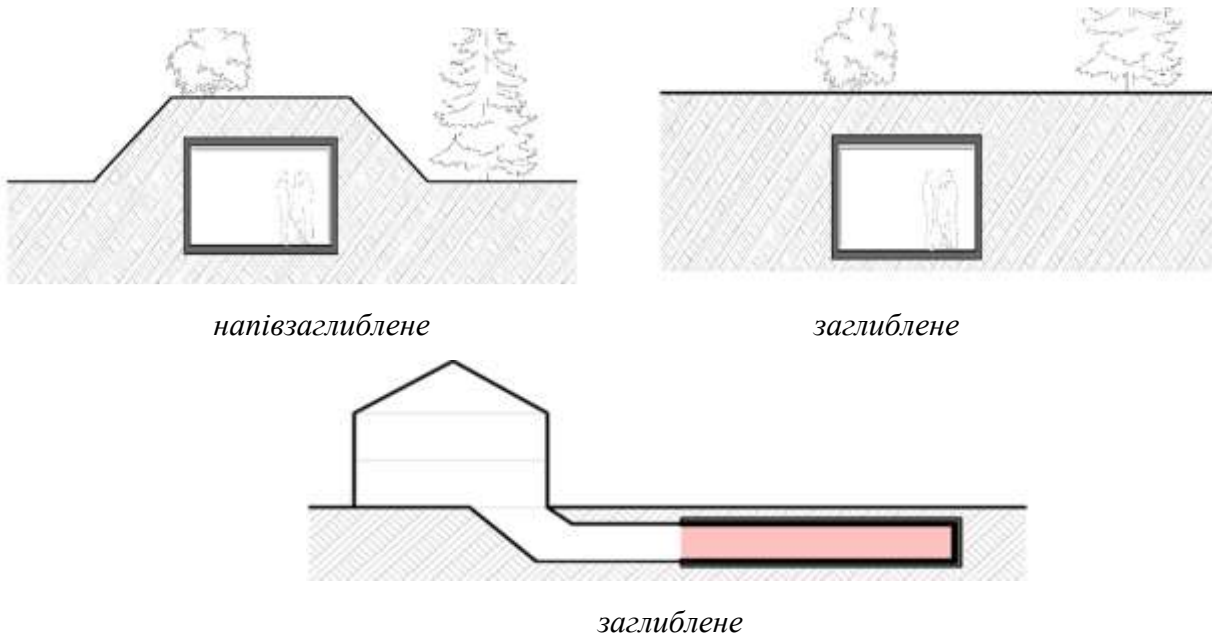


Рис.1.7. – Типи розміщення сховищ

До недоліків окремо розташованих укриттів відносяться такі фактори: їх технічна складність; складний процес евакуації учасників освітнього процесу; погодні умови, що мають вплив на темпи евакуації (у таких випадках потрібне облаштування підземного переходу між закладом освіти та захисною спорудою).

Окремо розміщені і прибудовані сховища, ПРУ або СПП потрібно розташувати за межами зон із можливими завалами від уламків інших об'єктів. При неможливості розміщення за межами зон із можливими завалами від уламків інших споруд потрібне гарантування стійкості зовнішніх огорожувальних конструкцій таких об'єктів до впливу додаткового навантаження, яке може виникати унаслідок руйнування інших будівель під дією небезпечних чинників. На рис.1.8. представлені типи розташування сховищ, ПРУ та СПП.

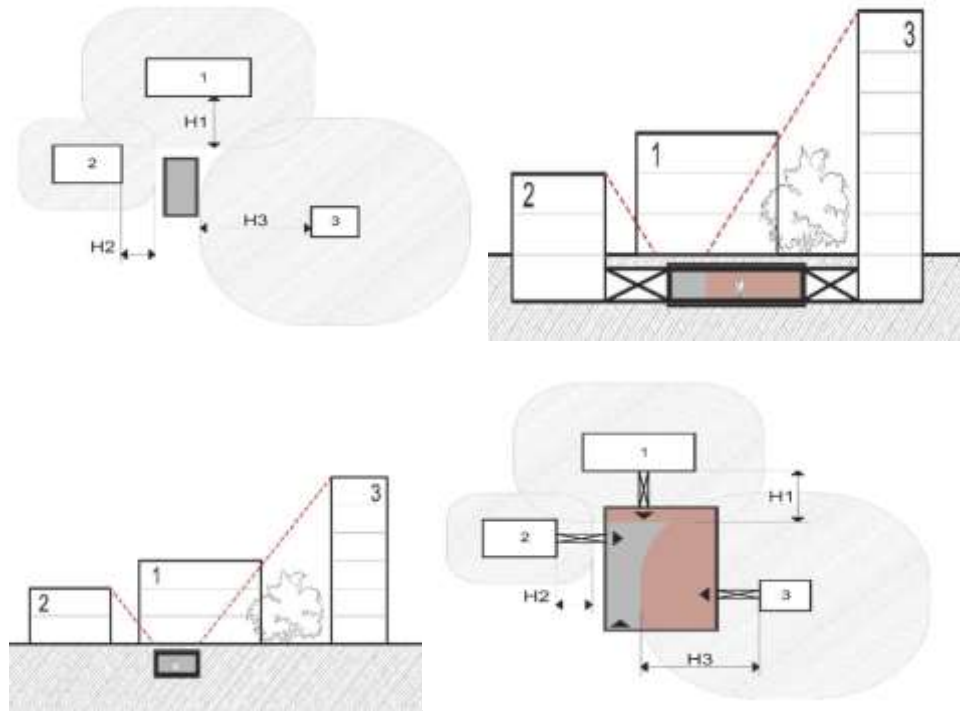


Рис.1.8. – Типи розташування сховищ, ПРУ та СПП

Вбудовані та прибудовані сховища, СПП і ПРУ можуть бути розміщені у підвальних, підземних та цокольних поверхах. До переваг вбудованих споруд слід віднести можливість забезпечити найкоротший доступ до споруди безпосередньо із надземних поверхів. (Рис.9.1.) Недоліком є те, що захисні властивості такої споруди складно забезпечити при реконструкції.

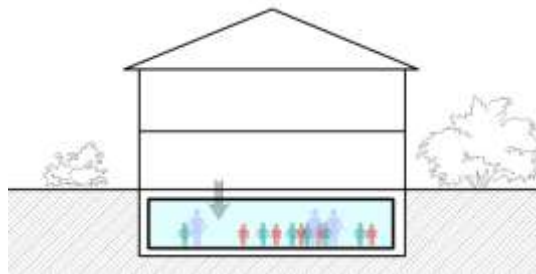


Рис.1.9. – Вбудоване укриття: перевагою є найбільш безпечні і короткі функціональні зв'язки та найбільш зручне користування як СПП (для потреб закладу у мирний час)

Якщо укриття є вбудованим у іншу будівлю, то більш доцільним це є у разі нового будівництва закладу в цілому, коли в проєкті одразу закладена відповідна функція для підземної частини будівлі.

Доцільність застосування прибудованого укриття визначається на етапі проєктування, особливі застереження – в розташуванні в осередках із можливими руйнуваннями. (Рис.1.10.)

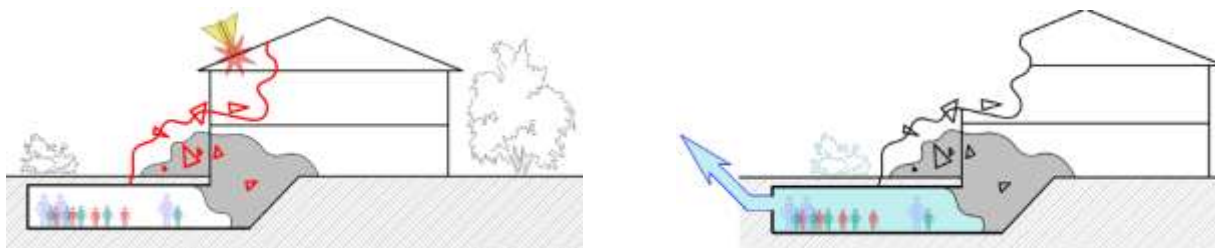


Рис.1.10. – Прибудоване укриття, яке може розміщуватися в зоні можливого руйнування

В середині захисних споруд та СПП, що використовують для евакуації, включно із МГН, показники ширини (у просвіті) коридорів, пандусів мусять бути:

- не менше, аніж 1,8 м – у разі нового будівництва;
- не менше, аніж 1,5 м - при реконструкції;
- не менше, аніж 1,2 м – у разі капітального ремонту.

Показники висоти приміщень, починаючи від відмітки підлоги до низу перекриття (покриття) захисних споруд та СПП у випадках нового будівництва повинні бути не меншими, аніж 2,5 м; показники ширини просвіту внутрішніх дверей основних приміщень мають бути не меншими, аніж 0,9 м; у разі капітального ремонту дозволяється 0,8 м; двері до технічних приміщень мають бути не меншими, аніж 0,7 м.

У місцях потенційного скупчення людей (при переходах, коридорах, входах/виходах) передбачаються проміжні зони безпеки шляхом влаштування карманів, розширення коридорів тощо. Проміжні зони безпеки дозволено облаштовувати безпосередньо уздовж коридору.

										Арк.
										27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ					

Входи мусять мати поворот на 90 градусів (декілька поворотів) або ж обладнані захисною стіною-екраном навпроти входу, захисні властивості якої повинні бути розраховані на проникнення уламків від звичайних засобів ураження. Входи облаштовуються через тамбури (тамбур-шлюзи) що мають захисно-герметичні і герметичні двері. Ширина та чисельність входів до ПРУ і СПП обчислюється з урахуванням показників місткості, але мусить мати не менше двох входів із шириною дверей у просвіті не меншою за 0,9 м (у разі капітального ремонту дозволяється 0,8 м). У сховищах не дозволяється влаштування вікон. У спорудах подвійного призначення, що мають захисні властивості ПРУ влаштування вікон дозволено, але за умови, що вони мусять бути зачиненими на увесь період дії особливого періоду або мусять зачинятися під час зовнішньої загрози (оголошення повітряної тривоги тощо), використовуючи зовнішні або внутрішні ставні (віконниці) з автоматичною системою зачинення, які мусять відповідати додатковим вимогам.

Сховища мусять мати як мінімум один аварійний вихід. Сховища, СПП, що мають місткість до 300 осіб (при реконструкції до 600 осіб) можуть мати аварійний вихід, який має вигляд вертикальної шахти із захисним оголовком, який поєднується з укриттям тунелем. Один аварійний вихід має знаходитися за межами можливих завалів. У разі потрапляння аварійного виходу до зони можливих завалів, то потрібно розрахувати навантаження від завалів конструкцій зруйнованої будівлі.

Проектні рішення захисних споруд та СПП мусять гарантувати безпеку і доступність МГН згідно із нормами. Вхідні групи, сходи, пандуси, тамбури, приміщення, шляхи руху, майданчики усередині будівель, інтер'єр і елементи оздоблення захисних споруд та СПП мусять відповідати нормативним показникам. [6]. Для доступу МГН до захисних споруд і СПП потрібне влаштування пандусів згідно нормативів. [6]. У випадках, що унеможливають влаштування пандусів рекомендовано використовувати розумне пристосування у вигляді підйомних механізмів та пристроїв. За потребою обладнання порогів у дверних прорізах (вхідні

										Арк.
										28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ					

захисні, герметичні або захисно-герметичні двері тощо), вхід має бути облаштований переносним або відкидним пандусом. (Рис.1.11.)

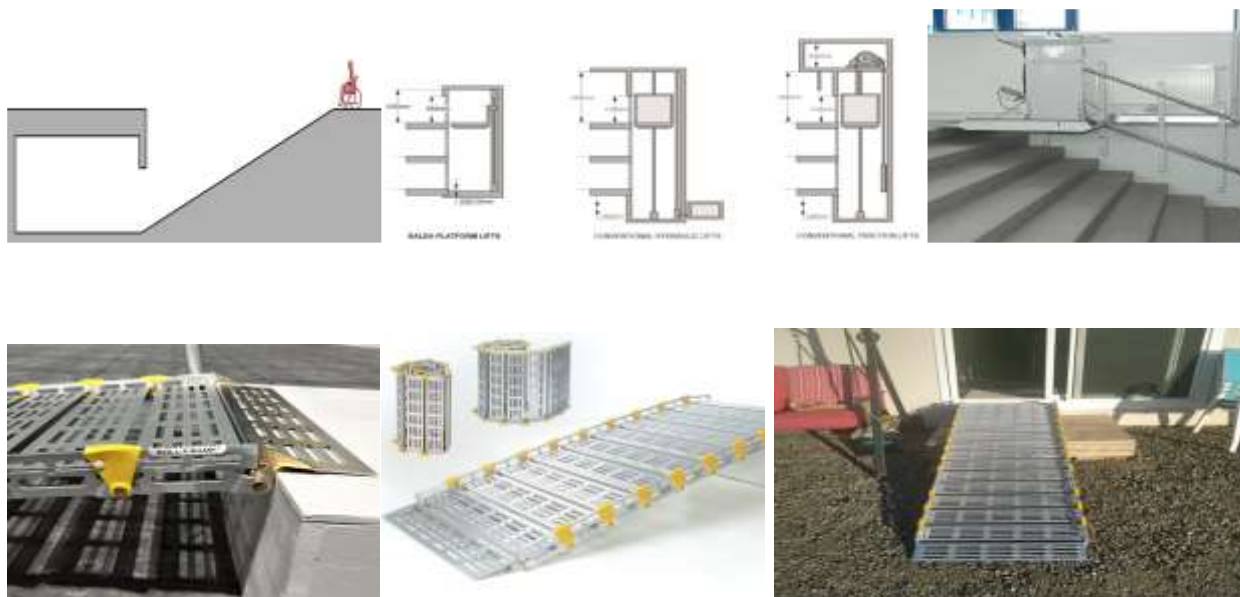


Рис.1.11. – Обладнання пандусів та підйомних механізмів для МГН

Перед вхідними дверима до захисних споруд і СПП потрібно гарантувати простір для можливого маневрування та повертання на 90 градусів на колісному кріслі згідно нормативних показників. [6] (Рис. 1.12.)

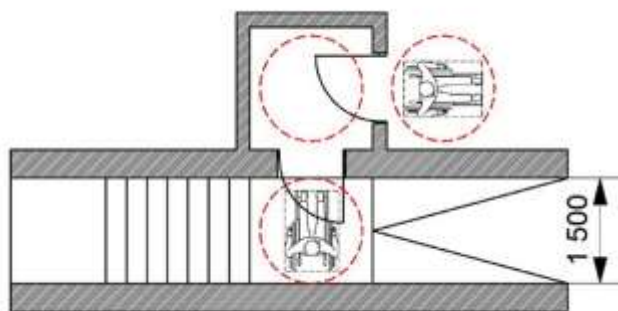


Рис.1.12. – Схема маневрування та повороту на 90⁰ на колісному кріслі

Відповідно із державними будівельними нормами у приміщеннях захисних споруд та СПП повинні знаходитися засоби безпеки, орієнтування, отримання інформації. Система візуальної навігації, що розміщена на стінах повинна бути наповнене інформацією стосовно потрібних шляхів руху та призначення приміщень. В захисних спорудах та СПП передбачається наявність тактильної навігації,

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

використовуючи при цьому тактильні інформаційні таблички, контрастне маркування на дверних отворах, порогах, сходах та проходах, що звужуються відносно ширини коридору тощо. Згідно до норм, окрім контрастного співвідношення кольорів використовують матеріали зі світло відбивальними характеристиками для візуальної орієнтації під час відсутності освітлення (Рис.1.13).



Рис.1.13. – Орієнтування для МГН у приміщеннях захисної споруди і СПП

У разі нового будівництва облаштовується універсальне санітарно-гігієнічне приміщення згідно із вимогами ДБН В.2.2-40. На кожні 200 осіб повинно бути одне таке приміщення (Рис. 1.14.)

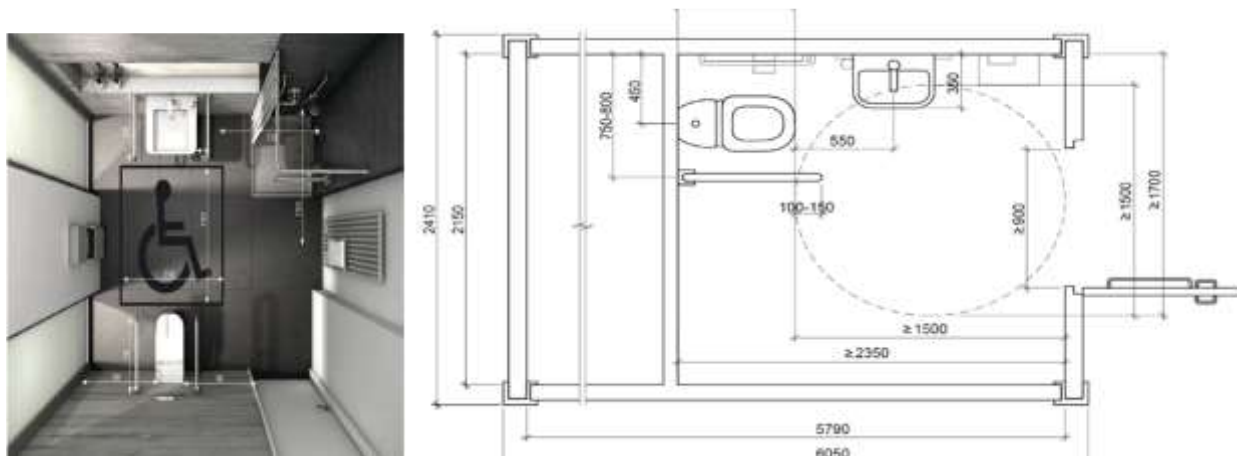


Рис.1.14. – Обладнання універсального санітарно-гігієнічного приміщення

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

Автором в бакалаврській роботі був розроблений проєкт триповерхового секційного будинку з безпековими приміщеннями трьох рівнів: приквартирними безпековими приміщеннями (мамадами), безпековими приміщеннями в зоні громадського обслуговування (мамами) та сховищем цивільного захисту у підвальному приміщенні із облаштованим пандусом та універсальною кабіною туалету. На Рис. 1.15. представлений загальний вигляд пандуса багатосекційного будинку, на Рис. 1.16. представлений загальний вигляд внутрішнього простору сховища, на Рис. 1.17. – візуалізація приміщення мамаду.



Рис.1.15. – Загальний вигляд пандуса багатосекційного будинку



Рис.1.16. – Загальний вигляд внутрішнього простору сховища

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31



Рис. 1.17. – Візуалізація приміщення мамату

Отже, у **першому розділі** розглянуті і проаналізовані нормативні та законодавчі бази України, пов'язані із цивільними будівлями зі сховищами цивільного захисту населення, проведений аналіз наукових, методичних публікацій і проектних рішень.

Виявлено, що тема актуальна і потребує подальшого розкриття щодо стану фасадних архітектурно-конструктивних елементів цивільних будівель, включно із будівлями зі сховищами.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ II. КЛАСИФІКАЦІЯ І ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ФАСАДНИХ АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ

У вимогах щодо інженерно-технічних заходів [4] визначається, що у випадку неможливості розміщення СПП за межами зон з можливими завалами від інших об'єктів, потрібне додаткове забезпечення стійкості зовнішніх огорожувальних конструкцій таких споруд до впливів додаткових навантажень (статичних і динамічних), що можуть виникати при руйнуваннях інших об'єктів внаслідок впливів небезпечних чинників. Саме тому ще більшої актуальності набуває проблема дослідження консольних елементів фасаду, їх проєктування(конструювання), реконструкція (ремонт).

2.1. Види і класифікація елементів

Індивідуальний образ будівель залежить від конструкцій їх зовнішніх стін, розміщення та розмірів вікон та різноманітних архітектурно-конструктивних елементів фасаду. Опис архітектурних елементів зовнішнього вигляду будівель налічує велику кількість термінів. На *Рис. 2.1.* представлені елементи будівель та архітектурно-конструктивні деталі стін, які та елементи будівель, які використовуються у процесі будівництва житлових та громадських будівель, а саме:

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

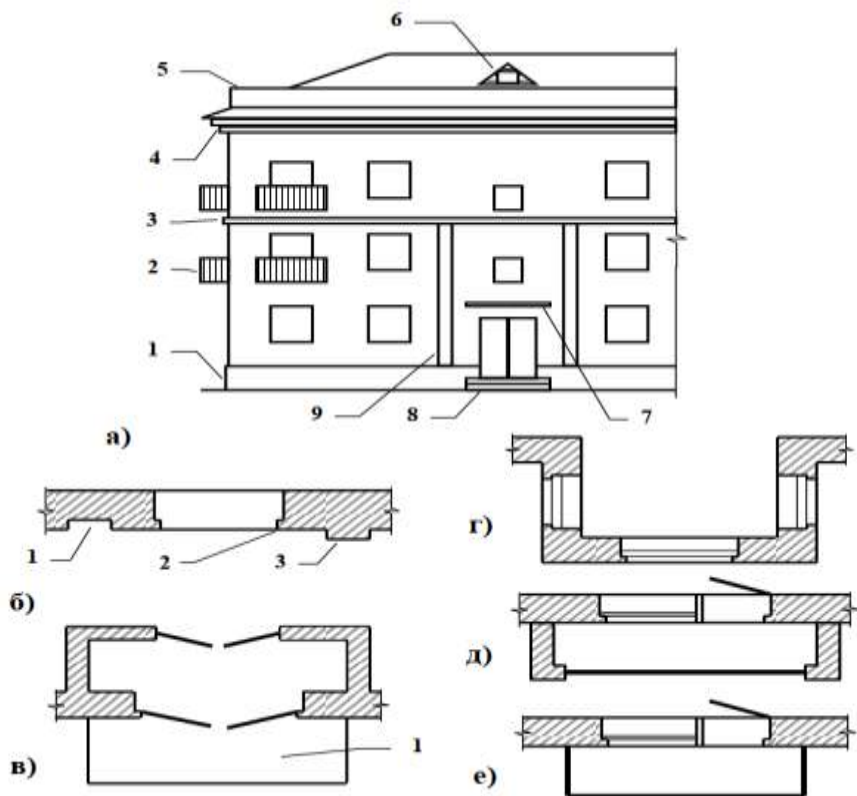


Рис. 2.1. – Деталі стін та архітектурні елементи будівлі:

а) елементи фасаду: 1 – цоколь; 2 – балкон; 3 – карниз проміжний; 4 – карниз вінцевий; 5 – парпет; 6 – слухове вікно; 7 – козирок; 8 – ганок; 9 – пілястра;

б) архітектурно-конструктивні деталі стін: 1 – ніша; 2 – чверть; 3 – пілястра; **в) ганок і тамбур:** 1 – рундук; **г) еркер;** **д) лоджія;** **е) балкон**

Цоколь – є нижньою частиною зовнішньої стіни. Зорово він виглядає як основа (постамент), на якому споруджена будівля. Цоколь класифікується за типами конструкцій. Верхня межа цоколя має назву *кордон*.

Карниз – це горизонтальний виступ із площини стіни. Класифікується за призначенням та місцем розміщення, а саме: *вінцевий* (головний), що знаходиться по верху стіни; *проміжний* (пояском), що розділяє фасадну площину стін по висоті; *сандриками*, що влаштовується над входами до будівлі або ж окремими вікнами.

Фронтон -трикутна стіна, яка закриває простір горища при двосхилих дахах і обрамляється карнизом. Така сама стіна, але без карнизів, називається *щипцем*.

Пілястра – є вертикальним потовщенням стіни (виступ) прямокутного перерізу, призначається з метою підсилення стін та підвищення їх стійкості, виступи

напівкруглого перерізу мають назву *півколона*. Пілястри є зовнішніми та внутрішніми.

Контрфорс – це виступ із похилою передньою гранню, що сприймає горизонтальні навантаження на стіну.

Обріз – є уступом, що створює зміну товщини стіни по висоті.

Пристінок - це уступ, яким утворюється зміна товщини стіни за довжиною.

Ніша – є ненаскрізним заглибленням у стіні для обладнання батареї опалення, труб тощо.

Простінок – є частиною стіни поміж прорізами воріт, дверей, вікон від низу до верху прорізу. Простінки класифікують як *рядові* (поміж двома прорізами) та *кутові* (поміж кутами будівлі та розміщеним найближче прорізом). Бічні площини простінків мають назву *укоси*. Дверний укіс називається *косяк*. В простінках, за правилом, залишають чвертки (виступи), що утримують дверні і віконні блоки.

Перемичка – це конструкція, що перекриває проріз зверху та сприймає навантаження від кладки, яка знаходиться вище неї та передає його до простінків. Вони класифікуються: *по роду матеріалу*: дерев'яні, цегляні (залізоцегляні), металеві, залізобетонні; *по конструкції*: криволінійного контуру-арочні та горизонтальні-балочні; за *характером сприйняття навантаження*: є *несучіми* (на них спираються перекриття) та *не несучіми* (на які сприймається навантаження лише від кладки, яка розташовується зверху та власної ваги).

Ризаліт є частиною будинку, що виступає за основну площину зовнішньої стіни (фасаду). На противагу до еркера ризаліт розміщується за усією висотою будівлі та робить фасад більш динамічним. Ризаліт облаштовують симетрично відносно серединної осі будівлі, чим підкреслюється центр, або її краї. Традиційний ризаліт має прямокутну пласку форму, але при цьому він робить будівлю більш об'ємною. Зрідка ризаліти зустрічаються округлої, або фігурної форми, але це є більш сучасним варіантом.

Парапет –це прямокутна стінка над *карнизом*, яка огороджує дах (0.7...1.0 м). Може комбінуватися із *металевим огородженням* (0.6...0.9 м).

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ганок – є невеликою відкритою прибудовою зі східцями перед входом до будинку. Зазвичай має одно- чи двосхилий *козирок*.

Рундук – площадка на ганку перед входом.

Тамбур – це невелике прохідне приміщення поміж двома дверями, що перешкоджає проникненню до будинку або інших приміщень гарячого або холодного повітря, диму тощо.

Балкон – є відкритою площадкою, що виступає за площину зовнішньої стіни та огорожується поручнями.

Лоджія – це приміщення, яке відкрите у бік фасаду та огорожене із інших боків перекриттями і стінами.

Еркер – є заскленим виступом у зовнішній стіні будинку. Він збільшує площу приміщення, підвищує інсоляцію і освітленість.

Розвинені за структурою консолі, які підтримують балкон містять виступні частини ригелів, волюти й маскарони.

Консоль (від французького *console* підтримувати) є тримальною конструкцією у вигляді частини бруса, ригеля, балки із одним вільним кінцем, яке виступає за вертикальну опору, і другим кінцем, що жорстко закріплене у опорі (стіні). Така конструкція, яка виконується зі сталі, залізобетону, бетону, каменю або дерева сприймає вертикальні навантаження. Консолі почали використовувати здавна для підтримки статуй, ваз, балконів, еркерів, виносу карнизів, звису дахів тощо. Різновид консолі, що має малий розмір має назву *кронштейн*.

Консолі в архітектурі до початку 20 століття декорували ліпленими орнаментами із рослинними мотивами, маскаронами, волютами тощо.

Волюта (італійське *voluta*, від латинського *volutare* загортати, катати) це пластична архітектурна деталь або елемент скульптурного декору у вигляді спіралью закрученого завитка із круглим вічком по центру. Використовується як архітектурна деталь при оздобленні фронтонів, щипців, порталів, вікон, карнизів будівель та споруд.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маскарон (французьке *masque*, від італійського *maschera* личина) є декоративною скульптурною деталлю, яка виконується в техніці барельєфу або горельєфу в образі обличчя людей, масок, фантастичних істот або голів тварин.

Мали широке застосування декоративні консолі, що не несли ніякої конструктивної ролі. У процесі сучасного будівництва консолі — це закладені в стіну залізобетонні (рідше — дерев'яні), металеві балки або ж залізобетонні плити, а також частини арки, рами або ферми, які виступають за вертикальну опору. Вони мають назву *консольних конструкцій*. Частина будинку або споруди, яка вільно нависає над землею також має назву *консоль* (Рис. 2.2.-2.4.).



Рис.2.2.–Консолі,що підтримують балкон

Рис.2.3.–Консоль як частина будинку, що вільно нависає над землею

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

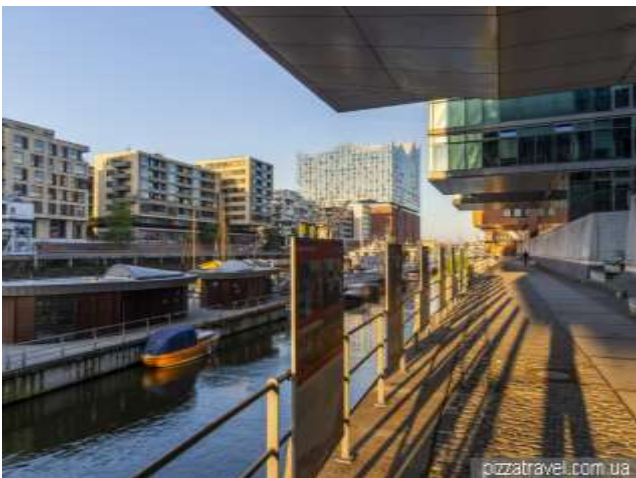


Рис.2.4.–Консоли будівель HafenCity, м. Гамбург, Німеччина

Найбільш розповсюдженими є збірні залізобетонні конструкції балконів, лоджій та козирків. Консольні плити балконів жорстко закладаються у стіну зварюванням закладних деталей і затисканням стінних панелей верхніх поверхів. Довжина плит становить 3—3,5 м, із товщиною 8—14 см, спирання становить 80—110 см. Плита лоджій спирається на бічні стінки, а у деяких типах будівель затиснена у зовнішню стіну. Плити використовуються довжиною у 3—6,5 м, шириною 120 см, товщиною у 14—22 см. Козирки над входами —це залізобетонна суцільна або ребриста плита, яка закладена консольно в стіну або ж опирається на бічні стінки. Сходи виробляються із укрупнених залізобетонних елементів маршів та майданчиків. У старих будівлях вони зроблені із набірних ступенів по металевих косоурам. Ширина маршів становить 1—1,2 м. Ступені влаштовуються суцільними або із накладними

										Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ					

проступями. Сходові майданчики в повнозбірних будівлях виконують завширшки у 1,2—1,4 м із ребрами по контуру та завтовшки у 15—20 см з висотою ребра до 30 см, з облицюванням керамічною плиткою.

Під час обстеження балконів та інших виступаючих частин необхідно виявляти та заміряти деформації, розміри розкриття щілин, протікання та промерзання у місцях, що примикають до стін. За потребою проводиться розкриття для оцінювання стану бетону та арматури, визначається несуча здатність плити.

Характеристика щілин балконних плит є такою ж, як і щілин перекриттів. Передусім увагу потрібно звертати на щілини, що знаходяться впоперек робочого прольоту плити, а для консольних балконних плит — на щілини у місцях закладення плит в стіну.



Рис.2.5.– Сучасні залізобетонні консолі балконів

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.2.6.– Сучасні консольні козирки над балконами та входами та пандусами



*Рис.2.7.– Козирок над входом у будинок,
США, Каліфорнія*



*Рис.2.8.– Козирок над входом до котеджу,
Канада, Оттава*

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



Рис.2.9.– Козирок над головним входом Staybridge Suites Columbus-Airport готель IHG. 2890 Airport Dr Columbus, OH 43219. США, Штат Огайо



Рис.2.10.– Козирок над входом, США, Кліфтон Парк, штат Нью-Йорк, округ Саратога



Рис.2.11.–Козирок над входом дизайнерського будинку, США, Чікаго



Рис.2.12.– Козирок над входом будинку, 61 Studio Hill Cir, США, штат Коннектикут



Рис.2.13.– Козирок над входом будинку 6-й район Сейнт Джеймс, Нью-Йорк

									Арк.
									41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

Несучі елементи покриттів, перекриттів, сходових та балконів (лоджій) перевіряються на предмет зосередженого вертикального навантаження, що прикладене до елемента, при несприятливому положенні на квадратній площадці, розмір сторони якої є не більше, аніж 100 мм (за відсутності інших тимчасових навантажень). Якщо будівельне завдання на підставі технологічного вирішення не передбачає вищих характеристичних значень зосереджених навантажень, вони приймаються наступними:

- а) перекриття та сходи – 1,5 кН (150 кгс);
- б) горищні перекриття, покриття, тераси та балкони – 1,0 кН (100 кгс);
- в) для покриття, по якому дозволено пересування, використовуючи трапи та містки – 0,5 кН (50 кгс).

Елементи, які розраховані на імовірні при зведенні та експлуатації місцеві навантаження від транспортних засобів та устаткування під час зведення та експлуатації, дозволено не перевіряти на зазначене зосереджене навантаження.

Характеристичні значення горизонтальних навантажень на поручні перил сходових і балконів приймаються:

- а) житлові будинки, дошкільні заклади, будинки відпочинку, санаторії, лікарні та інші лікувальні заклади – 0,3 кН/м (30 кгс/м);
 - б) трибуни і спортивні зали – 1,5 кН/м (150 кгс/м);
 - в) інші будівлі та приміщення за відсутності спеціальних вимог – 0,8 кН/м (80 кгс/м).
- Для огорожень дахів, містків та обслуЖних площадок, що призначені для нетривалого знаходження людей, характеристичне значення горизонтального зосередженого навантаження на поручні перил приймається 0,3 кН (30 кгс) (для будь-якого місця по довжині поручня), за умови, якщо відповідно до будівельного завдання згідно технологічного рішення не потрібні більші показники навантаження.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Нормативні вимоги: вітчизняні та зарубіжні

Вимоги по проєктуванню нових та реконструкції, капітальному ремонту житлових будинків, архітектурно-конструкторських елементів фасадів будівель регламентуються державними будівельними нормами України. До прикладу, *ДБН В.2.2-9:2018 Громадські будинки та споруди* містять нормативні вимоги стосовно проєктних рішень на нові та реконструювання вже існуючих об'єктів та громадських будівель за умовної висоти до 73,5 м (включно), що мають підземні поверхи глибиною не більше, ніж 25 м від рівня землі. У випадках проєктування громадських будівель та споруд за умовної висоти вищою, ніж 73,5 м потрібно використовувати нормативні показники *ДБН В.2.2-41. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки* зі зміною № 1 у п.5.24, п.5.25 якими визначені місця знаходження лоджій та балконів у багатоповерхових житлових будинках згідно проєктного рішення з врахуванням вимог по пожежній безпеці (п.8.10), нормативів по забезпеченню інсоляції квартир (п.10.3). Вимоги по фронтонах будинків регламентуються *ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції*, нормативні показники по ризаліту затверджені *ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель і споруд*, вимоги по плитам лоджій та балконів затверджені *ДСТУ Б В.2.6-69:2008 Плити балконів і лоджій залізобетонні* тощо.

Щодо нормативних вимог до проєктування, будівництва та реконструкції будинків та споруд за кордоном, то в регіонах кожний суб'єкт Європейського Союзу користується своїм національним будівельним законодавством. В деяких країнах користуються параметричною моделлю будівельного нормування, у той самий час в інших державах продовжується використання розпорядчих норм.

Деякими країнами світу поширена практика по використанню модельних кодексів – це типові будівельні норми, в яких затверджені типові вимоги стосовно питань по проєктуванню, будівництву, монтажних роботах, під час експлуатації, ремонтів та перебудов будівельних об'єктів, а також вимоги по їх конструкціям, інженерно-технічним системам та іншим компонентам. Модельний кодекс не є

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

юридичним документам, його призначення – це адаптація як нормативного документу з обов'язковим застосуванням. Опісля процесу адаптації він становиться будівельним кодексом адміністративного утворення, яке кодекс адаптувало. Окрім будівельних кодексів, модельними документами слугують і стандарти добровільного застосування. Стандарти ІСО та інших міжнародних організацій зі стандартизації на міжнародному рівні являються модельними та призначаються з метою проведення національної адаптації. У країнах Європи модельними стандартами є Єврокоди (або Єврокодекси) – регіональні європейські стандарти, які застосовують опісля проведення процесу адаптації задля національних стандартів (Табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

Наведені приклади стандартів /модельних норм

<i>Країни</i>	<i>Назви документів</i>
Австралія	Будівельний кодекс Австралії (Building Code of Australia)
Німеччина	Модельні будівельні правила (Musterbauordnung)
Євросоюз	Єврокодекс (Eurocode)
Канада	Національний будівельний кодекс Канади (National Building)

Метою користування модельними кодексами є:

- забезпечити єдине розуміння процесів проектування поміж власниками, керівниками, проектувальниками, виробниками будівельних матеріалів, підрядниками та експлуатуючими організаціями різних країн;
- полегшити обмін послугами в будівельній індустрії серед держав;
- полегшити інформаційний обмін по використанню будівельних матеріалів та супутньої продукції;
- створити єдину основу для розробок та досліджень в будівельній галузі;

– підвищити конкурентоспроможність проєктувальників, виробників конструкцій і матеріалів, підрядників та місцевих будівельних фірм на світовому ринку.

Заслугує особливої уваги будівельне законодавство Німеччини: його відрізняє високий ступень деталізації, що вважається надмірною в інших державах Європи.

Для усієї Німеччини на федеральному рівні застосовується єдиний Федеральний будівельний кодекс [нім. Baugesetzbuch], регіональний рівень користується будівельними нормами суб'єктів федерації [нім. Bauordnung], що спираються на модельні норми [нім. Musterbauordnung]. Додатково, поруч із будівельними нормами земель, на регіональному рівні працюють будівельні приписи, що за суворістю перевищують рівень мінімальних вимог федерального законодавства. Компетенції місцевих, регіональних та федеральних органів, які керують справами у будівництві, чітко розмежовуються. Єврокоди у вигляді Європейських попередніх стандартів упродовж тривалого часу застосовують в регіонах Німеччини поруч із діючими німецькими нормами у різноманітних конструкціях будівельних споруд – у дерев'яних, сталевих та частково у залізобетонних. Sony Center (відкриття у 2000 році) був запроєктований згідно із Єврокодами (ENV). У 2012 році національні додатки і Єврокоди разом увійшли у перелік Технічних будівельних розпоряджень Німеччини.

В Німеччині до 58 частин Єврокодів додатково використовуються і 55 національних додатків, які розроблялися Німецьким інститутом стандартизації DIN, якими визначилися національні параметри (NDP).

Також цими нормами передбачені протипожежні заходи, наприклад, вимоги до виконання зовнішніх стін та елементів зовнішніх стін (парапети, фартухи) такі, аби упродовж довгого часу пожежа на цих будівельних елементах не поширювалася. Ненесучі зовнішні стіни і ненесучі елементи несучих зовнішніх стін мусять виконуватися із негорючих будівельних матеріалів. Облицювання балконів, що розташовуються вище необхідної висоти захисного огородження, і обладнання для сонячної енергії, що за розмірами перекиває більш, аніж два поверхи на зовнішніх

									Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

стінах, повинні виконуватися із важкозаймистих матеріалів. (З ВаиGB-Будівельного кодексу Німеччини).

2.3. Балкони, лоджії та козирки як важливі елементи фасадів будівель

Пандемія коронавірусу і запровадження карантинних обмежень виявили у сучасних містах недостатність приватних відкритих просторів – відмічає CityLab. Консультант по міському плануванню Ванкувера Brent Toderian підкреслив, що найочевиднішими деталями, які пандемія виявила у міському житті є глибина балконів та ширина тротуарів. Також важливим елементом усіх цивільних будівель є козирки над балконами та входами, які захищають від впливу зовнішнього середовища (атмосферних опадів, сонячних променів тощо).



*Рис.2.14.–People make use of oddly sized balconies during lockdown in Paris.Mehdi Taamallah/
NurPhoto via Getty Im*



*Рис.2.15.–Balconies like this one in Williamsburg Brooklyn, allow apartment-dwellers to take their video chats outside.
Stephanie Keith/Bloomberg*



Рис. 2.16.– You can't do much on these Juliet balconies. But you can talk to passersby on the street, as these apartment-dwellers are doing during lockdown in Madrid, Spain.Paul Hanna/Bloomberg

									Арк.
									46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

Зокрема, у великих містах США трохи більше 60% орендарів житла мають доступ до балкона, веранди, тераси або патіо. Такий доступ залежить від рівня платоспроможності населення. Так, у Сан-Франциско дві третини мешканців мають балкон, проте лишень 20% із них ті, що змушені витратити на оренду житла більше половини свого доходу. У Нью-Йорку, наприклад, половина із тих сімей, що мають доступ до балконів, витрачає на житло щонайменше 1500 доларів щомісячно.

Але і наявність балконів означає, що ними можна повноцінно користуватися. У Європі та у Північній Америці поширені фальшбалкони, або французькі балкони, (мають назву «балкони Джульєтти»), що не мають балконного майданчика, або ж він тісний (може розміститися лише одна людина).



Рис. 2.17.– Hugues de BUYER-MIMEURE, Unsplash

На більших балконах, з глибиною у два метри та більше, можна облаштувати стіл зі стільцями тощо. Експерт Тодеріан пояснює, що тісні балкони є наслідком правил по міському плануванню. У деяких містах встановлені обмеження стосовно площі приватного відкритого простору у багатоквартирних будинках. Наприклад, місто надає забудовнику певний ліміт площі під балкони, який не враховується у загальну площу житла та немає впливу на обчислення щільності забудови. Зазвичай забудовник не будує балкон, що є просторішим за такий ліміт.



Рис. 2.18.– Thomas Peham, Unsplash

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

Тодеріаном, як колишнім головним архітектором Ванкувера внесені зміни до містобудівних норм, що заохочували девелоперів розширювати розміри балконів, якщо цей елемент у проєкті мав покращити три характеристики будівлі: архітектурну привабливість; якість проживання і екологічність. Стосовно екологічності, то більш широкі балкони забезпечують тінь, завдяки чому будівля охолоджується природним чином і тому споживає менше енергії.



Рис. 2.19.–Сучасна будівля з напівкруглим балконом

Рис. 2.20.– Осло, Норвегія

Рис.2.21.– Huelva, Іспанія



Рис. 2.22.– Іспанія

Рис. 2.23.– Барселона

Рис. 2.24.–Острів Тенеріфі



Рис. 2.25.– Флорида, Кондо

Рис. 2.26.–Спа-готель в м.Друскінінкай, Литва

Рис. 2.27.–Багатоповерхівка Гонконг, Китай

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Отже, у другому розділі були досліджені види фасадних архітектурно-конструктивних елементів, розглянута їх класифікація. Наступним кроком був проведений моніторинг нормативних вимог: вітчизняних та зарубіжних щодо елементів фасадів будівель. За результатами досліджень була відмічена актуальність та необхідність їх улаштування у зв'язку із необхідністю додаткового забезпечення стійкості конструкцій до впливу додаткових навантажень (динамічних та статичних), які можуть виникати при руйнуванні інших будівель під дією небезпечних факторів. Визначена також необхідність розроблення заходів по реконструкції та ремонту фасадних архітектурно-конструктивних елементів.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ III. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ ПИТАНЬ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОНСОЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ

3.1. Проблемні питання консольних елементів цивільних будівель

Основним проблемним питанням є поганий стан балконів та козирків, пов'язаний з віком споруди: вони в старих будинках руйнуються і їх потрібно реконструювати.



*Рис. 3.1.– Балкони в старих будинках
Італія, Венето*



*Рис.3.2.– Аварійний балкон на фасаді
багатоквартирного будинку, Італія*



*Рис. 3.3.– Балкони із тріщинами бетону та іржавими елементами, що вимагають ремонту,
Іспанія*

При дослідженні експлуатації козирків і балконів в Україні виявилися такі самі проблеми, що і за кордоном: брак приватних відкритих просторів у сучасних містах, у багатьох будинках старого планування балкони є дуже малими, їх дуже важко використати у господарських цілях або відпочинку.

В Україні багато балконів захаращені та законопачені. Те, що у європейських країнах є простором, частиною міста, ковтком свіжого повітря, в українських містах перетворилося комори та глухі шафи.

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

Свої первинні функції як літні приміщення, спеціальні зони у квартирі, куди можна вийти на свіже повітря, відпочити, поснідати, почитати тощо, балкони та лоджії почали втрачати зовсім недавно. На світлинах українських міст 70-річної давнини засклені балкони відсутні. Процес перетворення балконів на комори розпочався у 60-ті роки у період масового будівництва житла. Простору для зберігання усіх речей в затісних квартирах не вистачало, тому великогабаритні предмети та частина речей, які колись можуть стати у нагоді поступово накопичувалася на балконах. Ну і, звичайно, балкон завжди здавався найзручнішим місцем для сушіння білизни. Аби захистити речі від псування узимку, люди розпочали скління балконів, зазвичай самостійно. Як наслідок, багатоквартирні будинки почали мати непривабливий вигляд.

У багатьох країнах Європи в історичних частинах міст без дозволу архітектурних служб неможлива ні заміна вікна, ні фарбування дверей, навіть якщо ти власник будинку. Облаштування на фасаді супутникової антени, кондиціонера або розміщення цар-балкону є підсудною справою. Та й у спальних районах майже немає захищених речами балконів — європейцями по-іншому цінується додатковий простір до свого житла.

В Україні з метою збільшення площі балконного майданчика люди використовують винесення та розширення балкона, і навіть будівництво (якщо квартира розташована на першому поверсі). Балкони таких жителів можна віднести до категорії "Цар-балконів". Найчастіше їх будують власники квартир на першому поверсі (Рис.3.4).



Рис. 3.4.– м. Полтава

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				



Рис.3.5 .– м. Київ, вулиця Антоновича



Рис.3.6 .– м. Кропивницький, вулиця Гоголя

А на фото (рис.3.7.) той випадок, коли будуються балкони там, де це непередбачено проєктом будівлі.



Рис.3.7.– м. Кропивницький

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Бувають також і ті господарі, хто навпаки буде максимально непримітно й мінімалістично. Інші ж зберігають історичну автентичність балкону й підтримують естетику всього фасаду будинку. Зазвичай такі балкони відтворюють епоху, в яку відбулося зведення будинку.



Рис.3.8.– м. Київ



Рис.3.9.– м. Полтава. Демонтовані балкони Палацу дитячої та юнацької творчості



Рис.3.10. – м. Полтава. Відремонтовані балкони Палацу дитячої та юнацької творчості

Проаналізований стан балконів, що пов'язаний із віком будівлі: в старих спорудах відбуваються процеси руйнації балконів, а тому є потреба в їх реконструюванні. Історичний центр міста Полтава має велику кількість балконів в аврійному стані. Інші міста України мають схожу ситуацію із «хрущовками» і будівельними об'єктами радянської епохи. Так, 22 лютого 2017 року у місті Львові впав балкон, 6 вересня 2016 року в Івано-Франківській області загинула молода

людина по причині падіння цього елемента будівлі. Значна кількість мешканців столиці випадає з балконів у зв'язку з неналежним станом огорожень. На *Рис.3.11.* м. Львів, вулиця Фурманська. Під номером будинку № 8 над під'їздом «висить» аварійний балкон. Аби він не впав на голову мешканцям будинку та перехожим його підперли дерев'яними дошками. На *рис.3.12 -3.13.* у м. Полтава балкони в аварійному стані.



Рис.3.11– м. Львів, вулиця Фурманська. Під номером будинку № 8 над під'їздом «висить» аварійний балкон. Аби він не впав на голову мешканцям будинку та перехожим його підперли дерев'яними дошками.

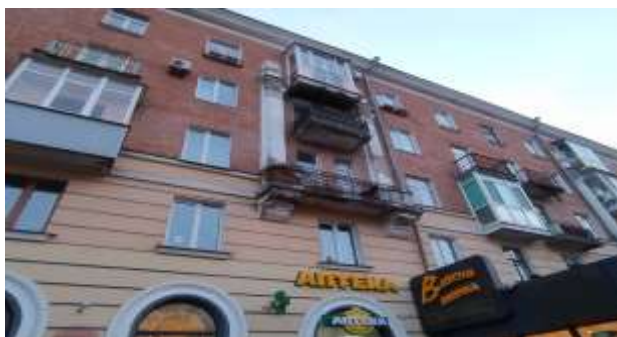


Рис.3.12. – м. Полтава, вулиця Сінна, балкони в аварійному стані

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.13. – м. Полтава, вулиця Соборності, балкони в аварійному стані

Козирки, як і балкони мають різні ознаки зносу, починаючи від незначних пошкоджень металевих огорож та оздоблення, слідів зволоження нижньої площині плити і ун місцях стіни, яка примикає до балкону (козирка), пошкодження цементної підлоги і гідроізоляції, присутністю на нижній поверхні іржавих плям та слідів протікання, наявністю тріщин тощо, закінчуючи оголенням арматури, корозією металевих несучих конструкцій (консоли, кронштейни, підвіски), значними тріщинами в плиті, прогинами плити та руйнуванням огорожі (Рис. 3.14-3.20)



Рис.3.14 – м. Полтава, провулок Шевченка

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55



Рис.3.14 – м. Полтава, провулок Шевченка



Рис.3.15 – м. Полтава, провулок Шевченка



Рис. 3.16– м. Полтава, вулиця Решетилівська

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57



Рис. 3.16– м. Полтава, вулиця Решетилівська



Рис. 3.17.– м. Полтава, вулиця Баленка

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58



Рис. 3.17. – м. Полтава, вулиця Баленка



Рис.3.18. – м. Полтава, вулиця Гожулівська



Рис.3.19. – м. Полтава, провулок Великий

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-Бм. 11393388. ПЗ

Арк.

59



Рис.3.19. – м. Полтава, провулок Великий



Рис.3.20. – Виступаюче фасадне підвіконня, м. Полтава, вулиця Соборності, 44

1 листопада 2024 року на залізничному вокзалі другого за чисельністю населення міста Сербії Нові-Садуг стався обвал бетонного навісу. Навіс впав на людей, які сиділи на лавках зовні вокзалу. У результаті 14 людей загинули, і не менше 30 отримали поранення. Залізничний вокзал у Нові-Саді – великому місті за 70 кілометрів від сербської столиці Белграда – був збудований у 1964 році. Нещодавно він пройшов капітальний ремонт та був заново відкритий у липні цього року, але бетонний навіс, що обрушився, не був предметом реконструкції, ремонт стосувався даху і фасаду під і над навісом. *Рис 3.21.*

									Арк.
									60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

За думкою експерта з бетонних конструкцій, колишнього декана факультету технічних наук у Нові-Саді (FTN), почесного професора Радомира Фоліча причиною обвалу стало те, що під час реконструкції будівлі вокзалу, яка розпочалася в жовтні 2021 року і тривала до липня цього року – жодного обстеження стану споруди не проводилося, що є кроком, який обов'язково передує всім іншим крокам у процесі реконструкції. З проекту невідомо, як була визначена стійкість самої будівлі, і документація не містить звіту про оцінку стану конструкції.

Експерт Горан Войводич, професор з факультету архітектури Белградського університету, відмічає, що конструкція даху та навіс будівлі станції, через ваги або натягувачі, є унікальною та стабільною структурною системою, і що саме цей навіс із його матеріалізацією та його величезна вага представляла протипагу конструкції даху, щоб він міг вижити в такому великому прольоті та надзвичайно малій товщині.

За думкою ще одного експерта, Юрая Поятіна, інженера-будівельника з Хорватського центру сейсмотехніки, навіс впав, тому, що це важка залізобетонна конструкція, яка не використовується для такого типу покрівлі: його додатково підвішували до опор даху, стався вихід з ладу верхнього вузла підключення даху. *Надбудова впала через те, що на неї без перевірки розрахунку наклали додаткове навантаження.* З внутрішньою галереєю змінено статичну систему стіни. Реконструкцію зробили неякісно *Рис.3.21.*

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

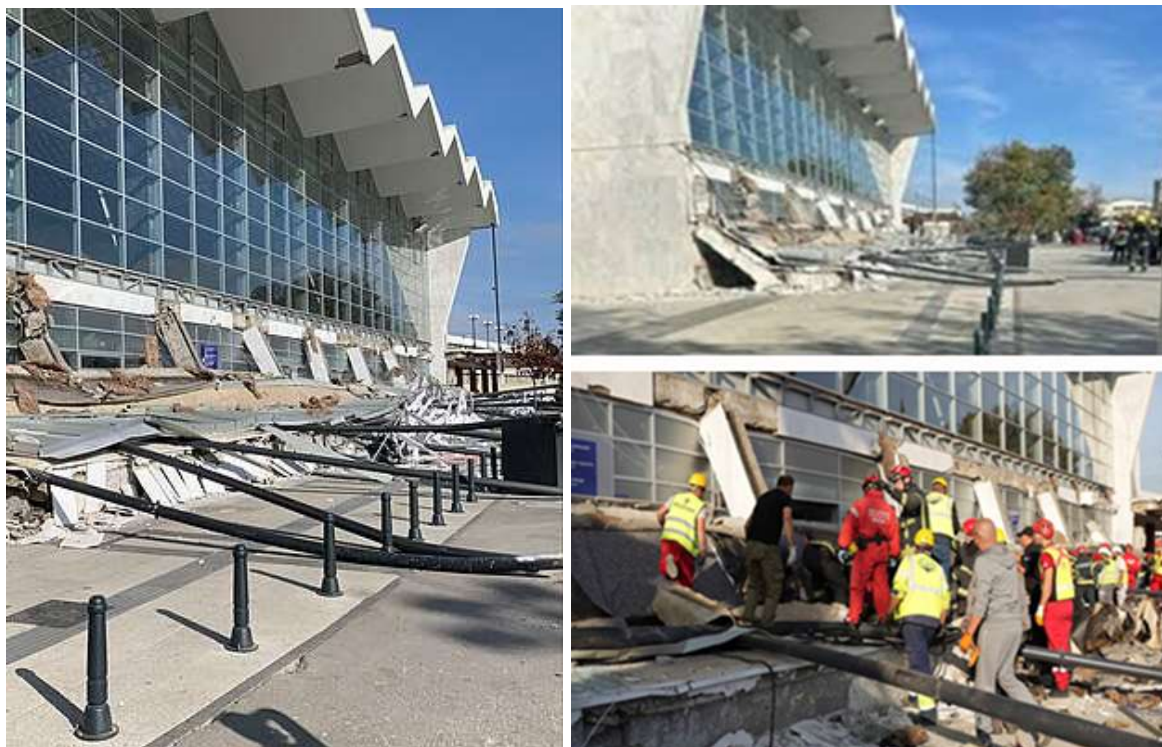


Рис.3.21. – Обвал бетонного навісу 1 листопада 2024 року на залізничному вокзалі другого за чисельністю населення міста Сербії Нови-Саду

У місті Київ 2 серпня 1989 року на площі Жовтневої революції сталося обвалення portalу Київського головпоштамту, за наслідками якого загинуло 11 людей. Головна причина катастрофи – проведення ремонтних робіт головпоштамту, під час яких проводився демонтаж облицювальної плитки колон, яка разом із цементним прошарком становила єдине ціле з чотирма колонами, які мусили витримувати навантаження вагою 700 тонн, але по причині порушення техніки безпеки під час робіт відбулися суттєві деформаційні процеси головпоштамту, які спостерігалися ще за день до обвалу *Рис.3.22.*

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	601-Бм. 11393388. ПЗ	<i>Арк.</i>
						62



Рис. 3.22. – Центральний вхід до Головного штабу після обвалу колон, м. Київ 2 серпня 1989 року. Відновлені колони порталу у наші дні. Навіть через багато років плитка колон має набагато світліший колір у порівнянні із рештою будівлі

3.2. Аналіз задач по реконструкції та підсиленню

Реконструкція балконів і лоджій передбачає комплексний підхід будівельних робіт в залежності від вигляду конкретного об'єкта, терміну його експлуатації, рівня пошкодження (аварійного стану тощо), особистих побажань замовника і об'єму робіт.

Необхідна оцінка справжнього стану об'єкта, проведення візуальної діагностики дефектів та ушкоджень, визначити матеріали та методику ремонту.

Насамперед, потрібне обстеження бетонної плити, і це є дуже актуально, особливо у старих будівлях, тому, що відкрита плита балкону неодноразово піддається промерзанню та зволоженню атмосферними опадами, що позначається на її стані та під час експлуатації призводить до зносу. Достатньо вразливими є кути примикання плит до вертикальної стіни будівлі. У разі відсутності гідроізоляції або її зносу, у цих місцях постійно скупчується вогкість, яка впливає на балкону плиту, а у деяких випадках на квартиру в цілому. Небезпечним місцем також є і торцева частина плити, на яку мають вплив атмосферні опади та перепади температури.

Головними ознаками того, що плита має аварійний стан:

									Арк.
									63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

- руйнування країв балконної плити;
- з’являється рихлість на поверхнях плит, яка із легкістю змивається водою;
- відбувається відшарування бетону, за яким проглядається арматура;
- з’являються великі тріщини поміж несучою стіною та балконною плитою.

Важливим є вчасне відстеження цих ознак, адже це небезпека не тільки над нашою головою, а й оточуючих.

Наступним етапом аналізу задач по реконструкції є діагностика захисного бар’єру балкону – огорожі. Експлуатаційна безпека балконних майданчиків залежить від справності кожної частини конструкції. Значну роль у цьому питанні відіграють перила: нестійкі конструкції можуть призвести до непоправної біди. У разі виявлення дефектів обвалення, поломки, втрати міцності парапету потрібно проводити комплекс укріплювальних робіт: ремонт або із початку відновлювати конструкції.

Отже, у **третьому розділі** проведені дослідження консольних елементів цивільних будівель у процесі їх експлуатації. Були визначені проблемні моменти стану консольних елементів, встановлені їх основні ознаки руйнації, окреслені задачі по реконструкції та підсиленню з метою підтримки працездатного стану даних будівельних конструкцій. Важливим питанням є своєчасне та кваліфіковане обстеження конструкцій з метою їх реконструкції та підсилення.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

РОЗДІЛ IV ПІДСИЛЕННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЯ КОНСОЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ

4.1. Аналіз причин ремонту і реконструкції консольних елементів цивільних будівель

Реконструкція будинків і споруд – це комплексний інженерно-технічний процес трансформації будівельних об'єктів з метою підвищення їх функціональних та експлуатаційних характеристик. Реконструкцією передбачається також часткове або повне перетворення існуючих будівельних структур; демонтаж окремих конструктивних елементів будівлі і спорудження нових архітектурних компонентів; модернізація просторово-планувальних рішень; оптимізація внутрішнього середовища з метою покращити комфортність та функціональність. *Утримання та збереження споруд* передбачає системну діяльність, спрямовану на підтримання об'єкта у належному технічному стані. Цей напрямок включає комплекс профілактичних та відновлювальних заходів, що забезпечують: стабільність конструктивних елементів; довготривалу експлуатаційну придатність; мінімізація процесів фізичного та морального зношення; підтримання естетичних та функціональних характеристик споруди.

Проаналізувавши існуючі визначення поняття *реконструкція*, що приведені у вітчизняній та зарубіжній літературі в Україні прийнято наступне визначення:

Реконструкція – складний багатокомпонентний процес, який включає комплексну діагностику технічного стану споруди, системний аналіз її функціональних характеристик, розробку стратегії модернізації, проведення ремонтно-будівельних робіт, що направлені на переоблаштування або відновлення усього будинку або його окремих конструкцій з ціллю вдосконалення або зміни його функціонального призначення і продовження термінів його експлуатаційної придатності. Процес реконструкції передбачає: перепланування внутрішньої структури, часткову або повну перебудову конструктивних елементів, добудову і надбудову додаткових архітектурних компонентів. Принциповою відмінністю

									Арк.
									65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

реконструкції є її комплексний підход до відновлення та модернізації будівельних об'єктів, що забезпечує не тільки технічне оновлення, але й адаптацію до сучасних функціональних, естетичних та експлуатаційних стандартів.

Відновлення – це комплексна система технічних заходів, що спрямовані на реставрацію первинних міцнісних характеристик конструкцій, відтворення проектних параметрів будівельних елементів та відновлення загальної функціональної можливості споруди.

Ремонт існуючого будинку - це цілеспрямована інженерна діяльність, що складається із діагностики технічного стану будівельних конструкцій, відновлення деяких експлуатаційних параметрів, адаптації просторово-планувальних рішень до сучасних архітектурних стандартів та модернізації внутрішньої структури об'єкта.

Принципова відмінність цих процесів виникає в їх цілеспрямованості: якщо відновлення орієнтоване на максимальне наближення до первісних технічних характеристик, то ремонт забезпечується не тільки технічною реставрацією, але й адаптивне вдосконалення архітектурного середовища відповідно до актуальних функціональних вимог. Ефективність таких перетворень збільшується комплексним підходом, що призводить до інженерно-технічних, естетичних та економічних критеріїв оптимізації архітектурних об'єктів.

Визначено два принципові підходи до підтримання експлуатаційної ефективності архітектурних об'єктів: *поточний та капітальний ремонт*.

Поточний представляє собою систему профілактичних інженерно-технічних заходів, спрямованих на: підтримання стабільних експлуатаційних характеристик споруд, відновлення захисних покриттів, оперативне усунення незначних пошкоджень конструктивних елементів, попередження розвитку деградаційних процесів.

Капітальний є комплексною стратегією відновлення та модернізації архітектурних об'єктів, що передбачає: системну діагностику технічного стану будівельних конструкцій, цільове підвищення надійності та функціональної ефективності елементів споруди, комплексне або вибіркоче оновлення

									Арк.
									66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

конструктивних рішень. Принципова відмінність між *поточним* та *капітальним* ремонтом полягає у масштабі та глибині технічних перетворень: поточний ремонт забезпечує оперативну підтримку працездатності, а капітальний забезпечує фундаментальне вдосконалення експлуатаційних параметрів. Капітальний ремонт може бути комплексним або вибіркоvim.

Аналіз причин реконструкції та ремонту громадських будівель класифікується по двом основним ознакам.

До першої групи причин реконструкції та ремонту відносять погіршення фізичних (міцнісні та цілий ряд інших експлуатаційних) властивостей деяких конструкцій будинків та будівлі в цілому упродовж тривалого часу експлуатації. При цьому враховуються терміни експлуатації будинків, умови експлуатації, будматеріали, з яких виконані окремі конструкції.

До другої групи причин належить потреба у зміні функціонального призначення будівлі або трансформація її до більш сучасних чи індивідуальних потреб (затишок, естетика, експлуатаційна необхідність), яку бажають одержати власники приміщень або будівель.

Визначальними характеристиками технічних станів будівельних конструкцій та споруд є процеси фізичного та морального зношення.

Фізичне зношення - це складний механізм зміни техніко-експлуатаційних параметрів будівельних об'єктів, що характеризується: поступовою втратою первинної міцності, зниженням показників конструктивної стійкості та погіршенням надійності інженерних систем будівлі унаслідок дій на них природно-кліматичних впливів, тривалості використання споруди та особливості матеріалів та конструктивних рішень.

Фізичне зношення під час обчислення визначається співвідношенням вартості деяких ремонтних заходів, що необхідні для усунення пошкодження будівлі в цілому, чи його окремих елементів, систем чи конструкцій до їх відновлювальної вартості.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Показники фізичного зношення ділянок, систем або окремих конструкцій елементів визначаються через співставлення ознак фізичного зношення, які виявляються під час обстеження, з показниками, що представлені таблицями 1-17 "Відомчих будівельних норм" (ВСН 53-86Р) "Правила оцінки фізичного зношення житлових будинків".

Показники фізичного зношення конструкцій систем або елементів, що наділені різною ступінню зношення за окремими ділянками визначають по формулі:

$$\Phi_k = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i P_i / P_k, [4.1]$$

де:

Φ_k – показники фізичного зношення конструкцій, елементів, систем, %;

Φ_i – показники фізичного зношення (у %) ділянок конструкцій, елементів, систем, що визначені за таблицями 1-17 "Норм";

P_i – показники розмірів довжини чи площі ушкоджених ділянок, м, м²

P_k – показники розмірів усієї конструкції м, м²;

n – чисельність пошкоджених ділянок.

Фізичне зношення об'єкту визначається по формулі:

$$\Phi_3 = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{ki} L_i, [4.2]$$

де:

Φ_3 – показники фізичного зношення будівлі, %;

Φ_{ki} – показники фізичного зношення окремих будівель, систем чи конструкцій, %;

L_i – показники коефіцієнта, що позначає частину відновлюваної вартості окремої системи або конструкції у загальній відновлювальній вартості;

n – чисельність окремих систем, елементів або конструкцій у будівлі.

Моральне зношення представляє собою комплексну оцінку невідповідності споруд сучасним стандартам, що виникає внаслідок технологічного прогресу, зміні функціональних вимог або параметрів комфортності та еволюції рівня благоустрою.

									Арк.
									68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

Ознаками морального зношення цивільних будинків є: невідповідність планування, залізобетонних зовнішніх панелей, інженерного обладнання будівлі сучасним нормам та вимогам, відсутність відповідного обладнання та пристроїв для безпечного та комфортного користування маломобільними групами населення.

Принципова відмінність між цими типами зношення у тому, що фізичне значення характеризує матеріальну деградацію конструкції, а моральне зношення відображає невідповідність сучасним технологічним та функціональним стандартам. Моральне зношення відбувається незалежно від фізичного (матеріального).

Від ступеня морального та фізичного зношення визначається економічний строк експлуатації будівлі. Цей строк є орієнтовним, після закінчення якого будівля потребує або повної реконструкції або заміни конструкцій, таким чином ремонтні роботи стають економічно не вигідними унаслідок, наприклад, недостатньої міцності будівлі чи внаслідок зміни архітектурного вигляду у даному регіоні.

У технічній експлуатації будівельних та інженерних систем ключовим поняттям є *строк служби конструкції* - період календарного часу, впродовж якого унаслідок дії різних чинників (експлуатаційних, кліматичних, механічних тощо) вони опиняються у такому стані, коли їх подальша експлуатація стає технічно неможливою, а процес відновлення є дорогівартісним.

Фахівцями розроблена комплексна система технічних вимог та критеріїв оцінки стану конструктивних елементів та будівельних об'єктів, яка дозволяє професіоналам прийняти обґрунтовані управлінські рішення щодо необхідності проведення ремонтних робіт, підсилення окремих елементів або повної заміни конструкції. Такий науково-практичний підхід забезпечує ефективне управління інженерними спорудами та мінімізує негативні ризики.

Упродовж експлуатації будівель потрібне гарантування безперебійної роботи складних технологічних систем, зокрема ліфтового господарства, сміттепроводів та інших критичних комунікацій та запровадження системи моніторингу технічного стану будівельних об'єктів, що передбачає: комплексну діагностику конструкцій,

									Арк.
									69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

своєчасне виявлення дефектів, ідентифікація ранніх ознак деформаційних процесів. Основною метою такого підходу є забезпечення максимальної збереженості будівельних фондів при мінімальних витратах матеріально-технічних ресурсів.

Головними причинами пошкодження буівель є:

- корозійні процеси ушкодження конструкцій;
- дії штучно створених та зовнішніх природних чинників;
- дії внутрішніх чинників у процесі експлуатації обладнання та інженерних мереж;
- виявлені помилки при вишукуваних роботах, у проєктах та у період зведення будівлі;
- порушення правил експлуатації будівель.

Характеристика впливів та їх дії на будівлі, причини ушкодження конструкцій будівель, наслідки пошкодження конструкцій, ушкодження, що виникають у процесі експлуатації, можливі причини ремонту та реконструкції цивільних будинків представлені на *Рис.4.1. – 4.5.*



Рис.4.1. – Характеристика впливів та їх дії на будівлі



Рис.4.2. – Причини ушкодження конструкцій будівель (джерела корозійних процесів)



Рис.4.3. – Наслідки ушкодження конструкцій



Рис.4.4. – Ушкодження, що виникають у процесі експлуатації будівель



Рис.4.5. – Можливі причини ремонту та реконструкції цивільної будлі

У процесі детального технічного обстеження будівельних об'єктів принципово створюється уточнена проектно-технічна документація, яка дає повну та об'єктивну інформацію про фактичний стан споруди, а саме:

-розробка додаткових обмірювальних креслень, які дають вичерпну характеристику просторового розташування будівельних конструкцій. Такі креслення детально фіксують розміщення будівельних конструкцій в плані і за висотою із зазначенням перерізів несучих конструктивних елементів;

-фіксація та документування процесів осідання, горизонтальних і вертикальних переміщень, деформаційних трансформацій та інших відхилень від затвердженої проєктної документації або встановлених нормативів.

Запропонований підхід забезпечує комплексну оцінку технічного стану будівельного об'єкта, дозволяючи фахівцям отримати обґрунтоване рішення щодо подальшої експлуатації або необхідності проведення відновлювальних робіт. Для цього потрібно максимальне використання неруйнівних та лабораторних методів випробування для встановлення точних фізико-механічних параметрів конструктивних матеріалів. Перевага надається методикам, які не потребують пошкодження досліджуваних зразків. Уточнюється, систематизується інформація щодо дефектів та пошкоджень сполук, вузлів та конструкцій, а також збираються відомості щодо експлуатаційного середовища, що впливає на основу та конструкцію, визначаються показники статичних дій та навантажень, динамічних дій, включно із даними вібродіагностики та інсталяції (власна частота коливань, динамічна жорсткість конструктивних елементів). Визначається розрахункова схема несучих конструкцій для виконання підсумкових перевірочних розрахунків будівлі в цілому або окремих елементів конструкцій. Таке детальне обстеження частин конструкцій або конструкцій в цілому проводиться суцільно чи вибірково.

Суцільним обстеженням передбачається перевірка усіх без винятку конструкцій. Воно рекомендоване для об'єктів з найвищим коефіцієнтом надійності (1.0) та є обов'язковим у наступних критичних ситуаціях: при відсутності проєктної документації; наявності суттєвих дефектів, що знижують несучу здатність; неоднорідності властивостей матеріалів в однотипних конструкціях; експлуатація в агресивних середовищах та при складних умовах експлуатаційного навантаження.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибіркове обстеження здійснюється шляхом перевірки окремих елементів та допускається за умови задовільного технічного стану більше 80% конструкції. Перехід від суцільного обстеження до вибіркового можливий за умови, якщо при повномасштабній діагностиці встановлено, що не менше 80% однотипних конструкцій (за наявності більше 20 одиниць) перебувають у задовільному технічному стані. Об'єм елементів, що обстежується вибірково мусить визначатися при конкретних умовах (бути не меншим 10% від числа однотипних конструкцій, але не менше трьох).

Отже, мета обстеження є визначення дійсної несучої здатності та експлуатаційної придатності конструкцій будівлі та використання цих даних для визначення показників їх надійності, необхідність підсилення та розробки проєктів реконструкції. У процесі обстеження також проводиться пошук більш оптимальних варіантів конструктивно-планувальних рішень, способів можливих підсилень несучих конструкцій з урахуванням їх технологічних властивостей, забезпечення мінімальних трудових затрат, матеріальних ресурсів і часу при виконанні робіт із реконструкції.

Через те, що нині проєктування проводиться за методикою граничних станів, то у процесі обстеження дерев'яних, кам'яних, металевих і залізобетонних, конструкцій та основ до них висуваються вимоги за першою (несуча здатність) й за другою (придатність до нормальної експлуатації) групами граничних станів згідно із діючими ДБН по проєктуванню конструкцій із цих матеріалів та основ. Запропонована методологія забезпечує комплексний, науково обґрунтований підхід до оцінки технічного стану будівельних об'єктів, що дозволяє диференційовано підходити до діагностики залежно від специфіки та умов експлуатації.

4.2. Характеристика дефектів будівельних конструкцій

У процесі технічної експлуатації будівельних об'єктів дефекти є відхиленням від нормативів, що порушують технічний стан будівлі. Кожне відхилення від нормативних вимог здатне порушити функціональну цільність споруди та

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спричинити каскадний ефект у виникненні інших пошкоджень. Своєчасна професійна діагностика на ранніх стадіях пошкодження дозволяє: попередити прогресування дефектів, мінімізувати обсяг відновлювальних робіт та знизити витрати на капітальний ремонт.

Дефекти в конструкціях будинків класифікують за локацією:

- *внутрішні (глибинні)* - потребують спеціалізованих діагностичних методик та складних відновлювальних технологій;

- *зовнішні (поверхневі)* - досить легко діагностуються та усуваються.

класифікують за кількісними параметрами пошкоджень та потенціалом подальшої еволюції дефекту:

- на такі, які важко усунути або легко;

- ті, що не мають розвитку та розвиваються у часі від спільних дій середовища та навантажень.

При будівництві налічується велика кількість різноманітних видів дефектів.

Наприклад, у конструкціях з монолітного залізобетону присутні наступні дефекти:

- прошарки снігу, льоду, ґрунту та сміття, насамперед у місцях стику стіни та колони з фундаментами, у ростверках;

- пустоти, що утворюються під час зависання бетону при великій присутності у конструкціях арматури, а також під гільзами для труб та закладними деталями;

- пористі і грубі шви, які утворилися під час перерв при бетонуванні і поганий очистці та обробці поверхонь;

- присутність бетону, якій був передчасно заморожений або не пройшов необхідної теплової обробки;

- неоднорідна структура бетону та розшарування під дією води під напором на свіжовкладений бетон чи при пересушенні.

Зазвичай, зовнішні дефекти належать до тих дефектів, які виправляються без особливих зусиль, але внутрішні (глибинні) потребують для їх усунення виконання спеціальних робіт. Один локальний дефект може служити каталізатором

									Арк.
									75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

виникненню системних пошкоджень, що обумовлює комплексний, системний підхід до технічної діагностики будівельних конструкцій.

4.2.1. Основні види дефектів

У процесі технічної експлуатації бетонних споруд найбільш поширеним різновидом поверхневих пошкоджень є *нерівності*, які суттєво впливають на експлуатаційні та естетичні характеристики конструкції. Такими є невеликі напливи та потовщення, наявність гострих граней, порушення площинності (горизонтальної та вертикальної), випирання гравію та щебеню за межі базової поверхні конструкції. Нерівності формуються внаслідок застосування неструганого дерев'яного опалубки, використання нежорстких металевих опалубних систем тощо.

Поверхневі дефекти викликають зниження якості зовнішнього і внутрішнього оздоблення приміщень, прискорене забруднення поверхонь, інтенсивне лущення захисного шару, затримку та накопичення вологи, виникнення естетичних вад при фарбуванні, прискорюють появу вицвілів на оздоблювальних покриттях. Своєчасна діагностика та усунення нерівностей є дуже важливою для забезпечення довговічності та експлуатаційної надійності бетонних конструкцій.

Структурне пошкодження бетонних конструкцій, таких як *раковини та чарунки*, є наслідком складних технологічних процесів під час приготування та формування бетонної суміші. Виникнення цих дефектів зумовлено цілою низкою дій, які викликають порушення цілості та однорідності матеріалу. Наприклад, пропускання у розчин та бетон повітряних бульбашок при змішуванні та укладанні розчину, механічні деформації внаслідок вібраційної обробки, процеси розшарування компонентів суміші, а також значні температурні коливання при тепловому обробітку бетону, присутність зайвої води у бетонній суміші, укладання частково замерзлої або затужавілої суміші. Чарунки з'являються під час бетонування в металевій опалубці по причині відсутності належного вологобміну. Наслідком цих технологічних пошкоджень є зниження міцних характеристик бетону та поява

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічних мікротріщин, що значною мірою може вплинути на довговічність та експлуатаційну надійність конструкції.

Процес корозійного *руйнування арматурних конструкцій* є комплексним явищем, що розвивається внаслідок порушення технологічних режимів захисту металевих елементів у бетонній конструкції. Критичним фактором деградації є недотримання нормативної товщини захисного шару бетону, яка виконує функцію фізичного бар'єру для металевих стрижнів. Первинне утворення корозійного нальоту супроводжується збільшенням його об'єму, що зумовлює поступове розтріскування бетону вздовж арматурних елементів. Цей процес створює додаткові мікроканали для проникнення вологи, що значно прискорює корозійні перетворення. Характерними ознаками деструктивних змін є: поява іржавих плям на поверхні бетонної конструкції, поступове зменшення перетину металевих стрижнів, локальне або повне кородування арматури, накопичення продуктів корозії у вигляді затверділих порошкоподібних утворень у структурі бетону. Описані процеси демонструють критичну важливість дотримання технологічних режимів бетонування та забезпечення надійного захисту арматурних конструкцій від впливу агресивних середовищ (блукаючі струми, сольові добавки, які використовуються у бетоні у процесі виготовлення конструкції).

Корозійне пошкодження металевих елементів та закладних деталей у бетоні може відбуватися також і за присутності захисного шару, але товщина захисного шару може бути недостатньою для захисту, а також при недостатній його товщині або при змащенні арматури, а також при порушенні технології нанесення захисту, значній пористості бетонної структури. Прогресуюча корозія металевих елементів має характерні зовнішні прояви: поява іржавих плям, утворення корозійних патьоків на поверхні конструкції, які демонструють глибинні деструктивні процеси у бетонному масиві.

Раковини в монолітних бетонних конструкціях становлять найбільшу розповсюджену категорію структурних дефектів, які служать показником технологічної культури виробництва. Такі порушення цільності бетонного масиву

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

характеризуються глибиною, конфігурацією та розмірами – від незначних поверхневих включень до глибоких внутрішніх порожнин. Критичні за масштабом раковини не лише погіршують монолітність бетонного тіла, але й створюють реальну загрозу конструктивної цілісності та несучої здатності інженерного об'єкта. У разі виявлення масштабних структурних порушень виникає нагальна потреба в додатковому інженерному втручанні – проведенні підсилювальних заходів, спрямованих на відновлення розрахункових характеристик конструкції та забезпечення її довготривалої експлуатаційної надійності.

Раковини класифікуються:

- за глибиною розширення: поверхневі, глибинні та наскрізні;
- за характером локалізації: осередкові локальні утворення або дисперсні пошкодження по усій поверхні конструкції.

Причини виникнення структурних пошкоджень мають комплексну природу та пов'язані з конструктивними та технологічними недоліками, а саме: порушення технології підбору складу бетонної суміші, розшарування композиційних компонентів під час транспортування, неналежні технології викладання та ущільнення бетону, нераціональне армування конструкцією гнучкою та жорсткою арматурою, недостатня товщина захисного шару, надмірна концентрація закладних елементів. Ключовим фактором виникнення раковин визначено низьку якість ущільнення бетонної суміші, що призводить до порушення її структурної однорідності та формування внутрішніх дефектів.

У протилежність до раковин *пустоти* являють собою місця, в яких створюються розриви та порожнини, де повністю відсутній бетон. Пустоти охоплюють критично важливі несучі елементи будівельних систем. Найбільш уразливими ділянками для виникнення таких дефектів є: опорні частини колон і балок, прогонові системи різної протяжності, ділянки з повним оголенням арматурних елементів, бункерні конструкції, ядра жорсткості та зони сполучення монолітних залізобетонних стін з фундаментальними основами. Пустоти легко виявляються після демонтажу опалубки під час візуального огляду та шляхом простукування бетонної поверхні.

									Арк.
									78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

Більш складні випадки прихованих пустот, зокрема в гідротехнічних спорудах – плавальних басейнах та ємностях для зберігання рідини.

Сколи в бетонних конструкціях є складним інженерним явищем, що виникає внаслідок комплексної дії механічних, технологічних та експлуатаційних чинників (при невідповідному транспортуванні, критичні деформації при розопалублюванні виробів, при неналежному складуванні та монтажних роботах, при некоректному кріпленні технологічного обладнання та трубопровідних систем).

Причинами сколів захисного шару у бетоні є прогресуюча корозія арматурних елементів, руйнування металевих закладних деталей, порушення структурної щільності бетонного масиву, інтенсивне зволоження конструктивних елементів. Особливо критичними зонами структурних уражень є ділянки обпірання конструктивних елементів, де внаслідок технологічно пошкодженої форми виникають характерні деструктивні утворення різної глибини та протяжності. Виникнення структурних пошкоджень пов'язані з: відхиленнями від проєктних параметрів армування, зі зміщенням арматурних елементів, збільшенням товщини захисного шару в зонах обпірання, технологічними особливостями з'єднання арматурних стрижнів. Відшарування бетонних мас спостерігається у місцях зварювання арматури, особливо поблизу опорних колон.

При пожежах відбувається *особливий різновид розтріскування* та сколу бетонного масиву. Внаслідок довготривалих дій високих температурних показників і далі різкого охолодження водою у процесі ліквідації пожежі у залізобетонній конструкції відбувається відокремлення лещадки із різною товщиною, бетон начебто спучується й розпушується. Процес відшарування бетонних мас розпочинається упродовж 10-20 хв опісля початку пожежі, відбувається зміна кольору бетону, зменшується його міцність, зчеплення з арматурою, а цементного каменю — з крупним заповнювачем. Під час замерзання води, яка дісталася до пустот збірних і монолітних залізобетонних конструкцій (отвори для анкерних болтів, багатопустотні настили тощо), також можуть виникати розриви та сколи в конструкціях.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виколы та спучення в бетоні відбуваються у фундаментних блоках, плитах перекриття та інших конструкціях. Виколами є заглиблення із різною величиною, від малих поодиноких гнізд до досить великих виямків конусоподібної форми. Розміри виямків коливаються від декількох мм до 5...10 см, а їх діаметр становить від 0,5...1 см до 10...25 см. Окремі плити перекриття налічують до 200 виколів. Такий різновид дефекту виникає за наслідками корозійних процесів одного із компонентів крупного заповнювача із деяких порід.

У глибині утворених виямків знаходяться сліди частинок зруйнованого заповнювача, який перетворюється до пилоподібної борошнистої маси. Конструкції, які ослаблені значною чисельністю таких пошкоджень, найбільше потребують підсилення.

Тріщини в інженерних конструкціях є критичним показником технічного стану споруд, який потребує повторної професійної діагностики та профілактичних інженерних заходів. Поява структурних пошкоджень понад допустимі нормативні параметри є суттєвим сигналом цієї деградації несучих елементів.

В цегляних будинках тріщини в арках, склепіннях, перемичках та стінах викликані, зазвичай, нерівномірністю осідання фундаментів і основ, різними показниками деформативності ненавантажених та навантажених стін. Тріщини у залізобетонних конструкціях є результатом недостатнього армування, відсутності просторової жорсткості, температурно-усадочних явищ, порушення технології при виготовленні конструкцій, їх транспортуванні, зберіганні та монтажу.

В металевих конструкціях тріщини з'являються в результаті їх критичного навантаження або порушення технології при виробництві виробів. Професійний підхід до діагностики та відновлення конструкції вимагає комплексної оцінки структурних пошкоджень з урахуванням специфіки матеріалів та умов експлуатації.

Деформації інженерних конструкцій являють собою складне структурне явище, що виникає внаслідок впливу комплексу взаємопов'язаних факторів. Такі пошкодження призводять не лише до зміни зовнішнього вигляду конструкції, але й становлять критичну загрозу, зменшуючи її несучу здатність та експлуатаційну

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надійність. Характеристика деформаційних процесів встановлюється в результаті натурних обстежень, геодезичних зйомок та інструментального вимірювання.

Причинні фактори виникнення критичних деформацій, це — *навантажувальні чинники* (статичні навантаження, ударні впливи, вібраційні навантаження, динамічні впливи); *технологічні чинники* (проектні помилки в розрахунках, конструктивні недоліки, низька якість будівельних матеріалів, порушення технологій виготовлення, дефекти монтажу); *додаткові передумови деформування* (підкопування фундаментальних основ, надмірне зволоження несучих конструкцій, зсуви захисних огорожувальних елементів).

Структурні пошкодження інженерних конструкцій становлять комплексну проблему, що призводить до втрати внутрішньої міцності та несучості. Типовими проявами деградації є просторові деформації: перекося конструктивних елементів, горизонтальні зсуви, вертикальні осідання, локальні зміщення окремих інженерних систем. З метою недопущення переходу ослаблених конструкцій у критичний стан необхідно вчасно реагувати на структурні пошкодження: завчасно планувати захисні та відновлювальні заходи, виконувати посилення конструкцій до виникнення аварійних ситуацій.

Обстеження залізобетонних і бетонних конструкцій

Основними дефектами і пошкодженнями залізобетонних та бетонних конструкцій є:

- деформації від критичних навантажень та тріщини;
- пошкодження в з'єднувальних та закладних елементах, арматурі та бетоні внаслідок корозійних процесів;
 - пошкодження унаслідок процесів заморожування-відтавання і зволоження-висихання;
- температурні деформації;
- поява тріщин в огорожувальних конструкціях та елементах каркасу унаслідок нерівномірного осідання фундаментів;
- пошкодження іншого характеру (від вогню, механічні тощо).

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У процесі обстеження визначають наступні характеристики конструкцій:

- розміри;
- показники прогинів, нахилів та осідання;
- ширину та довжину розкриття тріщин, їх знаходження та характер;
- глибину перетвореного шару бетону, водопроникнення та міцність;
- стан з'єднань конструкцій і стиків;
- розміщення арматури та її діаметр;
- класифікується арматурний прокат;
- ступінь ушкодження корозією арматури, з'єднувальних та закладних елементів.

Під час детального обстеження конструкцій встановлюють:

- по результатах випробувань неруйнівним методом визначається міцність бетону;
- механічні властивості робочої арматури (границю текучості, тимчасового опору розриванню, відносне подовшення);
- ступінь захисту від корозії;
- товщину захисного шару бетону до арматури;
- ширину розкриття тріщин на бетонній поверхні та на рівні арматури;
- вид, міру та глибинау корозійних процесів бетону;
- дійсні робочі перерізи конструкцій;
- показники опору теплопередачі огорожувальних конструкцій;
- ступінь корозійних процесів в арматурі та зварних швах, з'єднувальних елементах та закладних деталях.

При наявних пошкодженнях, які притаманні аварійно-небезпечним об'єктам та за відсутності виконавчої та проектної документації проводиться суцільне обстеження конструкцій, при якому пошкодження та дефекти визначаються по кожній конструкції. Розміри конструкцій, які мають несутеві прогини визначають

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вибірково. Вибірково також визначаються і прогини конструкцій. Показники міцності бетону визначається для партії конструкцій, що є однотипними.

Класифікаційні характеристики технічного стану залізобетонних конструкцій за категоріями представлені на Рис. 4.6.

Категорія технічного стану	Ознаки стану (дефекти і пошкодження)	Можливі причини виникнення	Можливі наслідки
I Нормальна	Волосяні тріщини, що не мають чіткої орієнтації, переважно на верхній (при виготовленні) поверхні	Усадка внаслідок порушення режиму тепло-вологісної обробки бетону, властивостей цементу тощо.	Зниження довговічності
II Задовільна	Волосяні тріщини уздовж арматури, сліди іржі на поверхні бетону	а) Корозія арматури (шар корозії до 0,5 мм) при втраті бетоном захисних властивостей (наприклад, прикарбонізації). б) Початкова фаза руйнування бетону внаслідок тиску продуктів корозії арматури і порушення зчеплення бетону з арматурою	а) Орієнтовне зниження несучої здатності до 5%. Зниження довговічності. б) Зниження несучої здатності. Міру зниження оцінюють з урахуванням наявності інших дефектів, пошкоджень та результатів перевірного розрахунку
II-III (визначається розрахунком)	Сколювання бетону у стиснутій зоні	Механічні дії	Зниження несучої здатності за рахунок зменшення площі перерізу
III Непридатна для нормальної експлуатації	Пошкодження арматури та закладних елементів (надрізи, вириви і т.п.) частопри сполученні з попередніми дефектами.	Механічні дії	Зниження несучої здатності пропорційно зменшенню площі перерізу

Категорія технічного стану	Ознаки стану (дефекти і пошкодження)	Можливі причини виникнення	Можливі наслідки
	Нормальні тріщини у конструкціях, що згинаються, та розтягнутих елементах конструкцій шириною розкриття для арматурного прокату класу А240С — більше 0,5 мм; А300С, А400С, А550В, А600 — більше 0,4 мм; в інших випадках — більше 0,3 мм	Перенавантаження конструкцій. Зміщення положення розтягнутої арматури під час виготовлення. Для попередньо напружених конструкцій — недостатнє зусилля натягу арматури	Міру небезпеки визначають залежно від наявності інших дефектів та причин, що викликали підвищене розкриття тріщин
III-IV (визначається розрахунком)	Тріщини уздовж арматурних стержнів до 3 мм. Явні сліди корозії арматури Відносні прогини, що перевищують для: попередньо напружених оквяних ферм 1/800; попередньо напружених кроквяних балок та балок перекриттів 1/400; плит перекриттів та покриттів 1/200 Відшарування захисного шару бетону Зменшення площі спирання конструкцій порівняно з проектною	Розвиваються внаслідок корозії арматури. Товщина шару корозії до 3 мм Перенавантаження конструкцій, зменшення робочого перерізу бетону та арматури Корозія поздовжньої та поперечної арматури Помилки під час виготовлення та монтажу	Зниження несучої здатності залежно від зменшення площі перерізу арматури та робочої площі бетону стиснутої зони. Зменшення несучої здатності нормальних перерізів внаслідок порушення зчеплення арматури з бетоном до 20%. Для попередньо напруженої арматури та при розташуванні на припорних ділянках — стан аварійний Міру небезпеки визначають залежно від наявності інших дефектів. При поєднанні з попередніми дефектами III та III-IV категорій технічного стану — стан аварійний Зниження несучої здатності залежно від зменшення площі перерізу арматури наслідок корозії та зменшення розмірів поперечного перерізу стиснутої зони Зниження несучої здатності; при критичному зменшенні — стан аварійний
IV Аварійна	Виширання стиснутої арматури, поздовжні тріщини в стиснутій зоні, лушення бетону стиснутої зони Те саме, що й у попередньому випадку, але є тріщини з розгалуженими у зоні, стиснутій кінцями напруженої арматури Похилі тріщини 1,5 мм та більше зі зміщенням ділянок балки одна відносно одної та похилих тріщини, що перетинають	Перенавантаження конструкцій Перенавантаження конструкцій внаслідок зниження міцності бетону або порушення зчеплення арматури з бетоном Перенавантаження конструкцій. Порушення анкеровання арматури	Небезпека обвалення Небезпека обвалення Те саме

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-Бм. 11393388. ПЗ

Арк.

84

<i>Категорія технічного стану</i>	<i>Ознаки стану (дефекти і пошкодження)</i>	<i>Можливі причини виникнення</i>	<i>Можливі наслідки</i>
	арматуру Розриви або зміщення поперечної арматури у зоні похилих тріщин Відривання анкерів від пластин закладних елементів руйнування стиків або їх елементів	Перенавантаження конструкцій Наявність дій і впливів, непередбачених проектом; відхилення від проекту при улаштуванні стиків	—" —"

Рис. 4.6.–Класифікаційні характеристики технічного стану залізобетонних конструкцій за категоріями

Дефекти залізобетонних конструкцій та їх причини

Незважаючи на багаторічний досвід монтажу та експлуатації залізобетонних конструкцій час від часу виникає потреба в усуненні дефектів та помилок у збудованих спорудах, які були виконані з залізобетонних конструкцій. Такі дефекти та помилки обумовлені наступними причинами:

- незадовільною експлуатація будівлі, яка виконана в залізобетоні;
- виробництвом залізобетонних конструкцій поганої якості;
- відхиленням від технічних умов та правил у процесі монтажу конструкцій;
- відсутністю ізоляції в огорожуючих конструкціях від згубних дій зовнішнього осередку;
- довготривалим зберіганням виготовлених залізобетонних конструкцій на відкритому просторі.

Окрім того, на конструкції мають негативний вплив хімічні та фізичні дії.

Фізичні дії на залізобетонні конструкції обумовлені:

- зовнішніми статичними та динамічними навантаженнями;
- внутрішнім та зовнішнім напруженням;
- високими та низькими температурами, а також їх періодичною зміною;
- зміною вологості зовнішнього середовища;
- опроміненням (ультрафіолетовим, радіоактивним).

Хімічні дії на залізобетонні конструкції обумовлені:

- корозією арматурної сталі;

— руйнівною силою на бетон із зовнішньої сторони (кислоти, розчини солей, викиди газу, органічні речовини).

Окрім вищезазначеного, погодні умови можуть спровокувати напруження різної величини в конструкціях внаслідок перепадів температури та вологості зовнішнього осередку, під дією талої води, що прихводить до утворення тріщин.

Класифікація пошкоджень та дефектів, чинники їх появи

На першому етапі польової роботи відбувається проведення загального огляду будівельних конструкцій, проводиться виконання детального візуального обстеження, фіксація та документування виявлених дефектів і пошкоджень. Дефекти та пошкодження виникають унаслідок різних причин з точки зору джерела. У дослідженнях науковців було підтверджено, що дефекти, виявлені на кожному етапі життєвого циклу будівлі (етап будівництва, період введення в експлуатацію, стадія технічної експлуатації), відрізняються.

Причина дефекту – це подія, залежна від часу, що призводить до відмов будівельних конструкцій та елементів.

Будівельні дефекти спричинені багатьма факторами, деякі з них спостерігаються наочно, а інші мають прихований характер та розміщуються в глибині конструкції. Особливістю таких дефектів є їх деструктивний вплив на загальну функціональність споруд.

Наявність деяких будівельних дефектів криється у системних порушеннях на різних етапах інвестиційно-будівельного циклу, таких, як методологічні недоліки проектування, низька якість будівельних матеріалів, технологічні порушення виробничих процесів та недостатній рівень професійної експертизи виконавців проєкту. Кожний із цих факторів може викликати ланцюгову реакцію деградації конструктивних елементів, що відображається не лише економічними втратами, а й техногенними ризиками.

У роботі [33] продемонстрували, що одні дефекти призводять до появи інших дефектів, а тому запобігання основним дефектам запобігає появі багатьох пошкоджень. Таким чином, потрібно виявляти фактори, які сприяють виникненню

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

будівельних пошкоджень на ранніх етапах аби уникати появи дефектів у подальшому. Згідно з кількома дослідженнями різні види будівельних дефектів класифікують згідно із їх джерелом або наслідками.

У дослідженні [33] автори класифікували дефекти на два типи: *структурні та неструктурні*.

Структурні дефекти – це дефекти, які з’являються в структурних елементах, в результаті певних дефектів в матеріалах або конструкціях, або і тих, й інших.

Неструктурні дефекти будівель – це будь-які дефекти неконструктивних елементів споруди, що не викликають порушень структурної цілісності у будівлях.

Згідно [40] дефекти будівель класифікують за наступними ознаками: характером і значущістю та причиною і часом (Рис. 4.7.)



Рис. 4.7. – Класифікація дефектів будівлі

В рекомендаціях [41] автори класифікують дефекти на шість типів:

- дефекти, що пов’язують із помілками в проєкті;
- пошкодження при виготовленні та зведенні конструкцій;
- механічні пошкодження при порушенні правил експлуатації;
- дефекти, які з’явилися унаслідок силових динамічних або статичних впливів, що не були передбачені проєктом;
- дефекти під впливом зовнішнього агресивного середовища.

У дослідженнях автора [41] приведені важливі критерії, які сприяють процесу появи будівельних пошкоджень:

- невірна оцінка навантажень при проектуванні та у процесі будівництва;
- недостатній рівень знань стосовно елементів будівель;
- невірне визначення причин пошкоджень;
- відсутність потрібного технічного обслуговування;
- несправності в елементах з'єднання.

На основі різних класифікацій пошкоджень та дефектів виділені п'ять чинників їх виникнення, які зображені на Рис. 4.8.



Рис.4.8. – Чинники виникнення дефектів та пошкоджень. Перехід конструкцій або БтаС у цілому в аварійний стан може бути спричинений як одним чинником, так і сукупністю декількох.

4.2.2. Перелік поширених дефектів та пошкоджень будівельних конструкцій, викликаних зовнішнім середовищем

Науково-публіцистичний огляд сучасних будівельних матеріалів вказує на визначну роль бетону в архітектурно-інженерній практиці. Його широке застосування зумовлено унікальною комбінацією економічної доступності та функціональної універсальності. Проте наукові дослідження переконливо доводять, що бетон не є абсолютно незмінним матеріалом, при використанні конкретних

конструкції відбуваються складні процеси деградації, спричинені дією зовнішніх факторів та механічних навантажень [42]. Результатом такого процесу є зниження експлуатаційних характеристик бетонних конструкцій протягом їх строку експлуатації. У бетонних конструкціях показник рівня пошкоджень залежить від агресивності осередку, температурних коливань, внутрішньої структури матеріалу та якості технологічних процесів при будівництві [43].

Особливо критичного значення для бетону мають хімічні агенти, зокрема хлоридні та сульфатні іони. Їхнє надходження від протижеледних реагентів, морської води та антиобморожувальних розчинів створює потужний деструктивний потенціал для бетонних конструкцій. Ці агресивні компоненти викликають глибокі фізико-хімічні перетворення матеріалу, суттєво прискорюючи процеси його руйнування [44]. Оцінка довговічності залізобетонних конструкцій ґрунтується на наступних параметрах, а саме: властивості та склад його відкритого поверхневого шару [45].

Велика кількість пошкоджень та дефектів розпочинається із поверхневого шару бетону. Такі пошкодження відкривають додаткові канали для проникнення хлоридних іонів та вуглекислого газу, що одночасно прискорює корозійні процеси арматурного сталі в залізобетонних конструкціях. Окрім цього, бетонна поверхня з дефектами призводить до проникнення у бетон більшої кількості води, що прискорює процеси вологопоглинання, яка замерзаючи, спричиняє мікротріщинування та поступову втрату міцності конструктивних елементів.

Таким чином, стан поверхневого шару бетону стає ключовим показником довгострокової експлуатаційної надійності всієї будівельної конструкції. Пошкодження матеріалів відбуваються внаслідок комплексної взаємодії фізичних та хімічних факторів агресивного середовища.

Найпоширеніші форми поверхневих пошкоджень, які виникають внаслідок агресивного навколишнього осередку є розтріскування, відшарування та луцення (Рис. 4.9.).

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

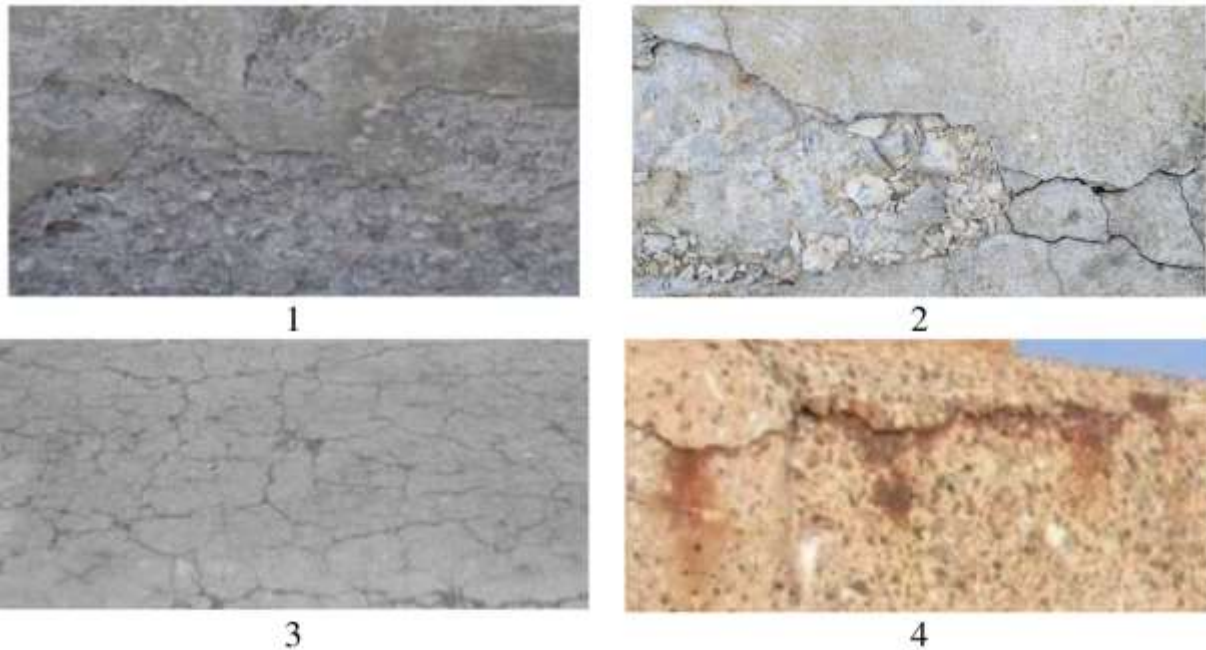


Рис. 4.9. – Поверхні пошкодження залізобетонних та бетонних конструкцій:
 1 – луцення; 2 – відшарування; 3 – усадочне розтріскування; 4 – корозійне розтріскування

Луцення – це специфічне руйнування поверхневого шару бетону, що затвердів. Цей процес має чітку фізичну природу і одночасно пов'язаний з циклічними температурними трансформаціями, зокрема процесами відтаювання та заморожування. Луцення відбувається через тиск внаслідок кристалізації води [46]. Якщо тиск льоду переважає показник міцності бетону на розрив, відбувається структурне відшарування матеріалу. Інтенсивність цього процесу прискорює низка чинників: посилення поверхневої обробки, цикли заморозка-відтаювання, використання хімічних антиобмерзаючих реагентів, якість заповнювачів та мікроструктура бетону, наявність летючої золи [47].

Відшарування це критичний стан бетонної конструкції для якого характерне поступове розшарування поверхневого шару з утворенням тріщин і поверхня бетону місцями відколюється. Первинні прояви пошкодження можуть здаватися незначними, проте без належної уваги вони мають тенденцію до прогресивного розвитку з наявними руйнівними наслідками. Процеси відшарування пов'язані з виникненням потужних сил розтягування, які можуть бути спровоковані широким спектром факторів. Серед них - корозійні процеси арматурної сталі, екстремальні температурні коливання, термічні деформації внаслідок пожежі, інтенсивні

									Арк.
									90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

атмосферні впливи, а також комплексна дія техногенних чинників: ударні навантаження, зокрема вибухи [48].

Розтріскування є наслідком комплексної взаємодії фізико-хімічних факторів, а саме: причиною виникнення тріщин служить процес висихання та стиснення поверхневого шару бетону. Критичного значення настає порушення технологічного режиму твердіння, що спричиняє інтенсивну, часто необоротну, внутрішню втрату вологи з бетонної поверхні. Визначальними параметрами, що впливають на характер розтріскування, стають водоцементні компоненти та сукупність зовнішніх середовищних чинників. До останніх належать температурні режими, інсоляційні навантаження, рівень атмосферної вологості та повітряні потоки. Виникнення усадочних тріщин можливе у будь-якому місці, проте емпіричні спостереження фіксують стійку тенденцію до формування тріщин під прямим кутом певних конструктивних обмежувачів.

Проблема *утворення тріщин* у залізобетонних конструкціях постає як складний науково-технічний виклик, який пов'язаний з корозійними процесами арматурної сталі. Наукові дослідження переконливо демонструють, що корозійні процеси арматурної сталі прискорюються двома ключовими механізмами: проникнення хлоридних іонів та карбонізація бетону [49]. Хлориди виступають потужним каталізатором корозії, створюючи умови для інтенсивного руйнування сталеві арматури. Паралельно процес карбонізації спричинює зниження провідного показника порової рідини, що додатково посилює деструктивні прояви. Результатом цих складних фізико-хімічних процесів стає поступове руйнування внутрішньої структури залізобетонної конструкції, що супроводжує утворення тріщин [50].

Вилугування характеризується поступовим розчиненням та виносом гідроксиду кальцію, що зумовлює фундаментальні структурні трансформації матеріалу. Цей процес призводить до підвищення пористості та закономірного зниження міцнісних характеристик цементного каменю. На ранніх етапах структурних змін процес проявляється характерними білими нашаруваннями, відомими в науково-технічній термінології як «висоли». Особливої уваги заслуговує

									Арк.
									91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

факт прояву вилугування в зонах тріщиноутворення зволжених бетонних та залізобетонних елементів. Це вказує на системний характер деградаційних процесів та потребує комплексного моніторингу стану будівельних матеріалів.

4.2.3. Поширені пошкодження металевих конструкцій

Корозія є визначальним фактором деградації металевих конструкцій, становлячи комплексну науково-технічну проблему.

Корозійні процеси – це складні фізико-хімічні руйнування металів унаслідок їх взаємодії з навколишнім середовищем або перехід металевих елементів у більш стабільний стан, наближений до природних мінеральних сполук.

Науковий аналіз корозійних процесів демонструє їх електрохімічну природу, який супроводжується формуванням конкретного корозійного осередку. Ключовими елементами цього утворення є анод, катод, електроліт та канали електронного обміну (Рис. 4.10). Механізм корозії призводить до послідовності взаємопов'язаних процесів. На аноді відбувається окиснення металевих атомів, що супроводжується генерацією електронів. Паралельно на катоді протікають відновні реакції, де згенеровані електрони споживаються. Принципова динаміка корозійного процесу характеризується спрямованим рухом заряджених частинок через електроліт - від катода до анода, водночас електрони переміщуються від анода до катода.

У контексті сучасного наукового розуміння корозійних процесів визначено, що кожен електрохімічний осередок має цілий ряд умов, контроль за якими дозволяє ефективно протидіяти корозійній деградації металевих матеріалів. Наукова стратегія боротьби з корозією обґрунтовується на принципі переривання хоча б одного з ключових компонентів корозійного процесу. Цей підхід демонструє високу теоретичну та практичну ефективність у попередженні руйнівних електрохімічних реакцій. Таким показовим прикладом служить неможливість іонного струмопереносу внаслідок створення абсолютно сухого середовища. За таких умов

									Арк.
									92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

корозійна реакція повністю блокується через електроліт, необхідний для проходження іонного обміну.

Корозія класифікується згідно із середовищем впливу на *суху і мокру*, та дивлячись на зовнішній вигляд ураження або механізм пошкодження на *локальну і рівномірну*. Основними формами корозій, що можуть виникати у сталевих конструкціях є: (Рис. 4.10).

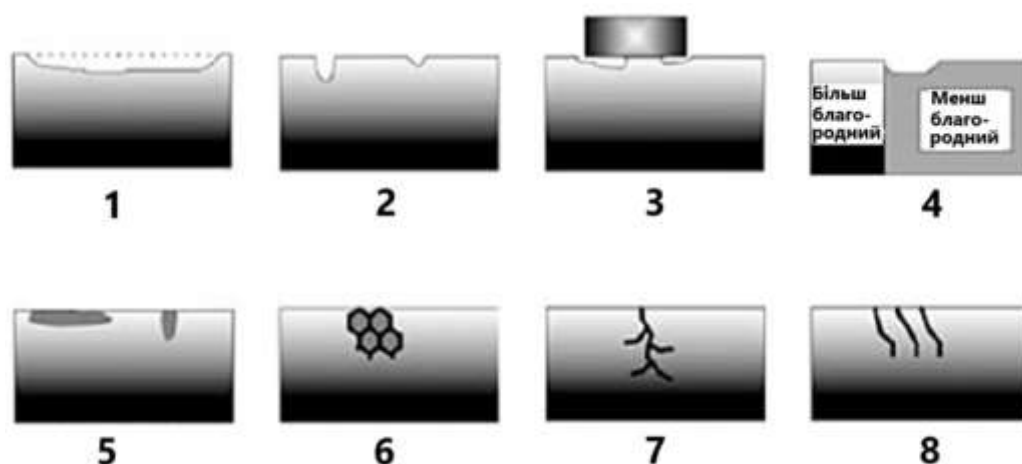


Рис. 4.10. – Головні форми корозійного пошкодження сталевих конструкцій:

1 – корозія рівномірна; 2 – корозія точкова; 3 – корозія щілинна; 4 – корозія гальванічна; 5 – делегування; 6 – корозія міжкристалічна; 7 – корозійне розтріскування під дією навантаження; 8 – корозійна втома.

Рівномірна корозія характеризується системним руйнуванням металевої поверхні, що відбувається внаслідок формування множинних анодних та катодних осередків. Науково-технічна діагностика таких процесів традиційно здійснюється шляхом визначення втраченої товщини та маси металевого матеріалу.

Точкова корозія виникає внаслідок формування мікроділянок з аномальною електрохімічною активністю, що відбувається, коли незначні металеві ділянки стають анодні по відношенню до іншої поверхні з утворенням характерних корозійних ямок. Каталізаторами точкової корозії служать: локальна неоднорідність поверхневої структури, часткова втрата пасивного захисного шару, порушення цілісності захисних покриттів. Точкова корозія відбувається внаслідок автокаталітичних процесів: усередині ямок проходять реакції, які сприяють розділенню анодних та катодних осередків й відбувається міграція аніонних форм

									Арк.
									93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

до ямок для підтримання рівня електронейтральності, внаслідок цього показники місцевого рН падають по причині гідролізу катіонів металів та відсутності катодної реакції. Науковий аналіз демонструє, що встановлені обмеження не лише стримують локальне розповсюдження точкової корозії, але й забезпечують відносну стабільність прилеглих ділянок шляхом підтримання відновлювальних реакцій. Точкова корозія спостерігається як особливо небезпечний деструктивний процес, що призводить до критичної загрози цілісності металевих конструкцій. Визначальною характеристикою цього корозійного явища є стрімкість ураження: за незначної втрати маси матеріалу точкова корозія здатна миттєво проникнути в глибинні шари металевої структури, створюючи приховану загрозу руйнування. Науково обґрунтована стратегія протидії точкової корозії передбачає комплексний підхід, що включає: прецизійний вибір конструкційних матеріалів з урахуванням їх корозійних характеристик; технологічно виважене проєктування конструкцій; впровадження катодного захисту; систематичне технічне обслуговування антикорозійних систем; усунення поверхневих структурних дефектів.

Щілинна корозія - це складний електрохімічний процес, який відбувається внаслідок утворення концентраційної електрохімічної комірки між електролітом у щілинах та поза ними. Механізм корозійного пошкодження характеризується трансформацією внутрішньощілинного матеріалу в анодну зону, водночас як зовнішня поверхня набуває катодних властивостей. Топологія деструктивних процесів демонструє виразну подібність до механізмів точкової корозії. Ключова відмінність щілинної корозії виникає в її локалізації у вузьких просторових зонах, де порушуються стандартні умови електрохімічного обміну. Це створює передумови для інтенсивного руйнування металевої структури. Зонами щілинної корозії є: фланцеві з'єднання, отвори заклепок і болтів, конструктивні з'єднання та випадкові мікротріщини. Визначальними факторами, що впливають на інтенсивність та характер щілинної корозії, є: геометричні параметри (співвідношення щілинного зазору та співвідношення зовнішньої та внутрішньої поверхні); електрохімічні

									Арк.
									94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-Бм. 11393388. ПЗ

характеристики (параметри електроліту і кінетика електрохімічних реакцій); металургійні властивості (хімічний склад сплаву та особливості мікроструктури).

Гальванічна корозія є складним науково-технічним процесом, результатом якого є виникнення електрохімічної взаємодії між металами або сплавами з відмінними електрохімічними потенціалами. Ключова умова реалізації гальванічної корозії - електричне з'єднання металевих компонентів у спільному електролітному середовищі. Рушійним механізмом корозійного процесу служить різниця електрохімічних потенціалів між з'єднаними металами. Внаслідок цього здійснюється чітка диференціація металевих компонентів: більш активний метал трансформується в анодну зону, а більш благородний метал набуває катодних властей. Науковий аналіз демонструє, що внаслідок такої електрохімічної взаємодії відбувається інтенсифікація процесів окиснення анодного матеріалу. Це призводить до прискореної деградації металевої структури. Інтенсивність гальванічної корозії залежить від від комплексу взаємопов'язаних факторів, таких, як: електрохімічний потенціал, параметри навколишнього середовища, топологічні характеристики взаємодіючих компонентів та електрохімічні властивості матеріалів. Механізм електрохімічної корозії характеризує процес селективного окиснення більш реакційно-здатних металевих складників, що призводить до формування деградованої пористої структури. Внаслідок такої трансформації домінуючою стає найменша активна фаза матеріалу, що супроводжується значним зниженням її механічних характеристик та функціональної ефективності. Процеси корозійної деградації металевих сплавів класифікують за переважаючим структурним компонентом. Прикладом служить феномен графітизації, характерний для корозійних трансформацій сірого чавуна. Внаслідок електрохімічної взаємодії між графітом та залізом утворюється унікальна мікроструктура - графітова просторова решітка, інтегрована з дисперсними оксидними включеннями феруму.

Міжкристалічна корозія складний деструктивний процес електрохімічної деградації металевих структур, який характеризується локалізованою

									Арк.
									95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-Бм. 11393388. ПЗ

трансформацією уздовж меж кристалографічних зерен або помилок прилеглих мікрооб'ємів.

Корозійне розтріскування під навантаженням є складним деструктивним механізмом пошкодження металевих конструкцій, який характеризується спільною взаємодією механічних напружень та агресивного корозійного середовища. Цей процес залежить від таких характеристик, як температурний режим, провідний показник середовища, електрохімічний склад електроліту або концентраційні параметри кисню, які здатні радикально модифікувати інтенсивність та характер руйнівних процесів. Кінцевим результатом такої складної її взаємодії є переважно крихке руйнування матеріалу, що супроводжується формуванням специфічних мікротріщин. Поглиблене вивчення позначених процесів дозволяє не тільки діагностувати ризики передчасної деградації матеріалів, але й розробляти інноваційні підходи до підвищення їхньої експлуатаційної стійкості. Електрохімічні характеристики середовища виявляють визначальний вплив на механізми корозійного розтріскування під навантаженням, демонструючи залежність від електричних параметрів системи.

Корозійна втома являє собою складний деструктивний механізм пошкодження матеріалів, що виникає внаслідок спільної взаємодії циклічних механічних навантажень та агресивного корозійного середовища. На цей процес мають вплив механічні параметри (амплітудні характеристики, циклічні напруження, діапазон коливань механічного впливу, особливості формування мікротріщин); металургійні характеристики (хімічний склад матеріалу, мікроструктурні особливості, технологічні режими виробництва, механічні властивості сплаву); екологічні зміни (температурний режим, електрохімічні параметри середовища, концентраційні характеристики електроліту, водневий показник рН). Принципова особливість корозійної втоми відбувається в її деструктивному впливі на довговічність матеріалів. Корозійне середовище суттєво інтенсифікує процеси мікроруйнування, провокуючи прискорення зростання тріщин та зниження циклічної витривалості.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.4. Перелік поширених дефектів будівельних конструкцій викликаних недоліками проєктних рішень, будівництва та порушень правил експлуатації

Проектування будівельних та технічних систем (БтаС) є критично важливою стадією, яка у подальшому впливає на експлуатаційну продуктивність інженерних об'єктів. Детальне опрацювання проєктної документації виступає ключовим фактором забезпечення надійності та функціональної ефективності БтаС. Неналежна якість проєктних рішень здатна генерувати комплекс експлуатаційних проблем, які будуть проявлятися подальшими експлуатаційними ускладненнями. Переважна більшість технічних недоліків, що виникли на етапі будівництва мають витоки саме в процесі робочого проєктування. Впровадження інноваційних технологічних рішень у будівельній галузі визначає необхідність посиленої координації проєктних процесів. Означена координація забезпечує комплексний підхід, що охоплює: технічну взаємоузгодженість проєктних рішень, організаційну оптимізацію процесів планування, міждисциплінарну інтеграцію експертних компетенцій та прогностичне моделювання наявних ризиків. Така проєктна стратегія дозволить мінімізувати виникнення технічних помилок та забезпечити високий рівень надійності та довговічності інженерних систем.

До поширених дефектів при проєктуванні можна віднести:

- недостатню несучу здатність конструкцій і БтаС загалом;
- змінені експлуатаційні якості БтаС (поява прогинів, тріщин, коливань, підвищення показників звуко- і теплопровідності тощо);
- порушення термінів довговічності конструкції;
- експлуатація не раціональних конструкцій.

Основними причинами появи дефектів проєктування є:

- брак інформації, включно з інженерно-геологічними умовами;
- невірний розрахунок передумов дійсної роботи конструкції;
- людський фактор: недостатня кваліфікація проєктувальника.

Дефекти у процесі будівництва зазвичай з'являються внаслідок технологічних прорахунків, людських помилок та використанням матеріалів низької якості.

									Арк.
									97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

Для залізобетонних і бетонних конструкцій головними дефектами у процесі виробництва є порушення нормативів, стандартів, відступ від проєкт, а саме зумовлені:

– відхиленням від номінальних розмірів, передусім у перерізах головних розрахункових зон, перевищенням гранично допустимих норм і невідповідністю номінальним значенням жорсткості, тріщиностійкості, міцності;

– процедурою відпуску натягу арматури попередньо напруженої конструкції, що проводиться при показниках міцності бетону, що є нижчими від нормованих чи встановлених за проєктом;

– класом, маркою та діаметром сталі, яка застосована у конкретному виробі, та не відповідає проєктним вимогам, призначенню та умовам використання;

– величиною натягу напружуваної арматури, яка є нижчою від проєктної, та положенням стрижнів конструктивного елемента, що є відхиленням від проєктних рішень;

– зварними стиками робочої арматури з низькою якістю, холодним перепуском арматурних сіток та арматурних стрижнів, що є меншими за норму;

– відхиленням в положенні закладних елементів та арматурних випусків при показниках, які перевищують нормативні;

– легким та ніздрюватим бетоном, який був використаний у якості теплоізоляції, при показниках щільності, які перевищували проєктну, що зумовило погіршення теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій;

– процесом натягу арматури, що напружена здійснювався у спосіб, що не гарантував потрібної точності (використання невідтарованого манометру чи термофіксатору при електротермічному натягу);

– номінальною товщиною захисного шару, показники якої менші за проєктну;

– порушенням процедури бетонування: невиконанням заходів по догляду за бетоном у літній чи зимовий час, завчасним навантаженням конструкції до досягнення бетоном нормативної міцності, тривалістю перерви між укладкою суміжних шарів бетонної суміші без формування робочого шва, яка перевищила

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проектну та нормативну, відхиленням від проектних відміток опорних поверхонь монолітних конструкцій, що перевищили норматив, мінімальною міцністю бетону у процесі розпалубки незавантажених конструкцій, що є меншими за нормативні, бетонними поверхнями, які мають ділянки з оголеною арматурою, раковини та пори;

– кількістю і товщиною шарів антикорозійного покриття закладних деталей, що є меншими за проектні, здійснення процедури нанесення за температури та вологкості повітря, які мають відхилення віднормативних вимог для непідготовлених поверхонь;

– збільшенням ваги (обсягу) конструкцій, що є вищою нормативних показників.

Армокам'яні та кам'яні конструкції мають більш однорідну структуру матеріалів, аніж залізобетонні або бетонні.

Дефекти під час виробництва металевих конструкцій відбуваються зазвичай по причині відступів від креслень КМ, порушенням параметрів зварних швів та невідповідністю розмірів конструктивних елементів проектним показникам та **зумовлені:**

– матеріалом конструкцій (клас та марка сталі), що є відхиленням від проекту;

– геометричними параметрами елементів конструкції (формою, прямолінійністю, залишковою деформацією), поділом конструкції, що є відхиленням від проектних показників;

– геометричними показниками отворів (відхиленнями в діаметрах, косини в глибині зенковок, зменшенням відстаней від краю елементів та отворами), що є відхиленням від проекту;

– показниками в'язкості і пластичності металу шва та навколошовної зони у процесах зварювання низьколегованої і вуглецевої сталі, що є відхиленням від нормативних показників;

– неякісним зварним швам: нерівномірністю перерізів швів, кратерами, пропалами, різкими переходами металу швів до основного металу, неповномірністю швів, напливами, підрізами основного металу, тріщинами, непроварами, шлаковими включеннями;

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- контрольними затягуваннями високоміцних болтів, під час яких показники контрольованого зусилля становили менше проєктних, а показники об'ємів контрольних затягувань у з'єднаннях є меншими від необхідних;
- відсутністю щільної стяжки у пакетах з деталями, що зібрані під болтові, клепені та зварні з'єднання;
- відсутністю загального контрольного складання великогабаритних конструкцій;
- проведенням антикорозійного покриття із порушенням технології: по погано очищених поверхнях та недостатньою кількістю шарів покриттів, що є порушенням нормативних вимог;
- зміщенням від проєктного положення елементів або усієї конструкції;
- відхиленням розмірів поміж осями головних конструктивних елементів;
- відсутністю елемента конструкції (гілка зв'язку, розкос ферми тощо);
- загальним чи місцевим викривленням;
- вм'ятинами, що з'являються при невірному стропуванні чи тимчасовому розкріпленні, неправильному положенні при транспортуванні або зберіганні, порушеннями технології при зварюванні при монтажних роботах, ударах, перевантаженнях, прикладаннях навантажень до місць, які не обумовлені проєктом;
- вирізами по краях чи отворами в елементах, ще не передбачалися проєктом, навмисними вирізами, з метою проведення комунікацій або ж ті, які з'явилися унаслідок пропалів металу під час будівництва;
- вибоїнами елементах, розривами чи зламами, стираннями елементів тощо унаслідок механічних впливів у процесі будівництва;
- тріщинами усіх видів, розмірів та напрямків на зварних швах або навколошовних зонах;
- зниженням відміток анкерних болтів та нарощуванням їх зварюванням із нерівноміцним стиком;
- зазорами між опорним ребром балок та ферм і опорною поверхнею консолей, кошичів чи столиків;

					<i>601-Бм. 11393388. ПЗ</i>	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- наднормативним зміщенням опорних ребер підкранових балок від осі колон уздовж прольотів балок;
- спиранням підкранових балок на колони нижнім поясом замість опорних ребер згідно проєкту;
- понаднормованим зміщенням ферм від осей на оголовках колон із площини рами;
- позавузловим передаванням навантажень до елементів верхнього пояса кроквяних ферм;
- зсувами анкерних планок та болтів від запроєктнованого положення більше від нормативної величини;
- непроєктним кріпленням гальмівних ферм і настилу до підкранових балок і колон.

Експлуатаційна надійність будівельних та технічних систем (БтаС) значною мірою залежить від дотримання встановлених нормативних регламентів та технічних вимог. Порушення правил експлуатації призводить до передчасної деградації інженерних конструкцій, таких, як: *конструктивні перенавантаження* (несанкціоноване встановлення додаткового обладнання поза проєктними параметрами, заміна штатного обладнання на альтернативне з підвищеними динамічними характеристиками, неконтрольована модифікація несучих елементів шляхом пробивання різного роду технологічних отворів та *системні порушення експлуатаційного режиму* (нехтування плановими регламентними роботами, несвоєчасне проведення ремонтних та відновних заходів, відсутність належного технічного моніторингу стану конструкцій).

За різними класифікаціями та чинниками появи дефектів визначено, що упродовж життєвого циклу будівлі з'являються різні дефекти, різні за чісельності, а тому кожен дефект інформативно потрібно аналізувати як сукупність даних (Рис.4.11.).

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

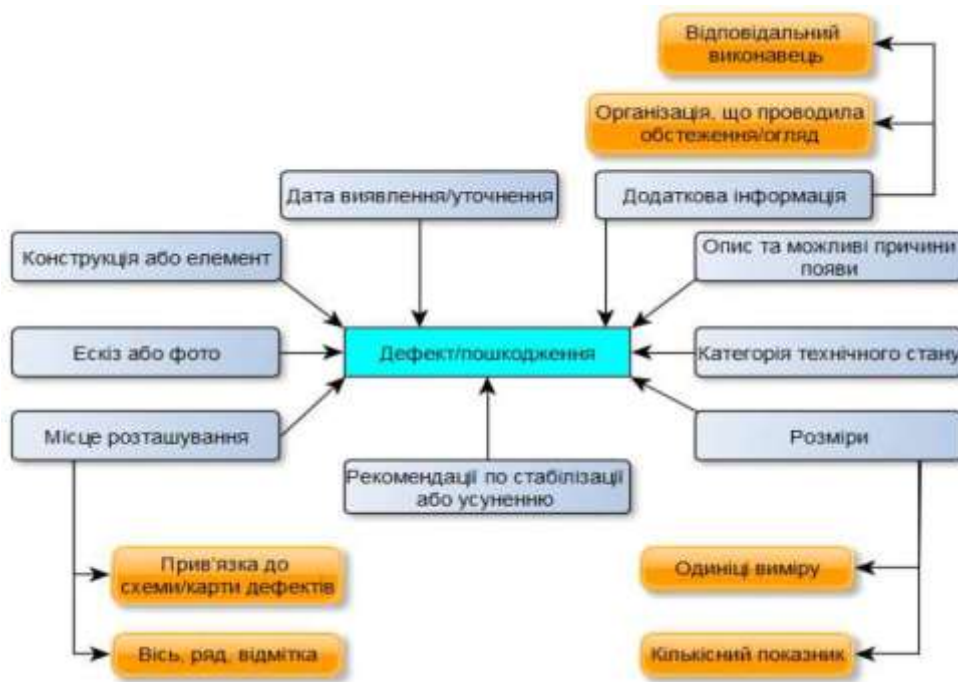


Рис.4.11. – Перелік даних по дефектам чи пошкодженням

Діагностична оцінка технічного стану інженерних конструкцій це багатоступеневий процес комплексного обстеження, який включає послідовну реалізацію низки взаємопов'язаних методологічних підходів. Полюві дослідження передбачають два напрямки діагностики: *візуальне обстеження* та *інструментальна діагностика*. Науково обґрунтований підхід до технічної діагностики передбачає комплексне поєднання різних методологічних стратегій, що дозволяє сформуванню максимально об'єктивну картину технічного стану досліджуваних конструкцій.

До *візуальної* діагностики належать такі види робіт: первинний огляд конструктивних елементів, ідентифікація зовнішніх ознак деградації, фіксація виявлених дефектів та пошкоджень. За результатами цих обстежень складаються деталізовані відомості і картографічні схеми пошкоджень і дефектів.

Інструментальна діагностика проводиться *неруйнівними* або *руйнівними* методами технічної верифікації.

Руйнівні методи діагностики забезпечують найвищий рівень достовірності при оцінці параметрів міцності, що має визначальне значення для оцінки

експлуатаційної ефективності інженерних об'єктів. Але, незважаючи на високу інформативність, руйнівні методи мають суттєвий недолік – безпосереднє фізичне втручання в структури конструктивних елементів. Даною ознакою визначається оптимальність проведення неруйнівних діагностик, які забезпечують збереження цілості досліджуваного об'єкта.

Неруйнівні методи дослідження передбачають мінімізацію фізичного впливу на конструкцію, збереження експлуатаційної спроможності, але мають обмежену інформативність, проте руйнівні методи хоча і мають деструктивний вплив на досліджувану структуру дають максимальну діагностичну точність, що дозволяє провести масштабну оцінку фізико-механічних характеристик конструкцій. Науково обґрунтований підхід передбачає сумісне використання обох методологічних стратегій. При проведенні руйнівних досліджень відбір зразків проводиться з найменших навантажених ділянок конструкції, що мінімізує ризики порушення її загальної функціональної ефективності. Проба з металевих конструкцій вирізається з урахуванням потрібного об'єму виготовленого із неї зразка з виключенням металевої зони зі зміненою структурою під час нагріву. Далі проводиться посилення місця відбору шляхом наварювання додаткових конструктивних елементів. При вилученні проби у залізобетонних конструкціях використовуються алмазні коронки і спеціалізовані дискові різальні інструменти-диски. Після одержання зразку, з метою забезпечити подальшу експлуатаційну продуктивність конструкції проводиться реставрація місця вилучення проби: заповнення утворених пор бетонними сумішами, використання спеціалізованих ремонтних композицій, відновлення структурної цілості конструктивного елемента.

Класифікація неруйнівних методів визначена на основі трьох головних діагностичних напрямків:

–механічний метод випробування: проводиться аналіз локальних деструктивних процесів, досліджуються переміщення при введенні навантажувального інструменту, вивчаються резонансні стани конструктивних елементів;

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

–акустичний метод випробування: визначаються параметри пружних коливань, застосовується ультразвукова діагностика, проводиться реєстрація акустоемісійних ефектів;

–метод проникнення середовищ: проводиться індикація рідинних та газових включень, реєстрація міграційних процесів у структурі матеріалу, моніторинг внутрішніх мікроструктурних перетворень

Технічна діагностика будівельних та технічних систем (БтаС) передбачає комплексний моніторинг їх фізико-механічних характеристик, особливо на оцінці міцнісних параметрів конструктивних елементів (бетонні системи, залізобетонні конструкції, кам'яні структурні елементи). Технічний моніторинг виникає при необхідності відстеження кренів конструктивних елементів, тому, що процеси крену можуть статися без кінцевої видимої прояву дефектів та пошкоджень.

Науково обґрунтований підхід до технічного моніторингу БтаС передбачає систематичну діагностику міцнісних параметрів, комплексну оцінку деформаційних процесів, виявлення структурних змін. Такий методологічний підхід забезпечує можливість завчасної ідентифікації критичних пошкоджень та можливість розробки стратегій збереження експлуатаційної ефективності інженерних конструкцій.

4.3. Основні методи підсилення конструкцій та конструктивних елементів цивільних будівель

Згідно ДСТУ [8] класифікується чотири категорії технічного стану будівельних конструкцій за якими характеризується загальний стан будівель:

– *перша категорія* технічного стану встановлена для тих конструкцій, які не мають дефектів та пошкоджень, що можуть негативно впливати на показники довговічності і несучої здатності будівлі, або перешкождали б нормальній експлуатації, а показники фактичних зусиль не перевищують допустимих розрахункових;

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– друга категорія технічного стану визначена для конструкцій, які мають пошкодження чи дефекти, що ведуть до зниження показників довговічності конструкцій або відбувається часткове порушення вимог 2-ї групи граничних станів, при чому при експлуатації відсутній вплив по використанню будівлі за призначенням;

– третя категорія технічного стану встановлена для тих конструкцій, які мають пошкодження чи дефекти або пошкодження, що знижують показники несучої здатності чи захисні функції, та згідно моніторингу пошкоджень і дефектів та досліджень пошкоджень із перевірними розрахунками встановлена можливість забезпечити їх цілісність до початку проведення робіт з підсилення, ремонту чи заміни. До закінчення етапу підсилення, ремонту або заміни конструкцій, будівля використовується в обмеженому режимі експлуатації, при цьому здійснюється контроль стану конструкцій, впливів та навантажень;

– четверта категорія технічного стану визначена для конструкцій, в яких порушуються вимоги 1-ї групи граничних станів, втрачені можливості захисних функцій або відсутня можливість гарантування цілісності конструкцій до початку проведення компенсуючих заходів. Перед проведенням робіт із заміни, підсилення або ремонту конструкцій чи взагалі ліквідації об'єкту, потрібно евакуювати людей із зони з можливим обваленням чи унеможливити таке обвалення.

На теперішній час в Україні наявні методичні, науково-технічні та нормативні джерела не мають єдиних визначених та чітких розмежувань стосовно понять «реконструкція», «ремонт», «відновлення», «модернізація». В зарубіжній технічній літературі зустрічаються різні тлумачення терміну «реконструкція». У той же час, до прикладу, у Німеччині, поняття реконструкції не застосовується, він змінений на терміни «модернізація», «відновлення» та «підтримка».

Для того, аби визначитися у цьому питанні та прийняти єдине формулювання в Україні, необхідний аналіз досвіду розмежування і визначення основних понять, що прийняті у Швейцарії та Німеччині. В Німеччині використовуються основні

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

визначення, що пов'язані з оновленням експлуатаційних властивостей будівель, вони класифікуються таким чином:

1. *Збереження* – заходи по збереженню потрібного стану будівлі та конструкцій, із яких вони зводилися.
2. *Інспекція* – заходи щодо визначення та оцінювання діючого технічного стану конструкцій та технічних засобів будівель та споруд (Рис.4.12.).
3. *Відтворення* – заходи щодо відтворення та відновлення потрібного стану конструкцій і технічних засобів будівель і споруд.

Заходи щодо визначення та оцінці діючого технічного стану конструкцій будівель та споруд на Рис.4.12.

Нагляд-визначення стану, а також його оцінка з відображенням можливих наслідків в плані його збереження	Підтримка-збереження і відновлення без суттєвої зміни виду експлуатації і (або) призначення	Оновлення-суттєві зміни з можливими змінами експлуатації і (або) призначення
Нагляд-перевірка функціонування за рахунок простого і регулярного аудиту	Збереження-підтримка функціональної справності за рахунок простих і постійних заходів	Перебудова-зміни викликані вимогами часу і майбутньої експлуатації без зміни структури
Контрольні вимірювання-перевірка вимірюваних контролюючих величин	Ремонт-відновлення функціональних і експлуатаційних якостей з надійністю і довговічністю	Реконструкція-відновлення раніше існуючого стану
Інспекція-визначення стану за рахунок обстеження з застереженням можливих наслідків	Реставрація-відтворення первинного стану при збереженні діючої субстанції	Розширення-збільшення ширини з включенням нових частин

Рис.4.12. – Заходи по визначенню і оцінці діючого технічного стану конструкцій будівель та споруд

Усунення виявлених пошкоджень на залізобетонних та бетонних поверхнях, що використовуються на "відкритому повітрі" за технологією застосування ремонтно-будівельних заходів класифікуються за етапами проведення робіт:

- роботи по оббетонуванню конструкцій;
- проведення торкретування конструкцій;
- заходи по місцевому нанесенню захисних матеріалів;
- роботи по покриттю поверхонь захисним шаром.

Підсилення конструкцій із залізобетону

									Арк.
									106
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

Конструктивні системи будівельних об'єктів формуються переважно бетонними, залізобетонними та кам'яними елементами, які забезпечують загальну архітектурно-інженерну стабільність споруд. Упродовж експлуатації характеристики конструкцій будівель погіршуються, відбувається їх *фізичний* (поступова втрата механічної міцності, деструктивні пошкодження, накопичення деформацій) та *моральний знос* (невідповідність сучасним технологічним вимогам, зниження функціональної ефективності, потреба в модернізації), ступінь яких визначає їх необхідність у підсиленні. Необхідність підсилення бетонних та залізобетонних конструкцій виникає по двом причинам:

– збільшення експлуатаційних навантажень на них по причині заміни або підсиленню вище розташованих конструкцій (прибудови, надбудови) чи у разі заміни технологічного обладнання (станки, ліфти, ескалатори, ліфти, станки, крани тощо) таким, маса яких є більшою, аніж до реконструкції;

– відбулася втрата несучої спроможності по причинах динамічних навантажень, присутності внутрішнього або зовнішнього агресивного середовища чи атмосферного осередку, корозійних процесів, аврійних пошкоджень системи відведення та водопостачання, а також інші порушення.

Методологія підсилення конструктивних систем включає комплексну експертну діагностику, ідентифікацію причин пошкоджень та розробку способів превентивних стратегій.

На *Рис.4.13.–4.20.* представлені візуальні схеми, якими визначається технологічний процес підсилення.

Оскільки найбільш поширеними для цивільних будівель є залізобетонні і металеві консольні елементи, розглядаються методи підсилення та відновлення залізобетонних конструкцій.

Відновлення – процес по забезпеченню поліпшення технічного стану конструкцій, інженерних споруд та будівлі в цілому від обмеженої експлуатаційної здатності до проєктних параметрів, що забезпечує максимальну надійність та функціональну ефективність інженерних об'єктів. Роботи по відновленню

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проводяться згідно із експертними рекомендаціями з урахуванням комплексу технічних, економічних та експлуатаційних критеріїв, які надаються після обстеження будівлі.

Підсилення конструктивних елементів інженерних об'єктів представляє собою комплексну методологію відновлення та оптимізації їх функціональної ефективності, що забезпечує цілеспрямовану трансформацію технічних характеристик, направлених на покращення несучої здатності, відновлення проєктних експлуатаційних параметрів, адаптація до фактично діючих навантажень. Потреба по підсиленню будівельних конструкцій виникає по причині необхідності зміни функціонального призначення конструкції, модернізації інженерних споруд та реконструкції будівельних об'єктів.

Реконструкція – комплексний інженерно-технічний процес, що забезпечує системну трансформацію існуючих будівельних об'єктів з метою оптимізації їх функціональних характеристик (зміна навантажень, модернізація внутрішньої просторової організації приміщень, адаптація інженерних комунікацій до сучасних технологічних стандартів, розширення або трансформація загальної площі споруди та будівельного об'єму). Реконструкція спрямована на кардинальне оновлення експлуатаційних параметрів будівель та інженерних споруд, що дозволяє не лише продовжити термін їх служби, але й підвищити функціональну ефективність та відповідність сучасним технологічним і економічним вимогам.

У процесі вибору методів підсилення будівельних конструкцій аналізується залишкова несуча здатність послабленої конструкції та приймається технічне рішення по:

- застосуванню системи підсилення як основну конструкцію;
- використанню існуючої конструкції як основної, підсиливши її.

Перший варіант підсилення характеризується високою трудомісткістю та вартістю проведення робіт, який не завжди можна реалізувати з огляду на архітектурно-планувальні, конструктивні рішення будівлі або технологічно

					<i>601-Бм. 11393388. ПЗ</i>	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(влаштування шпренгельних систем, підведення нових конструкцій під існуючі тощо).

При другому варіанті по підсиленню проводять роботи по збільшенню несучої здатності конструкції без зміни, або зі зміною розрахункової схеми. У випадку зміни розрахункової схеми існуючим елементом з конструкцією підсилення утворюється принципово нова конструктивна система – влаштовуються додаткові стійки, підкоси, розпірки, зтяжки, додаткові в'язі, портали, діафрагми тощо. Якщо розрахункова схема залишається незмінною, підсилення конструктивних елементів не призводить до якісних змін напружено-деформованих станів конструкцій, тоді проводяться роботи по влаштуванню залізобетонних або металевих обойм, розчинних та залізобетонних сорочок, нарощуються перерізи елементів і підсилюють їх з'єднання тощо. При руйнації конструкцій у двох та більше зонах (перерізах), а також у разі неможливості досягти оптимального рівня підвищення несучої здатності підсиленням лише однієї зони (перерізу), застосовують метод комбінованого підсилення таких конструкцій у різний спосіб.

При підсиленні будівельних конструкцій з метою підвищити їх несучу здатність, жорсткість та тріщиностійкість, яка проводиться під навантаженням, тоді для них найбільш ефективним є влаштування попереднього напруження. Перед початком проведення робіт із підсилення конструкції потрібно розкріпити, забезпечивши їх цілісність (особливо крихкі). Потрібне максимальне розвантаження конструкцій, які підсилюються. Конструкції, які мають значні ушкодження при відновленні будівлі замінюють на нові.

Заміну залізобетонних конструкцій здійснюють:

– через демонтаж конструкцій з заміною на нові;
– зведенням нових із нетривалим використанням як опалубка та демонтажем у подальшому замінюваних конструкцій;

– зведенням нових конструкцій без демонтажу існуючих із проведенням заходів, які запобігають процесу руйнування.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираючи спосіб підсилення будівельних конструкцій у визначених умовах експлуатації потрібно враховувати *ключові критерії* оцінки ефективності того чи іншого методу, а саме: рівень викликаного навантаження на конструкцію, поточний технічний стан підсилювальної конструкції, можливість досягнення оптимального рівня несучої здатності, потенційні ризики агресивного середовища, показники пожежо- та вибухонебезпеки, дотримання санітарно-гігієнічних норм, естетичність технічних рішень, довгостроковий потенціал підвищення експлуатаційної надійності конструкцій, а також *експлуатаційні характеристики*, а саме: технологічність реалізації обраного методу, економічна доцільність впровадження, мінімізація втручання в поточні виробничі процеси, скорочення термінів проведення робіт з підсилення, можливість зменшення просторових габаритів приміщення [32]

Отже, при відновленні несучої здатності конструкцій виконуються наступні роботи:

- роботи по відновленню робочої площі перерізу (усунення пошкоджень та дефектів, замазка раковин та тріщин тощо);
- відновлювання кріплень, анкерів, петель, закладних деталей тощо;
- проведення дій, що забезпечують захист від вологкого та агресивного середовища;
- проведення робіт по підвищенню міцності матеріалів фундаменту;
- інші заходи.

Методи збільшення несучої здатності конструкцій:

- роботи проводяться без зміни розрахункової схеми та напружено-деформованого стану (підсилення вузлів, нарощення, сорочки, обойми та інші заходи);
- роботи відбуваються зі зміною розрахункової схеми (металеві кронштейни та підкоси, тяжі, металеві та залізобетонні пояси, долучання до спільної роботи окремих конструкцій, додаткові опори та спеціальні рішення);

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– проведення робіт зі зміною напружено-деформованого стану (попередньо напружені хомути і затяжки, попередньо напружені розпірки, додаткова шпренгельна або горизонтальна попередньо напружена арматура, спецрішення).

Розвантаження конструкцій проводиться:

- частково (з передачею навантаження на інші конструкції);
- повністю (із заміною конструкцій).

Більш економічними і технологічними способами підсилення збірних залізобетонних багатопустотних плит є: підсилення багатопустотних плит через підведення двоконсольних розвантажувальних балок; шляхом монтажу шпренгельних затяжок; шляхом монтажу додаткової арматури на полімер-розчині; через нарощення зверху, забезпечуючи зчеплення поверхонь; шляхом нарощення зверху у разі недостатнього зчеплення поверхонь; шляхом підведення металевих розвантажувальних балок знизу; через підведення металевих розвантажувальних балок зверху; конструктивне вирішення щодо збільшення ділянки обпирання несучих конструкцій на кам'яну кладку стін (Рис.4.13-4.20).

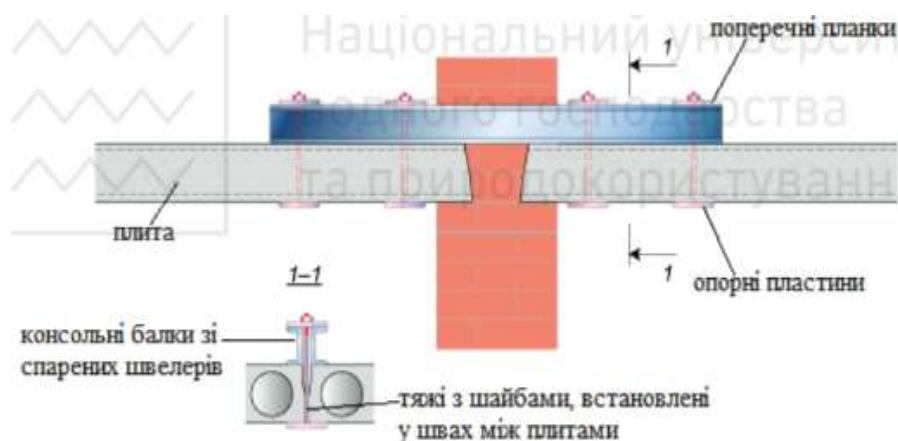


Рис. 4.13. – Процес підсилення багатопустотної плити через підведення двоконсольної розвантажувальної балки

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

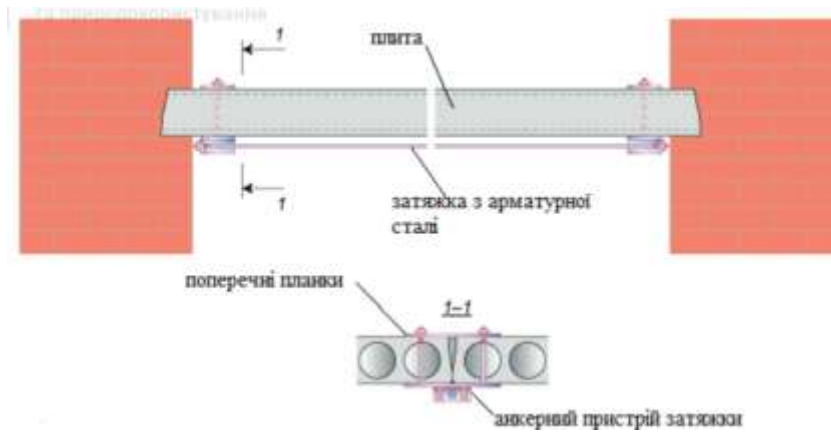


Рис. 4.14. – Метод підсилення багатопустотної плити способом встановлення шпрингельної зтяжки



Рис. 4.15. – Процес підсилення багатопустотної плит шляхом монтажу додаткової арматури на полімер-розчині

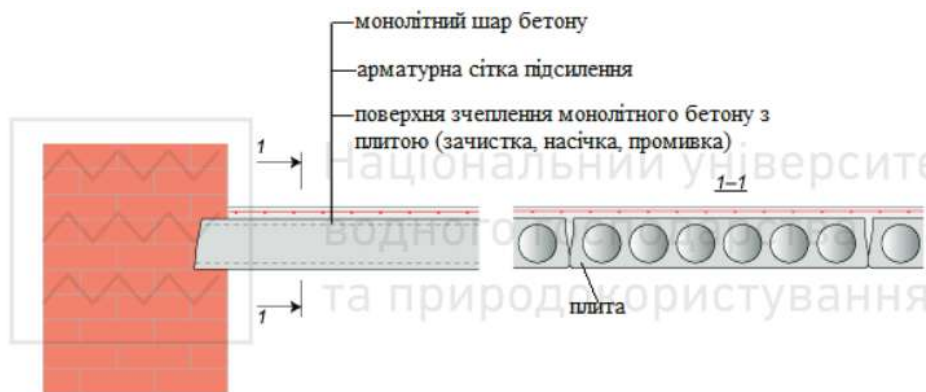


Рис. 4.16. – Метод підсилення багатопустотної плити шляхом нарощення зверху, забезпечуючи зчеплення поверхонь

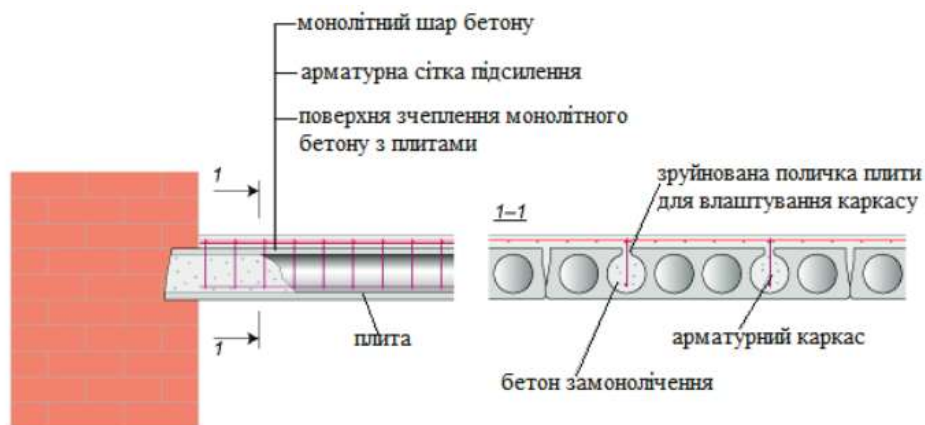


Рис. 4.17. –Підсилення багатопустотних плит через нарощення зверху за умови недостатнього зчеплення поверхонь

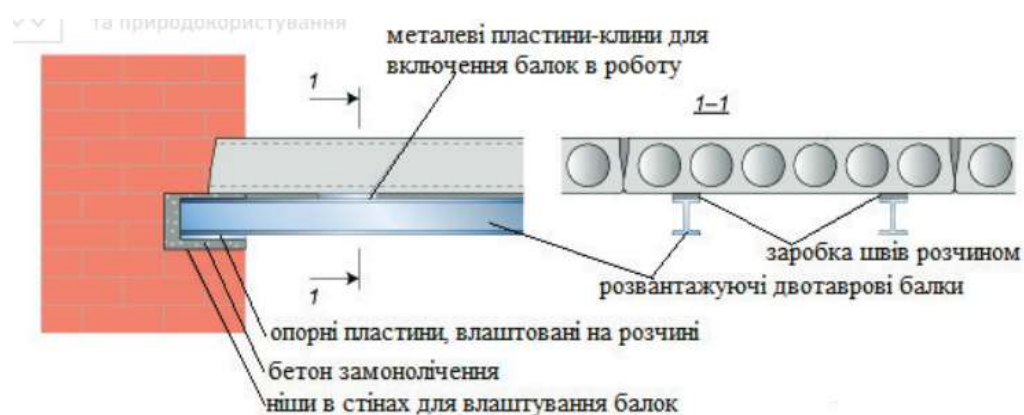


Рис. 4.18. –Підсилення багатопустотних плит шляхом підведення металевих розвантажувальних балок знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-Бм. 11393388. ПЗ

Арк.

113

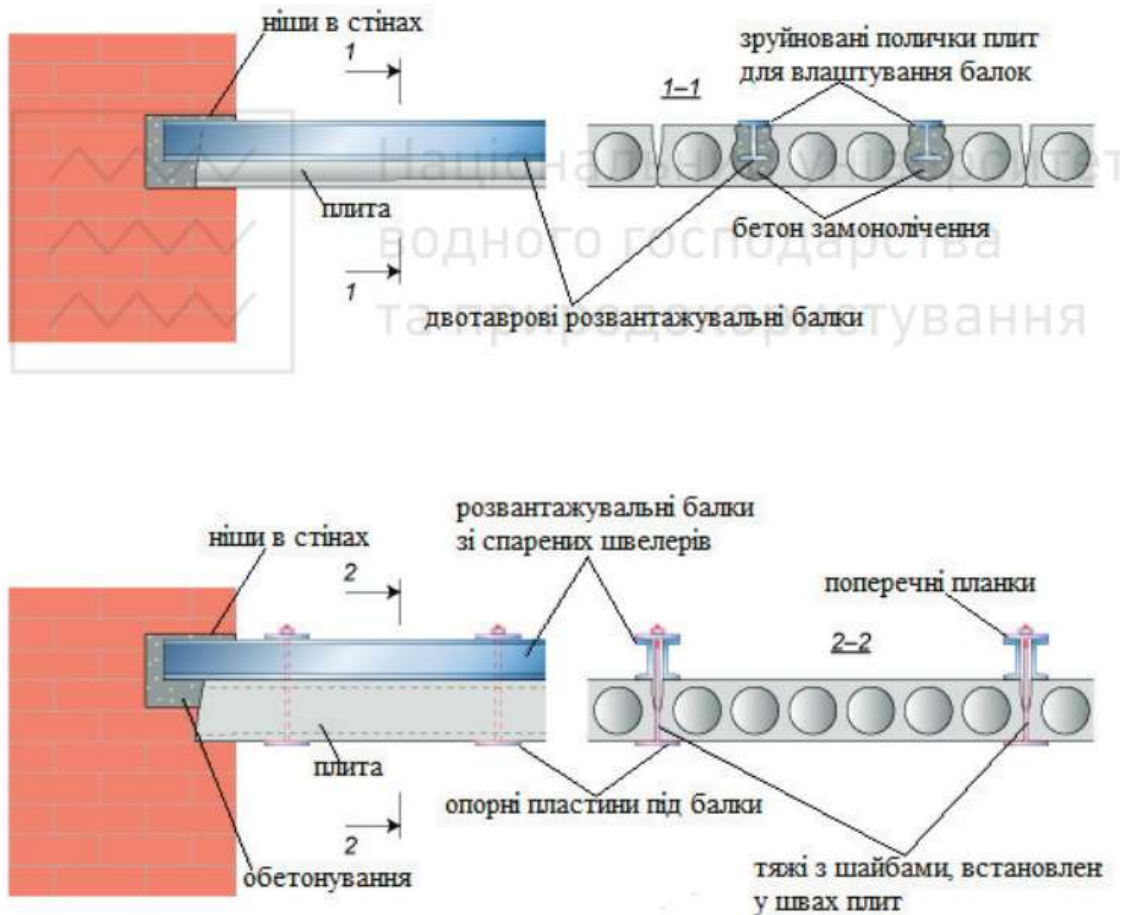


Рис. 4.19. – Метод підсилення багатопустотної плити шляхом підведення металевої розвантажувальної балки зверху

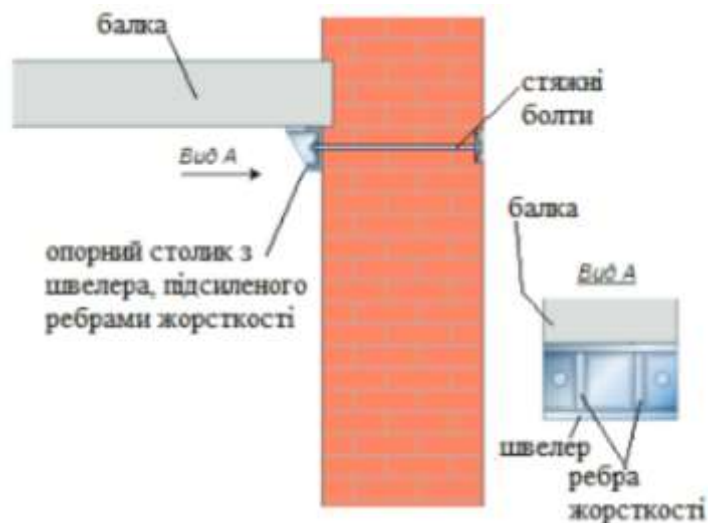


Рис. 4.20. – Конструктивне рішення для збільшення ділянки опирання несучих конструкцій на кам'яну кладку стін

Комплексний підхід до вибору методу підсилення забезпечує максимальну ефективність технічного вдосконалення будівельних конструкцій.

4.3.1. Способи укладання і причини руйнування балконних плит

У практиці реконструкції та капітального ремонту будівельних об'єктів особливої уваги потребує проблема надійного відновлення залізобетонних виробів (ЗБВ), зокрема балконних плит. Небезпека втрати міцності балконної плити та її ймовірне обвалення, насамперед, залежить від способу кріплення плити до будинку, який визначається серією будівлі і стінового матеріалу.

Існують наступні методи її монтажу:

– *консольний* — залізобетонний виріб входить частково у товщу стіни і несе усе навантаження;

– *приставний* — у такий спосіб підстава балкона знаходиться на несучих балках або підкосити;

– *стовпчастий* — при такому методі плита частково спирається на «пілони» — колони чи стовпи.

Стовпчастий метод кріплення по характеру надійності прирівнюється до підстави лоджії, що навіть буває частиною міжповерхового перекриття. Пілони несуть більше навантаження та прикривають підставу від атмосферних опадів, тому процес руйнації бетону проходить повільніше, але це вказує на його невразливість.

Приставні балконні плити можна побачити в конструкціях старих будівель — «сталінських» спорудах, наприклад. Несучі елементи — балки або підкоси прикріплені до стіни або частково втоплені в неї. Під основу для підлоги використаний не лише бетон, але і дерево. Така конструкція не є надійною: у разі відсутності гідроізоляції всі її частини потерпають від корозійних процесів, які передаються по балках у стіни. Процес руйнації в таких випадках проходить дуже швидко.

Консольне кріплення, яке також зустрічається у старих будівлях-«хрущовках» у теперішній час використовується найчастіше, тому, що характеризується найменшою витратою будівельних матеріалів, а саме: не потребує пілонів або балок,

									Арк.
									115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

а показники надійності цілком достатні. Проте більше навантаження приходить на той край, який частково входить у стіну, тому конструкція виглядає ненадійною.

Підстава балкона стає непридатною у наступних випадках:

- неякісного з'єднання арматури та заставних деталей;
- використання бетону низької якості, відсутність гідроізоляції;
- промерзання, відтаювання та зволоження, яке періодично змінюється;
- перевантаження плити та зосередження навантаження в одній точці. Нахилу плити помилково сприймають за початок обвалення. Насправді, такі ЗБВ виготовляються за формою неправильної трапеції для стікання води.

Зазвичай на залізобетон мають вплив усі або більша частина чинників. Процес руйнування інколи не вдається помітити завчасно, бо підлога вкрита дошками чи лінолеумом.

Методики, матеріали та етапи ремонту балконної плити залежать від ступеня руйнації об'єкта, для цього необхідно проаналізувати стан тіла бетону, насамперед, наявність тріщин.

До *профілактичних заходів* належить створення гідрофобного захисного покриття, застосовуючи для цього плівкову чи обмазувальну гідроізоляцію. Поверхня зачищається від погано тримаючихся часток та пилу та обробляється зміцнюючим складом: звичайною ґрунтовкою, «бетоноконтактом», рідким склом тощо. У подальшому проводиться укладка гідроізоляційної мембрани або ж ПВХ-плівки, обробляється обмазувальною сумішшю у два—три шари. Виступаючу арматуру, металеві частини—закладні деталі зачищають від іржі та обробляю, до прикладу, суриком.

«Середній» ремонт виконується влаштуванням гідроізоляції та відновленням частково зруйнованої поверхні залізобетонної плити. Поверхня очищується від ослаблених часток та ґрунтується цементно-піщаним розчином, який не несе серйозного навантаження, але може зупинити процеси корозії та руйнування. Тому до розчину додають гідрофобні суміші, до прикладу, рідке скло. При проведенні середнього ремонту опалубка не потрібна, але при сильній руйнації торців, опалубка

									Арк.
									116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-Бм. 11393388. ПЗ

виготовляється із дощок або із інших вологостійких листових матеріалів і скріплюється дюбелями або підпорами.

За наявності відкритої арматури потрібно зміцнити бетонну плиту, тому, що процеси корозії зайшли вглиб плити. Але, якщо видніються лишень тонкі проміжні прутки, що не несуть практично великого навантаження і можуть не з'єднуватися із несучими прутами, то така арматура зачищається від іржі, обробляється спеціальними засобами (WD 40 або «гальмівна» рідина), знежирюється уай-спиртом чи спиритом та покривається стійким покриттям (лаком, емаллю, суриком, тощо).

Потребує *капітального ремонту* балконна плита, яка провисає на 5—10° або має руйнування з показником від 5 до 10%.

Процес *капітального ремонту* складається з:

- проведення робіт по зачищенню бетону та видаленню зруйнованих осередків;
- зачищення арматури, видалення іржі, приварювання нових прутів;
- проведення робіт по обробці усіх металевих елементів антикорозійними засобами;

- виконання робіт по обробці балконної плити рідким склом чи «бетоноконтактом»;

- облаштування довготривалої несучої опалубки;

- заливка бетоном з відповідною маркою міцності—М300 (вітамін В10) та показником морозостійкості (F35);

- очікування 28–30 днів, проведення демонтажу опалубки;

- проведення кваліфікованого огляду та діагностики;

- проведення робіт по гідроізоляції.

Посилення балконної плити

Сучасні інженерно-технічні рішення для відновлення залізобетонних конструкцій, зокрема балконних плит є дуже актуальними. На практиці реконструкції та капітального ремонту традиційні методи нарощування бетону мають суттєвий недолік: низьке зчеплення між новим і старим шаром конструкції.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інноваційним підходом до вирішення цієї технічної проблеми є метод ін'єктування, який принципово змінює стратегію відновлення конструктивних елементів. Суть технології полягає у введенні спеціальної полімерної композиції (надміцних смол) у тіло конструкції за допомогою професійного ін'єкційного обладнання.

Механізм технологічного впливу складається із глибокого проникнення смоли до капілярної структури бетону, заповнення наявних мікротріщин та структурних пошкоджень, відбувається кристалізація полімерних сполук у внутрішніх мікроканалах та відновлення зруйнованих міжструктурних зв'язків. Результатом професійної ін'єктивної є комплексне зміцнення залізобетонної конструкції: припинення подальшої деградації матеріалу, суттєве підвищення гідрофобності та відновлення несучої здатності балконної плити.

Перевагами запропонованої технології є: мінімальне втручання в існуючу конструкцію, висока точність впливу, економічна ефективність через повну заміну елементів та тривала експлуатаційна надійність.

Але на практиці реконструкції будівельних конструкцій поширеним методом підсилення балконних плит є технологія обварювання сталевим куточком з формуванням жорсткого каркаса «укіс». Технологічні особливості методу передбачають: монтаж сталевих елементів по периметру балкона, закріплення каркаса до несучих стін будівлі, використання різних способів фіксації: пряме приварювання до арматури або альтернативне кріплення за допомогою анкерів та шпильок.

Принципова схема реалізації включає два основних варіанти кріплення:

- класичний - безсереднє приварювання до відкритої арматури стінової панелі;
- адаптивний - використання анкерних та допоміжних кріпильних елементів.

Важливо відзначити суттєвий архітектурно-планувальний недолік методу: значне обмеження світлового простору балкона, що унеможлиблює або мінімізує облаштування бічних вікон. Метод є ефективним з точки зору посилення несучої здатності конструкції, проте вимагає від інженерного підходу та врахування архітектурних особливостей будівлі.

									Арк.
									118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-Бм. 11393388. ПЗ

У контексті капітального ремонту балконних систем *парапет* є критичним елементом конструктивної надійності, від цілісності якого забезпечується життєва безпека експлуатації.

Методологія відновлення парапету залежить від базового матеріалу та технічного стану конструкції. Для цегляних або блокових парапетів передбачено два принципові підходи:

– *повний демонтаж* (проводиться видалення існуючої конструкції, аналізується стан ЗБВ та радикально зменшується навантаження на несучі елементи, застосовуються альтернативні конструктивні рішення);

– *технологія заміщення* (до прикладу, використовується квадратна профільна труба як несучий каркас чи застосовуються газобетонні блоки, що укладаються до сталевого, привареного до арматури куточку або виконується армування анкерами. За таким методом виконується кріплення і профільної труби). Обраний метод забезпечує не лише відновлення конструктивної цілісності, але й оптимізацію експлуатаційних характеристик балконної системи.

Для парапетів, первісно виконаних з труб або прутів, передбачена комплексна технологія реконструкції, що включає низку наступних професійних операцій. Він також демонтується для підготовки установчих монтажних основ, надалі проводиться підготовка арматурного каркаса балконної плити. Для цього проводяться роботи по оголенню та ретельному очищенню базової арматури, усуненню корозійних пошкоджень цементним розчином, оброблення протикорозійним захистом металевих елементів, проводиться приварювання нових парапетних елементів та кріплення парапету до бічних огорожувальних конструкцій.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аварійний ремонт балконної плити

До першого етапу робіт відноситься попередня діагностика стану конструкції для достовірної інформації, надалі проводиться розробка детального проєктного рішення, адже при демонтажу балконної плити відбувається часткове руйнування зовнішньої стіни. Проєктне рішення має містити розрахунок допустимого навантаження на нове перекриття. Кожен кілограм додаткової ваги розглядається як показовий ризик для несучої здатності конструкції, що вимагає особливо виваженого підходу до вибору матеріалів. З метою мінімізувати питому вагу конструктивних елементів необхідно важкі матеріали замінювати легшими аналогами, використовувати альтернативні оздоблювальні матеріали – плитка замінюється на ламінат чи лінолеум, скло на полімерні матеріали, гіпсоволокно на гіпсокартон, мінеральна вата на пінопласт.

Особливості кріплення балконних плит

У будівництві застосовують різні методи кріплення плити балкона:

- затискання чи защемлення в конструкціях зовнішніх стін будівлі;
- використання консольних плит перекриття;
- спирання на консолі колон чи консолі внутрішніх стін (каркасні будівлі);
- підвіска балконних плит до перекриттів чи до внутрішніх несучих поперечних стін;
- спирання на приставні сталеві, залізобетонні чи дерев'яні конструкції.

У цегляних будівлях зміцнення плити балкона здійснюється методом защемлення, а саме: формування спеціальної ніші у зовнішніх стінах шляхом замурування залізобетонних накладних та підкладних елементів. Край плити, що примикає до зовнішньої стіни обов'язково потовщують. При проведенні таких робіт защемлення балконних плит у стіну виходить достатньо великим. Плити обов'язково приварюються до залізобетонних елементів за допомогою сталевих анкерів, що посилить зв'язок плити з несучою конструкцією.

Для панельних конструкцій передбачено два основних підходи:

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						120
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- технологія перекриттів (пряме спірання балконної плити на залізобетонні конструктивні елементи та мінімізація додаткового навантаження на несучі стіни);
- балкова технологія для каркасних будівель (опорне кріплення плити на колонні консолі із повним виходом навантаження на стіновий каркас та забезпечення незалежної несучої здатності балконної системи).

Кожен із представлених методів має чітку інженерну логіку та спрямований на максимальне посилення експлуатаційної надійності балконних конструкцій з урахуванням специфіки базової архітектурної системи.

На *Рис. 4.21.* представлені варіанти кріплення плит балкону. На *Рис.4.23.* представлено конструктивне вирішення монолітної балконної плити.

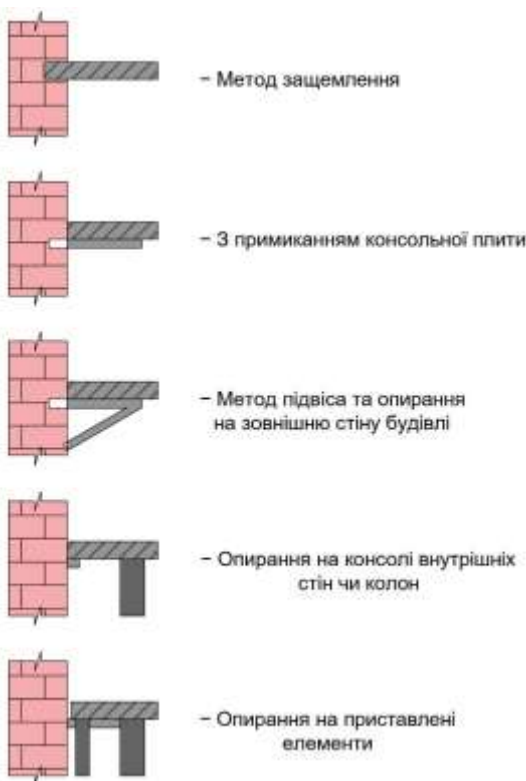


Рис.4.21. – Типи кріплення плит балкону

Плити перекриттів не виготовляються відразу із попереднім формуванням балконного виступу тому, що це створює передумови для прискореної корозії арматури. Відбувається поступове руйнування внутрішньої структури плити, що

									Арк.
									121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

неминуче призводить до зниження несучої здатності конструкції та потенційній загрозі аварійного стану усєї будівлі.

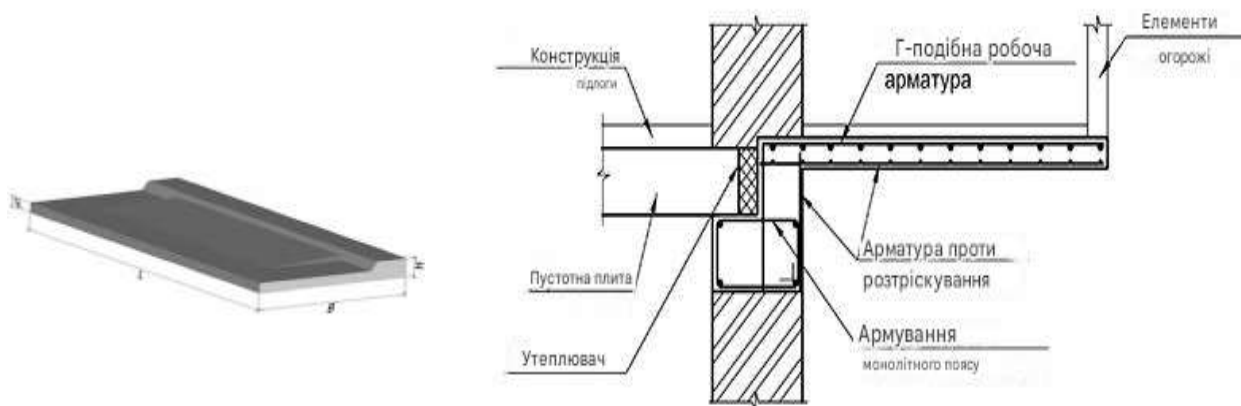


Рис.4.22. – Балконна плита УКБ 32-5к Рис.4.23. –Конструктивне вирішення монолітної балконної плити

Якщо розглянути варіант, коли пропускається балконна плита крізь стіну, то здається, що площа опори в даному випадку буде більше. Але будівельні конструкції не витримують тривалих різноспрямованих навантажень, тому при такому варіанті її внутрішній край буде тиснути на стіну, намагаючись її підняти, тобто відбувається критичний ризик бокового тиску на несучі стіни. При даному положенні існує загроза раптового катастрофічного руйнування конструкції.

Таким чином, будь-яке конструктивне рішення має бути оцінено з позицій довгострокової експлуатаційної надійності та мінімізації корозійних ризиків.

Приклад розрахунку монолітної залізобетонної плити перекриття балкону

Далі представлений порядок розрахунку та проектування на прикладі консольної плити перекриття балкону. Схема збору навантажень відображена на Рис. 4.24.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		122

Схема збору навантажень на багатопролітну монолітну залізобетонну плиту перекриття балкону

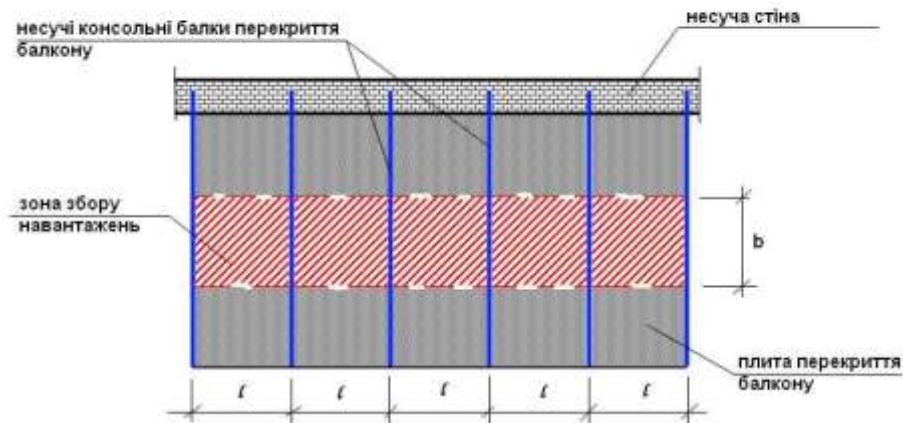


Рис.4.24. – Схема збору навантажень щодо багатопролітної монолітної залізобетонної плити перекриття балкону

Крок несучих консольних балок приймається $l = 1,4$ м. Ширина збору навантажень на плиту перекриття приймається $b = 1$ м.

Навантаження на 1 м^2 перекриття балкону (склад перекриття приймається аналогічно як для обчислення металевих консольних несучих балок) та становить:

- власна вага плити перекриття (за даними таблиці)
 - об’ємна вага будматеріалів (40,5 КіВ, 3 628 завантажень)
- $$2300 \times 0,009 + 1800 \times 0,03 + 2500 \times 0,08 = 274,7 \text{ кг/м}^2;$$

– тимчасове нормативне навантаження на монолітне залізобетонне перекриття балкону – 200 кг/м^2 .

Всього:

- нормативне – $274,7 + 200 = 474,7 \text{ кгс/м}^2$;
- розрахункове – $274,7 \times 1,1 + 200 \times 1,2 = 542,2 \text{ кгс/м}^2$.

Навантаження на 1 м погонний консольної балки при ширині збору навантажень $b = 1$ м:

- нормативне $q_n = 474,7 \times 1 = 474,7 \text{ кгс/м}$;
- розрахункове $q = 542,2 \times 1 = 542,2 \text{ кгс/м}$.

Визначимо згинальний момент.

Багатопротітна плита є таким конструктивним елементом, що не переривається на опорах (на відміну від збірних з/б плит).

У цьому прикладі плита перекриття балкону працює як багатопротітна.

Якщо для збірних плит максимальний момент визначається за формулою $M = q \times l^2 / 8$, то у багатопротітних плитах, що мають рівні прольоти виникають як пролітні, так і опорні згинальні моменти: (Рис.4.25.).

Схема згинальних моментів в багатопротітній з/б плиті перекриття балкону

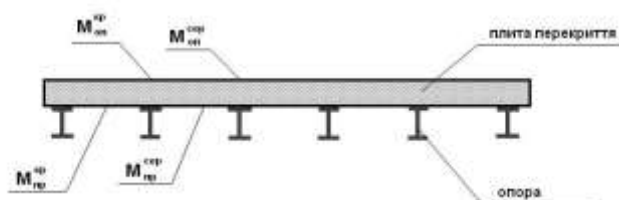


Рис.4.25. – Схема згинальних моментів у багатопротітній залізобетонній плиті перекриття балкону

У цьому випадку:

$$M_{\text{пр}}^{\text{сер}} = M_{\text{оп}}^{\text{сер}} = q \times l^2 / 16 = 542,2 \times 1,4^2 / 16 = 66,42 \text{ кгм};$$

$$M_{\text{пр}}^{\text{кр}} = M_{\text{оп}}^{\text{кр}} = q \times l^2 / 11 = 542,2 \times 1,4^2 / 11 = 96,61 \text{ кгм}.$$

На крайніх опорах згинальний момент не виникає.

Призначаються орієнтовні розміри поперечного перерізу монолітної залізобетонної плити перекриття балкону $b = 100$ см, із товщиною плити – 8 см.

Орієнтовна розрахункова висота січення складає:

$h_0 = h - a = 8 - 2 = 6$ см, де «а» – сума товщини захисного шару бетону та половини діаметру робочої арматури (Рис.4.26.):

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						124
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема визначення розрахункової висоти поперечного перерізу

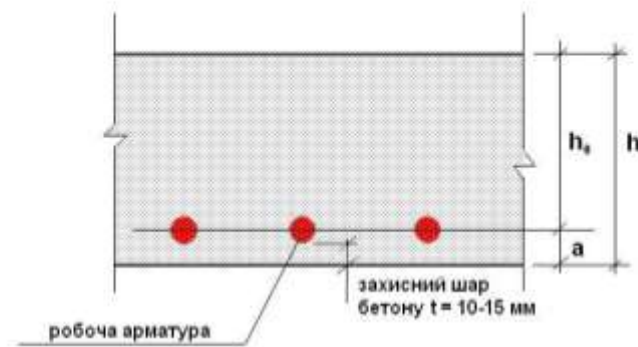


Рис.4.26. – Схема визначення розрахункової висоти поперечного перерізу

Отже, орієнтовані розміри розрахункового поперечного перерізу плити перекриття балкону становлять $b \times h_0 = 100 \text{ см} \times 6 \text{ см}$.

Бетон гарно працює на стискання та погано – на розтягування, саме тому згинальні елементи проєктуються таким чином, аби навантаження у стиснутій зоні сприйня бетоном, а у розтягнутій зоні арматурою. Таким чином арматура у цьому прикладі обчислення буде розміщуватися у прольотах і над опорами розтягнутої зони.

Далі проводиться розрахунок площі поперечного перерізу робочої арматури.

У цьому випадку планується використання зварної сітки з арматурного гладкого дроту класу В – І для плит балконів.

Для обчислення приймають зони, де діють максимальні згинальні моменти: крайній проліт плити перекриття балкону та друга від краю опора.

Проектна марка бетону приймається М 200 (показник морозостійкості $M_{pz} 75$).

Відповідно до таблиці розрахунковий опір бетону (29,5 КіВ, 2 711 завантажень) складає:

$$R_{пр} = 75 \text{ кгс/см}^2.$$

Крайній проліт

Площа поперечного перерізу робочої арматури крайнього прольоту та над другою від краю опори буде однаковою, тому, що згинальні моменти у цих зонах мають однакове значення.

									Арк.
									125
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

$$A_0 = M / (R_{пр} \times b \times h_0^2) = 9661 / (75 \times 100 \times 6^2) = 0,036$$

$$M = 96,61 \text{ кгм} = 9661 \text{ кгсм};$$

Згідно таблиці граничні значення безрозмірних коефіцієнтів складають (18,5 КіВ, 1 572 завантажень) для бетону М200 та арматури класу В – І $A_R = 0,446$

$$A_0 = 0,036 < A_R = 0,446 \text{ – умова виконується.}$$

Таким чином, приймаються задані параметри поперечного перерізу плити.

Далі обчислюється площа поперечного січення робочої арматури:

$$F_a = M / (R_a \times \nu \times h_0) = 9661 / (3150 \times 0,98 \times 6) = 0,522 \text{ см}^2,$$

де:

R_a – значення із таблиці щодо розрахункового опору арматури (29,5 КіВ, 3 489 завантажень)

ν – значення із таблиці безрозмірних коефіцієнтів для обчислення поперечного перерізу (18,5 КіВ, 1 884 завантажень) в залежності від $A_0 = 0,036$.

Згідно таблиці сортаменту арматури (18,0 КіВ, 2 491 завантажень) підбираються значення: при \varnothing 4 мм із кроком у 160 мм (6 стержнів в розрахунковій ширині $b = 100$ см) фактична площа арматури « F_a^Φ » = 0,754 см².

Перевіряються показники міцності поперечного перерізу балконної плити:

Згідно таблиці граничних значень безрозмірних коефіцієнтів визначається $\xi_R = 0,71$;

$$\xi_R \times h_0 = 0,71 \times 6 = 4,26 \text{ см.}$$

Значення висоти стиснутої зони « x » обчислюється по формулі:

$$x = R_a \times F_a^\Phi / R_{пр} \times b = 3150 \times 0,754 / 75 \times 100 = 0,317 \text{ см} < \xi_R \times h_0 = 4,26 \text{ см.}$$

Умови міцності перевіряються по формулі $M \leq R_a \times F_a^\Phi \times (h_0 - 0,5x)$:

$M = 9661 < 3150 \times 0,754 \times (6 - 0,5 \times 0,317) = 13874 \text{ кгсм}$ – міцність січення забезпечена.

Середній проліт

Алгоритм обчислення для середнього прольоту такий же, як і для крайнього. У даному прикладі $M_{пр}^{сер} = M_{оп}^{сер} = 66,42 \text{ кгм} < M_{пр}^{кр} = M_{оп}^{кр} = 96,61 \text{ кгм}$.

									Арк.
									126
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-Бм. 11393388. ПЗ

Отже, обчислення для середнього прольоту не проводиться, а приймається армування бетону усієї плити за результатами обчислення крайнього прольоту.

Розкладка робочої арматури представлена на *Рис. 4.27*.

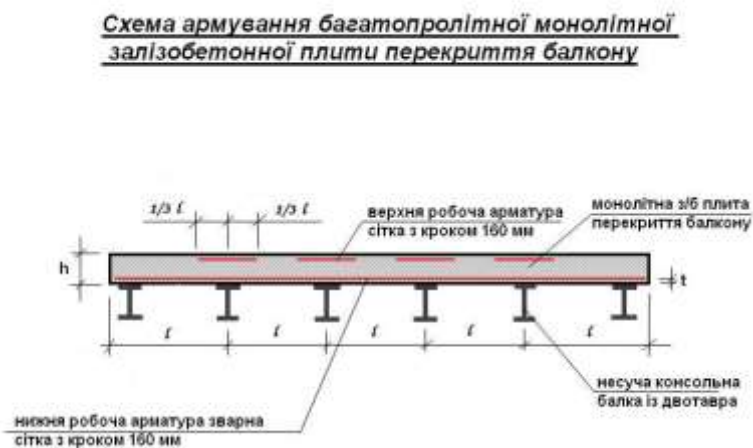


Рис.4.27. – Схема армування багатопролітної монолітної залізобетонної плити перекриття балкону

З метою армування розтягнутих зон багатопролітної монолітної залізобетонної плити балкону нижню робочу арматуру розкладають на усю довжину плити, з урахуванням захисного шару в 1 – 1,5 см, а для армування опорних розтягнутих зон над іншими від краю і над усіма середніми опорами розміщують відрізну робочу арматуру [29].

Верхню арматуру заводять від осі опори у кожен із сторін на $1/3$ довжини прольоту.

Існує кілька видів ремонтів балконної плити:

- незначний ремонт;
- середні ремонтні роботи;
- аварійний вид робіт;
- роботи по капітальному ремонту.

Виявлення тріщин на поверхні балконної плити є критичним сигналом прояву конструктивних пошкоджень. Тріщинуватість поверхні може виявитися дуже глибокою, що може бути не помітна ззовні. При невеликих руйнуваннях проводяться незначні та середні види ремонтних робіт. На необхідність проведення

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		127

капітального ремонту балконних плит визначальними є такі ознаки: руйнівний вигляд плит та наявність великих тріщин по усій поверхні плиті.

На аварійний стан балконів та їх плит вказують такі ознаки:

– корозійні процеси арматурного каркаса (повне оголення металевих несучих елементів, інтенсивне руйнування захисного бетонного шару, втрата природної антикорозійної захисної конструкції);

–структурні деформації плити (наявність глибоких тріщин у зоні контакту плити зі стіною, масштабне руйнування бетонної поверхні, часткове або повне відшарування низу плити);

–критичні руйнівні явища (локальні або масові обвали фрагментів балконної плити, порушення цілісності несучої конструкції, неможливість забезпечення подальшої експлуатаційної надійності).

За наявності представлених деструктивних ознак єдиним конструктивним рішенням є повний демонтаж балконної плити із несучої стіни з подальшою її заміною.

Вологісний режим є визначальним фактором структурної деградації балконних плит, що зумовлює комплекс негативних фізико-хімічних перетворень у будівельних матеріалах. Вода, безперешкодно проникаючи до мікроструктури бетону, порушує захисні бар'єрні властивості конструкції та активізує корозійні процеси в арматурному каркасі. Далі відбувається поступове окиснення арматури, втрата первинної несучої здатності металоконструкцій та структурне розширення продуктів корозії, що призводить до поступової руйнації балконної плити та зниження експлуатаційної надійності конструкції. Особливо критичними є процеси в старих будівлях, де природний захист бетону значно послаблений часом та експлуатаційними факторами.

У разі критичного пошкодження арматурного каркаса балконної плити необхідним стає проведення масштабних відновлювальних робіт, які включають послідовну реалізацію низки професійних *технологічних операцій*:

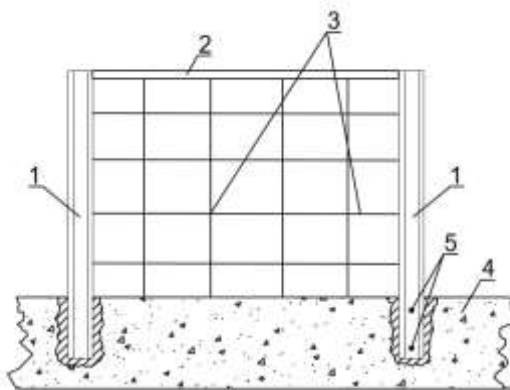
					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						128
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

–каркасне армування (встановлення прокатних сталевих балок уздовж периметра балконної плити, консольне закріплення балок до несучої стіни, забезпечення додаткової горизонтальної жорсткості конструкції);

– армування поверхні (монтаж спеціальної арматурної сітки, приварювання сітки до встановлених сталевих балок, створення міцного просторового каркаса);

– бетонування (багатошарова заливка бетонної стяжки, дотримання принципу потовщення бетонного шару, перевищення товщини бетонної маси відносно арматурної сітки у 2-3 рази, і навіть більше).

Представлена технологія забезпечує комплексне відновлення несучої здатності балконної плити через системну реконструкцію її силового каркаса. На *Рис.4.28.* представлена схема зміцнення плити балкону.



1 – Стальні прокатні балки; 2 – Обрмляючий кутик; 3 – Арматурна сітка; 4 – Стіна; 5 – Отвори для монтажу балки ($\frac{1}{3}$ товщини стіни)

Рис.4.28. – Схема зміцнення плити балкону

Після закінчення роботи з реконструкції балконної плити, її поверхню обов'язково гідроізольують у разі відкритого балкону, з використанням різних гідроізоляційних матеріалів рулонного або обмазувального типу, наприклад проникаючої гідроізоляції Пенетрона. Вона наноситься на попередньо змочену поверхню у два шари, після чого протягом трьох діб поверхня повинна залишатися зволоженою, а також, не допускаються механічні дії і температурні показники нижче 0 градусів. Далі встановлюються захисні конструкції за допомогою зварювання або анкерів. Каркас нової огорожі виготовляється з прямокутної профільної труби, яка

									Арк.
									129
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601-Бм. 11393388. ПЗ

легко монтується, і буде мати привабливий зовнішній вигляд. Далі кріпиться відлив з оцинкованої сталі по всьому периметру балконної плити, який захистить обріз плити від атмосферних опадів.

Балкони з виносом

При встановленні каркаса огорожі скління виноситься за парапет приблизно на 30 см. Якщо врахувати, що дана дія виконується за трьома сторонами балконної плити, то збільшення простору буде значним. Даний варіант є особливо привабливим для власників невеликих балконів.

Балкони із виносною конструкцією каркаса мають такі переваги: створюється більш міцна основа завдяки установці додаткових сталевих балок, закріплених до несучої стіни консольним способом; значно збільшується площа, яка безпосередньо впливає на розміри вільного простору будівель подібного типу.

Кріплення балконних плит

Аналіз неефективних технічних рішень:

– консольний метод з виступом перекриття (розглядаючи цей варіант виступу плити перекриття у якості підстави для балкону, можна зробити висновки, що він має суттєві недоліки тому, що із часом в арматурі, яка розміщується усередині бетонної основи, що виступає за межі фасаду, буде відбуватися неминуче прискорення корозійних процесів із поширенням всередину будівельної конструкції, що неприпустимим є з точки зору довгострокової експлуатаційної надійності);

–наскрізне проведення плити крізь несучу стіну (цей спосіб також має критичні конструктивні обмеження, а саме: створюється нерівномірне навантаження на несучі стіни, провокуються небезпечні деформаційні процеси, виникає потенційний ризик підняття частини стіни та відбувається загроза утворення магістральних тріщин, що може призвести до можливого руйнування базової будівельної конструкції).

Обидва методи кріплення балконних плит є принципово неприйнятними та становлять пряму загрозу цілісності будівельної споруди, а тому потрібне

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						130
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

впровадження альтернативних інженерних рішень, що забезпечують мінімізацію структурних навантажень та збереження несучої здатності конструкцій.

Отже, у **четвертому розділі** проаналізовані основні причини ремонту і реконструкції консольних елементів цивільних будівель, визначені основні види дефектів та пошкоджень будівельних конструкцій, представлена їх класифікація за різними ознаками. Крім того, встановлено п'ять чинників, що сприяють появі дефектів та пошкоджень: недоліки будівництва, недоліки проектування, порушення або зміна умов експлуатації, вплив робочого середовища та вплив ґрунтової основи. Додатково наведено перелік поширених дефектів та пошкоджень за кожним чинником.

Проведені дослідження існуючих методів моніторингу технічного стану будівельних конструкцій та нормативної й законодавчої бази України, пов'язаної з обстеженням й оцінкою технічного стану будівель та споруд. Визначені основні методи підсилення конструкцій та конструктивних елементів цивільних будівель, розглянуті способи укладання і причини руйнування балконних плит.

Також представлений порядок розрахунку та проектування на прикладі консольної плити перекриття балкону.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						131
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ V. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ КОНСОЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ ЗІ СХОВИЩАМИ

5.1. Види підсилення консольних елементів цивільних будівель: вузли і деталі

Визначено, що під час експлуатації балкони і козирки піддаються зовнішнім та внутрішнім впливам, які є природними та технологічними. Це може бути пряме збільшення навантаження або ж мати структурні зміни в матеріалах будівельних конструкцій. Конструктивні елементи унаслідок цього втрачають експлуатаційні якості та починається процес руйнації. Тому виникає необхідність їх ремонту та підсиленню (комплекс заходів, який забезпечить оптимальні умови експлуатації конструкцій завдяки збільшенню несучої здатності елементів у порівнянні із тими, що існували на момент проведення обстеження) опісля обстеження бетонної плити чи козирка та аналізу їх стану: руйнування країв плити балкону; ознаки рихлості поверхні плити, яку можна беззусиль змити водою; відшарування бетону, яке оголює арматуру; наявність тріщин поміж несучої стіни і балконною плитою або козирком.

Орієнтуючись за ступенем руйнування, зусилля щодо зміцнення балкону та козирка можуть спрямовуватися на ремонт балконної плити, козирка, реконструкцію парапету або на те й інше відразу.

Застосовується декілька способів по укріпленню будівельних конструкцій.

Зміцнення плити балкону або козирка

Зміцнити балконну плиту можна двома способами: фіксація знизу за допомогою опор або кріплення зверху. Але перший спосіб застосовується лише для нижніх поверхів, тому, що конструкція виходить громіздкою, і її неможливо встановити, не зачепивши інтереси сусідів знизу. Другий спосіб застосовується для балконів на будь-якій висоті, але також доведеться домовлятися із сусідами, тому, що виконання робіт проходить унизу.

Зміцнення плити за допомогою опор

При знаходженні квартири на першому або другому поверсі, балконну плиту зміцнюють шляхом встановлення під неї опори. З балконом на першому поверсі

									Арк.
									132
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

проблем не буде, у разі знаходження квартири другому поверсі доведеться узгодити із сусідами знизу. На практиці заперечення щодо встановлення опор виникають рідко, тому, що сусідам неприємно бачити, як над їх вікном нависає бетонна брила, яка в будь-який момент може впасти униз.

В якості опор використовуються труби досить великого діаметра - від 20 сантиметрів, що встановлюються на бетонний фундамент, частково занурюючись в нього, що додасть всієї конструкції стійкості. Між опорами і плитою підкладається металева смуга, яка для надійності приварюється до труб, і служить розпіркою, що не дозволяє їм зміщуватися з місця.

Якщо на нижній поверхні плити відвалюються шматки бетону, оголивши внутрішню арматуру, необхідно проводити ремонтні роботи: зачищення металевою щіткою, обробка антикорозійним складом і фарбування. Опісля висихання фарби вибоїни закладаються цементним розчином.

Зміцнення плити на верхніх поверхах

Для зміцнення балконів верхніх поверхів також використовуються опори, що підтримують плиту, але вони монтуються в стіну безпосередньо під плитою. Для цього у зовнішній стіні з двох сторін під балконом буряться отвори, і в них монтуються міцні підтримують стрижні з арматури великого діаметру. Добре, якщо є можливість домовитися з сусідами знизу і зробити їх у вигляді кронштейнів або консолей для збільшення несучої здатності плити.

Для кріплення консольного виду підпірок використовуються анкери, краще хімічні, складові яких при клеєнні проникають до найдрібніших пор тіла стіни і перетворюють її в моноліт.

Іноді балконна конструкція настільки зруйнована, що простим зміцненням проблему вже не вирішити. У таких випадках проводиться демонтаж балкону і на його місце встановлюється нова плита. Для цього по усій довжині її кріплення буриться не два, а кілька глибоких отворів, в них вставляється арматура високої міцності або широкі металеві куточки, а на них вже приварюється сталевий лист,

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						133
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

який і буде служити в якості нової балконної плити. Такі кардинальні роботи потрібно проводити за допомогою автовишки.

Методи і способи ремонту і укріплення балконних плит і козирків представлені на *Рис. 5.1-5.2.*

Способи посилення балконних плит і козирків представлені на *Рис.5.3.*

На *Рис.5.4.* представлений спосіб реконструкції балконів:

а) із збереженням балконної плити;

б) із заміною консольної балконної плити на балочну.

На *Рис. 5.5. – 5.8.* представлені варіанти зміцнення балконної плити:

на *Рис. 5.5.* представлений метод підведення консолей та розвантажувальних балок із прокатного металу;

Рис. 5.6. – укладання армованого шару бетону;

Рис. 5.7. – підведення металевих опорних столиків;

Рис. 5.8. – встановлення підвісок.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						134
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

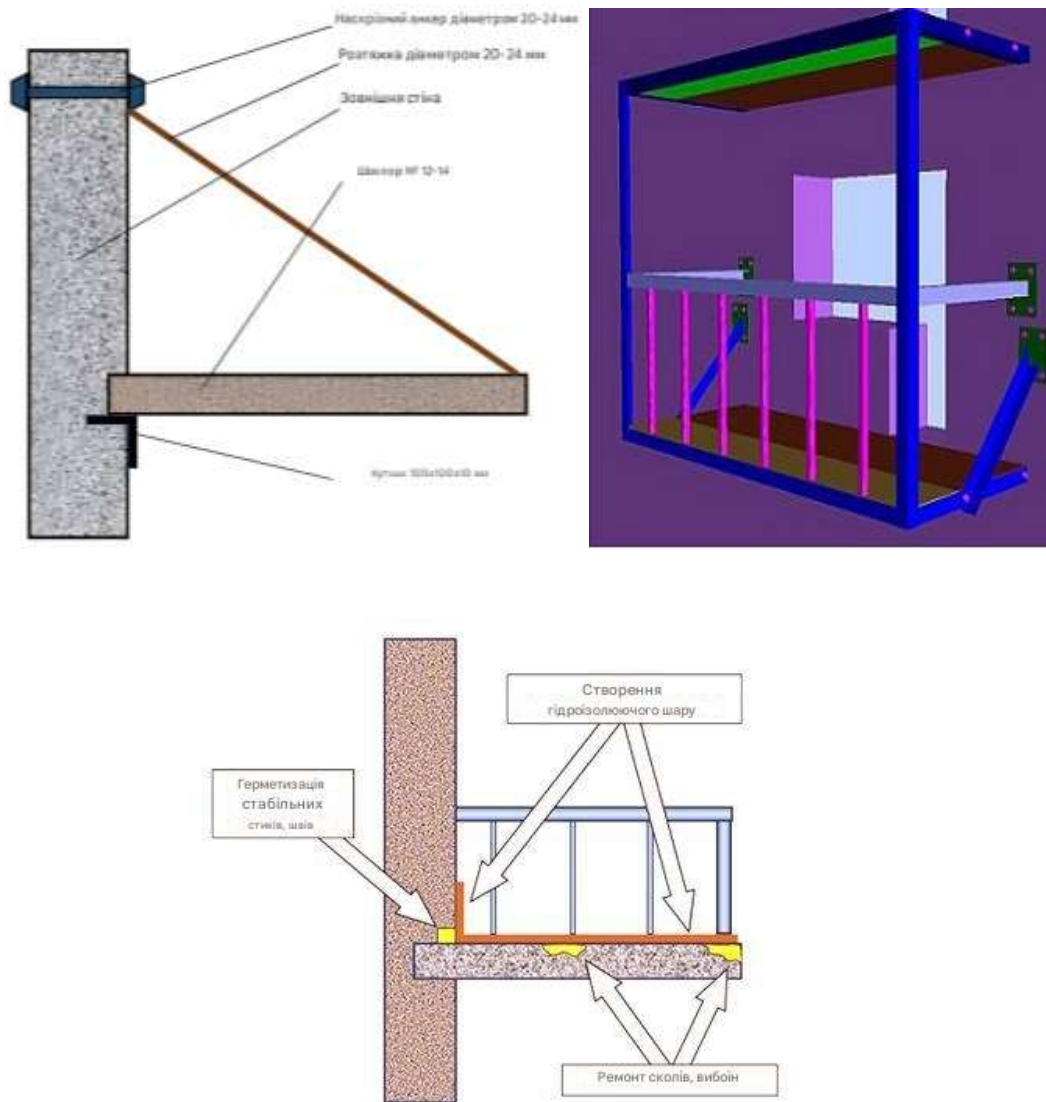


Рис. 5.1. – Методи і способи ремонту і укріплення балконних плит і козирків

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		135

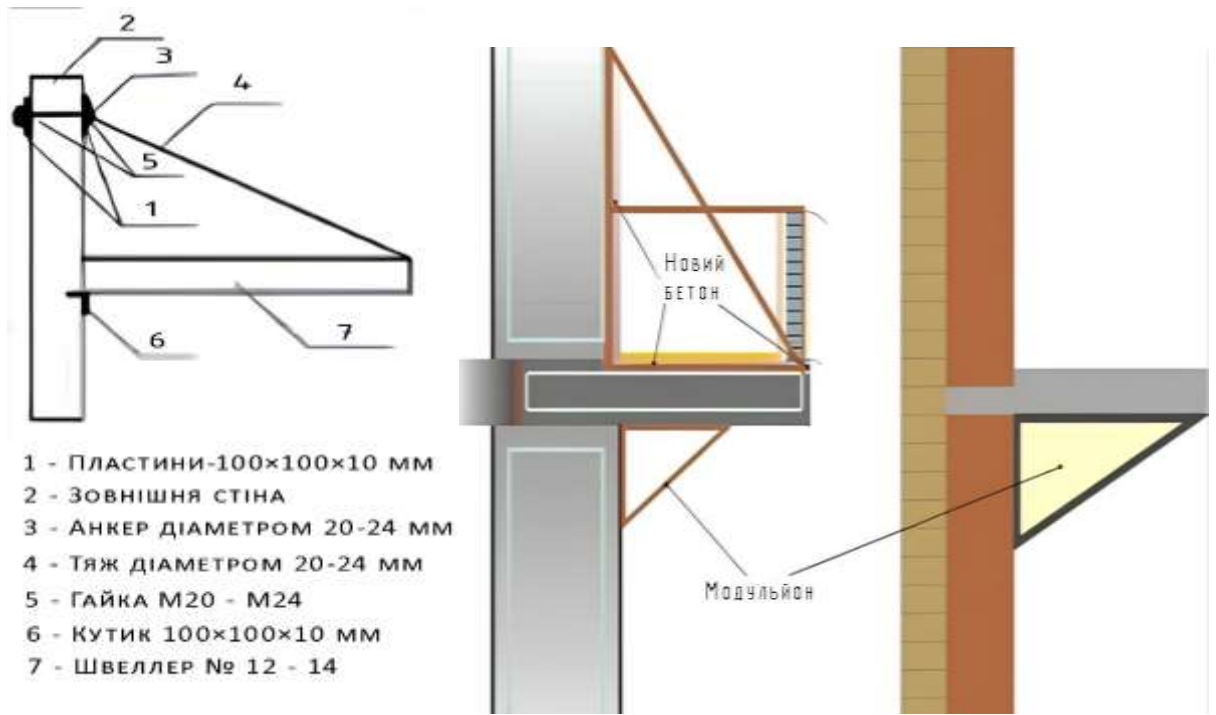
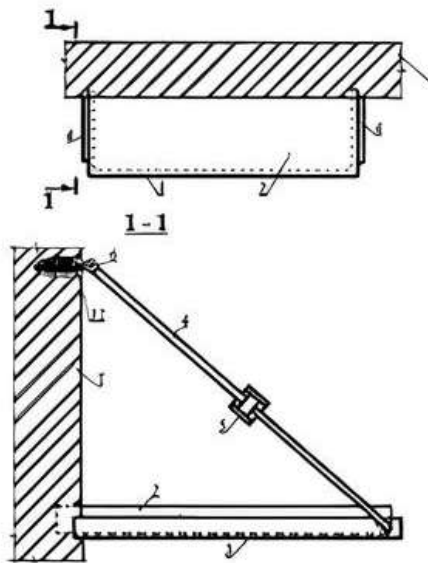


Рис.5.2. – Методи і способи ремонту і укріплення балконних плит і козирків

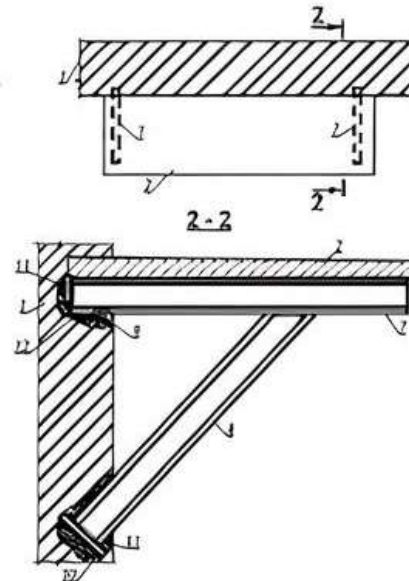
					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		136

ПОСИЛЕННЯ БАЛКОННИХ ПЛИТ І КОЗИРКІВ

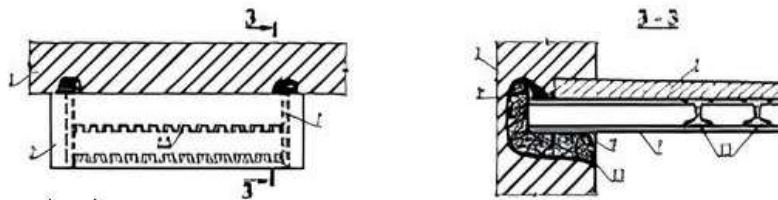
А ВСТАНОВЛЕННЯ ПІДВІСОК



Б ВСТАНОВЛЕННЯ ПІДКОСІВ З ПРОКАТНОГО МЕТАЛУ

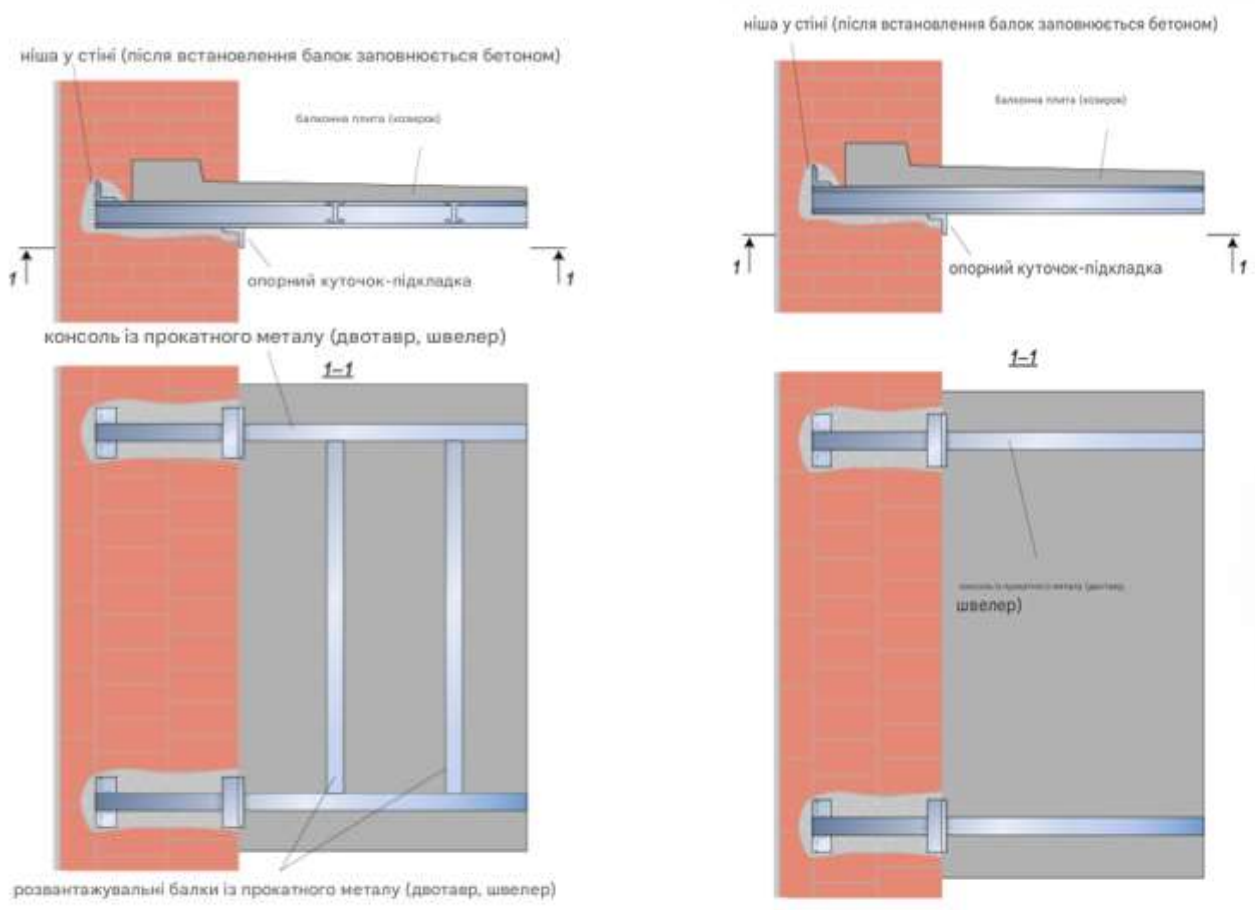


У ПІДВЕДЕННЯ КОНСОЛІ І РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ БАЛОК З ПРОКАТНОГО МЕТАЛУ



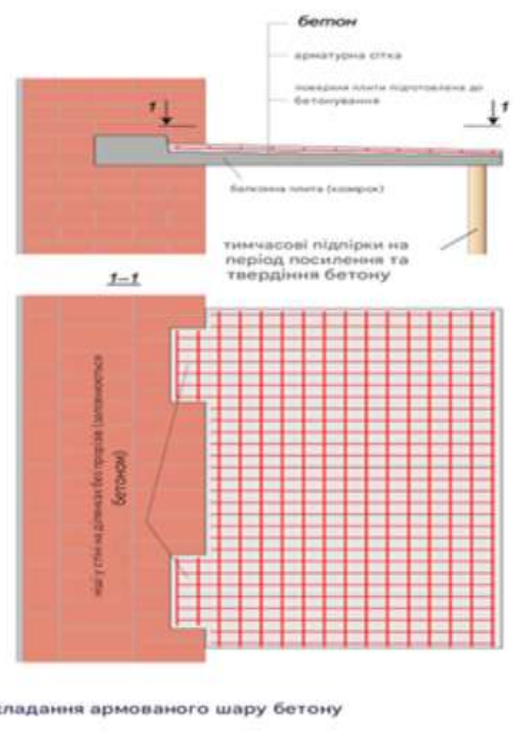
- 1 - стіна;
- 2 - балконна плита (козирок);
- 3 - обрамлення з куточка із загортанням у стіну;
- 4 - підвіска з арматурної сталі, приварена до обрамлення з куточка і з'єднана з анкером;
- 6 - анкер з кільцем на кінці, встановлений на розчині;
- 5 - стяжна муфта просвердлений в кладці отвір;
- 7 - консоль з прокатного металу (двотавр, швелер);
- 8 - підкіс консолі з прокатного металу (двотавр, швелер);
- 9 - опорний куточок;
- 10 - опорна пластина;
- 11 - анкерна пластина;
- 12 - ніша в стіні (після встановлення підкосів заповнюється бетоном);
- 13 - розвантажувальні балки з прокатного металу

Рис.5.3. – Посилення балконних плит і козирків



Підведення консолей та розвантажувальних балок із прокатного металу Підведення консолей із прокатного металу

Рис. 5.5. – Підведення консолей та розвантажувальних балок із прокатного металу



Укладання армованого шару бетону

Рис. 5.6. – Укладання армованого шару бетону

									Арк.
									139
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

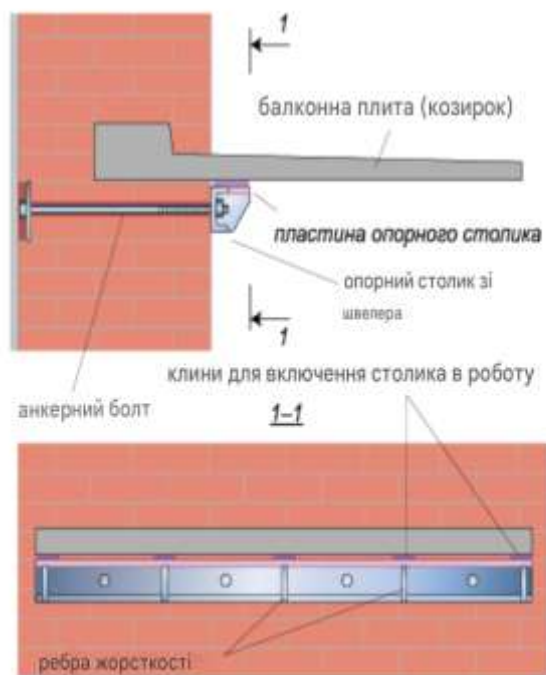
ніша у стіні (після встановлення балок заповнюється бетоном)



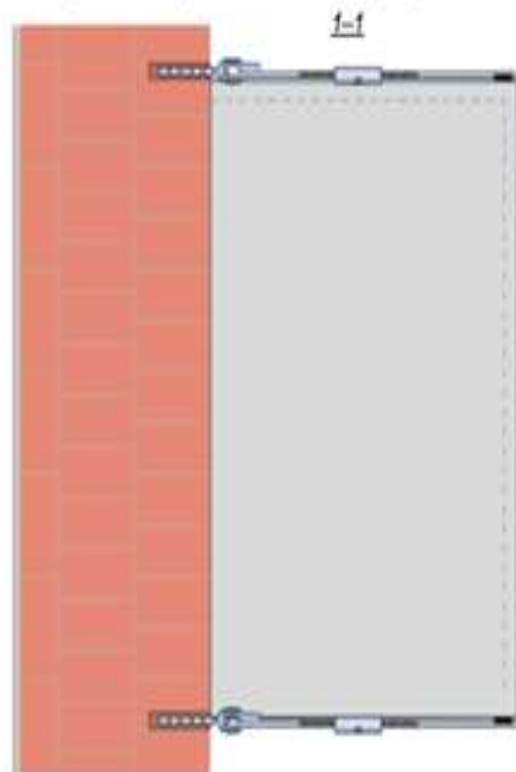
анкер з кільцем на кінці, встановлений на розчині в просвердлений в кладці отвір



Установка підкосів із прокатного металу



Підведення металевих опорних столиків



Встановлення підвісок

Рис. 5.7. – Підведення металевих опорних столиків

Рис. 5.8. – Встановлення підвісок

При невеликих ознаках зносу, такі як пошкодження огорожі, дрібні тріщини, де фізичний знос складає до 20%, дефекти усуваються шляхом посилення металевих оздоблень та огорож з використанням монтажної піни.

									Арк.
									140
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

Посилення й зміцнення парапету балкона за допомогою металу прийнятне навіть на зовсім запусненій конструкції. Якісне зміцнення парапету лоджії повинне здійснюватися цегляною кладкою. Особлива увага для уникнення ускладнень приділяється:

- старим кріпленням балконів;
- виявленням видимих дефектів;
- конструктивним особливостям;
- якості матеріалів.

Металеве зміцнення парапету

У випадку прийнятного стану парапету його конструкція додатково посилюється приварюванням металевих кутників у певних місцях. Зношену металеву огорожу видаляють та замінюють новою конструкцією. Для більшої надійності здійснюється обв'язка зварювальними роботами, після чого металева обв'язка жорстко кріпиться до основи зовнішньої стіни.

Оновлена конструкція парапету буде мати додатковий натиск на стіну з надійним кріпленням у верхній частині основи стіни. Модернізований парапет добре витримуватиме будь-які фізичні (вітрові) навантаження. Хорошим варіантом зміцнення парапету вважається використання сучасного матеріалу — піноблоку. Інноваційні якості будівельного матеріалу добре підвищують рівень міцності огорожі.

Зміцнення парапету піноблоком

Інноваційні якості цього сучасного будівельного матеріалу значно підвищують рівень міцності огорожі. Окрім гарної міцності, піноблок відрізняється хорошими теплофізичними та звукоізоляційними якостями. У такий спосіб здійснюється не тільки посилення, а й утеплення парапетів лоджій багатоповерхівок.

Позитивні властивості піноблоку полягають у наступному:

- доступність виконання кладки непрофесіональними робітниками;
- низькі показники теплопровідності;
- гарна пожежостійкість;
- екологічно безпечний будівельний матеріал;

									Арк.
									141
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

- є міцним матеріалом із тривалими термінами експлуатації;
- відрізняється відносною дешевизною

Поруч із позитивними характеристиками, піноблок є не вологостійким, а тому потребує додаткового захисту від впливу вологи. При кладці парапету застосовується шар гідроізоляції, а потім виконується декоративне оздоблення оцинкованими листами металу або сайдингом.

Технологічні особливості роботи з піноблоками полягають у наступному:

- проводяться обчислення та виміри параметрів парапету із віконними прорізами;
- укладається гідроізоляційний шар на плиту балкона;
- виконується кладка зовнішнього периметру балкона із піноблоків за допомогою рівня;
- проводиться укладання основної площини парапету «в розбіг» на спеціальну клейову суміш;
- проводяться роботи по засвердлюванню отворів у зовнішній стіні та забиванню арматурних прутів у місцях з'єднання із кладкою. Арматура мусить бути повністю укладена по довжині шва кладки з піноблоків;
- проводяться роботи по армуванню кладки із використанням оцинкованої сітки (діаметром 3 мм);
- виконується покриття кладки спеціальними видами ґрунтовки глибокого проникнення;
- наноситься штукатурка із гарними зчеплювальними властивостями;
- проводяться роботи по обшивці зовнішньої сторони оцинкованими листами чи сайдингом.

Утеплення балконного парапету

Класичним варіантом утеплення вважається повна теплоізоляція, потрібний шар утеплювача становить понад 150 мм Для цього якісно утеплюються парапет, стіни, стеля й підлога. Сучасні будівельні матеріали володіють хорошими теплоізоляційними характеристиками є вологостійкими та негорючими. Особливим

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						142
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

попитом користуються теплоізоляційні матеріали, що випускаються у вигляді рулонів і плит. Тонкість даних матеріалів та одночасно високі теплоізоляційні властивості з підвищеною вологостійкістю роблять їх ідеальними при оздобленні зовнішніх конструкцій. До прикладу, при утепленні парапету на балконі за допомогою пінофолу (фольгований спінений поліетилен), можна якісно утеплити перший шар, усуваючи при цьому усі щілини. Матеріал легко кріпиться спеціальним клеєм чи степлером.

Основний шар теплоізоляції виконується на основі сендвіч-панелей, піноплексу, пінопласту тощо. Для їх кріплення проводиться робота по спеціальному обрешетуванню, перед укладанням матеріалів щілини обробляються монтажною піною, а великі проміжки закриваються обрізками утеплювача. Укладання пароізоляційної плівки чи мембрани запобігатиме утворенню конденсату. На завершальному етапі виконується декоративне оздоблення.

У процесі будівництва та зміцнення парапетів власними зусиллями потрібне суворе виконання нормативних показників: висота огорожі має бути 1,2 м, горизонтальні навантаження повинні бути розраховані на показники не менше 0,3 кН/м. Обов'язковою умовою огорожень повинна бути їх неперервність, забороняється порушувати нормативні вимоги, особливо при відкритих балконах і лоджіях.

Етапи виконання робіт у процесі ремонту балкону або козирка:

- проведення робіт по демонтажу парапету;
- виконання зварювальних робіт;
- виконання робіт по підсиці нижньої частини балкона з метою захисту опорної плити та змонтованої металоконструкції;
- проведення монтажу віконної системи з розсувними або розстібними віконницями;
- виконання робіт з тепло- та шумоізоляції козирка;
- проведення внутрішньої обробки з утепленням.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						143
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На *Рис. 5.9.* представлена реконструкція балкону із розширенням: по підлозі; по підлозі та по підвіконню.

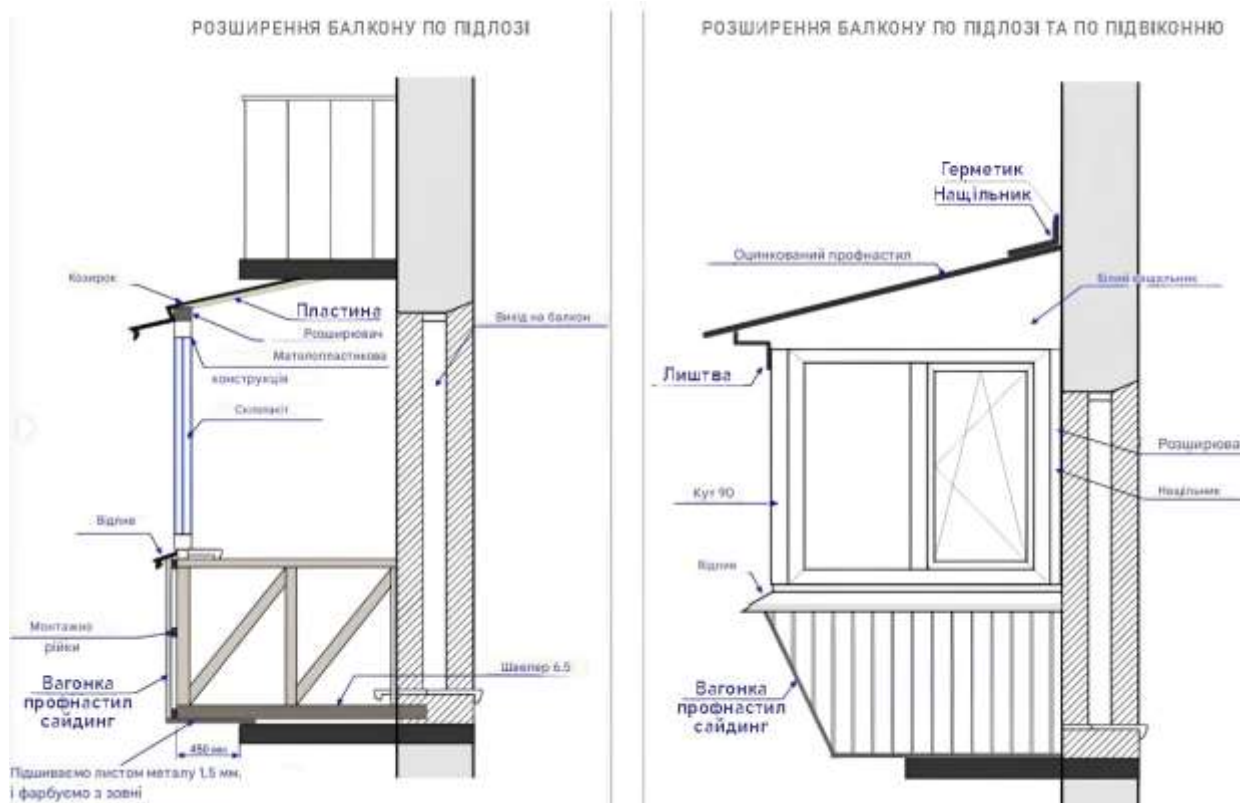


Рис. 5.9. – Реконструкція балкону з розширенням

Винесення (винос) балкону - це зміщення застленої частини або парпету назовні, на відстань у 20-30 см. Таке зміщення виконується у декількох напрямках або тільки в одному, наприклад, убік чи вперед. При виконанні робіт по збільшенню площі балконів здебільшого винесення проводяться в декількох напрямках, а лоджій

									Арк.
									144
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

винос дозволено проводити тільки уперед.

Винос проводиться:

- *винесення балкону по підлозі* - здійснюється шляхом зміщення парапету. Для цього проводяться роботи по демонтажу старого парапету та нарощуванню балконної плити у необхідному напрямку за допомогою металевго швелера. Необхідно враховувати, що вага балконної плити після цього стає більшою, тому потрібно додатково закріпити її в стіні будівлі. Таке нарощування плити підсилює її і продовжує термін служби;

- *винесення балкону по підвіконню* здійснюється без знесення парапету. В цьому випадку до парапету приварюються металеві конструкції, що виходять за його межі назовні. У цьому місці формують підвіконня. Монтаж скління здійснюється по зовнішньому периметру підвіконня. Такий тип виносу є найбільш популярним варіантом по збільшенню площі балконів і лоджій.

Розширення балкона - це процес значного збільшення площі балконної плити, при якому часто встановлюються додаткові плити. Установка додаткових металевих конструкцій і бетонних плит суттєво обважнює балкон, а тому необхідне більш потужне його укріплення. Значні розширення балконів часто проводяться на перших поверхах будинків, де є можливість додаткової опори конструкцій балкона безпосередньо на ґрунт.

5.2. Розрахунок покриття пандусу підвального приміщення Кременчуцького міського Центру комплексної реабілітації дітей з інвалідністю Департаменту соціального захисту населення (реальний проєкт)

На *Рис.5.10-5.12.* представлений загальний ортогональний вид пандуса, на *Рис. 5.13* вхід до пандуса в укриття.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						145
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 5.10. – Загальний ортогональний вид пандуса



Рис. 5.11. – Загальний ортогональний вид пандуса

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		146



Рис. 5.12. – Загальний ортогональний вид пандуса

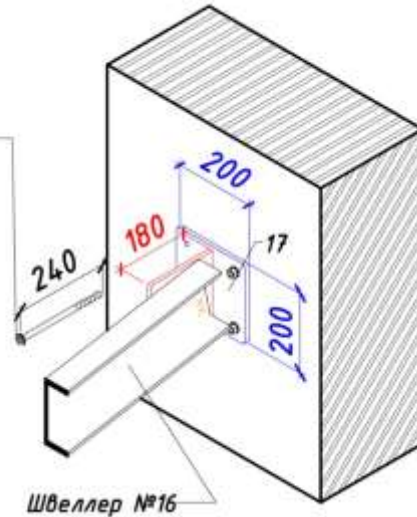


Рис. 5.13. – Вхід до пандуса в укриття

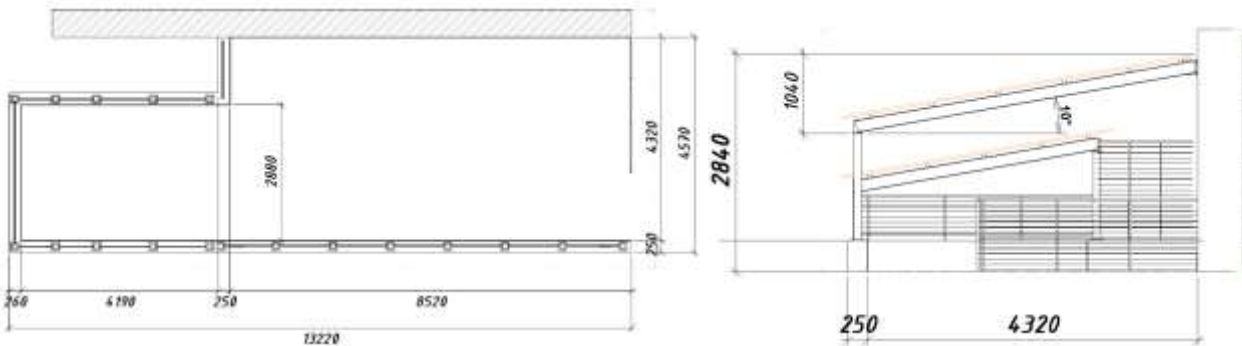
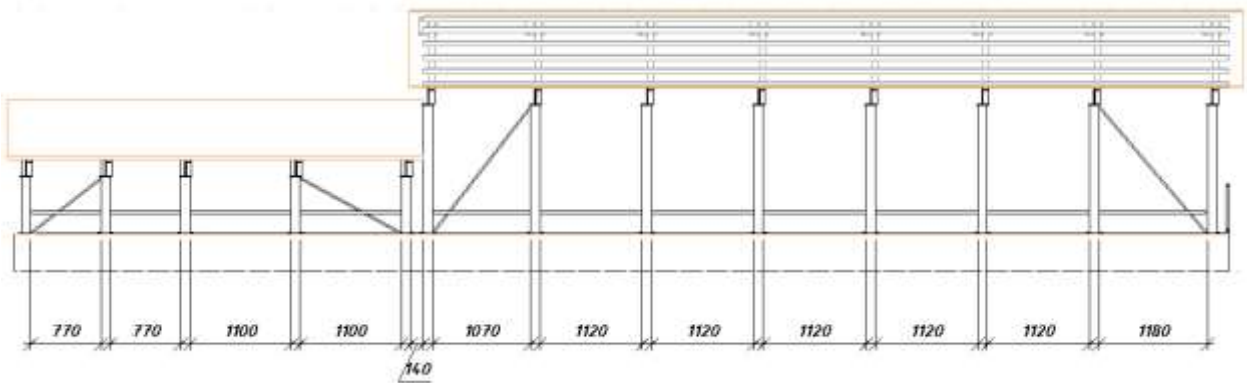
					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						147
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вузол 1'

Анкерна
шпилька 12Ф
М20



Швеллер №16



Розрахунок снігового навантаження

Згідно ДБН [31]

$$\mu = 1 + \frac{1}{1,04} \times (0,4 \times 4,32 + 0,165 \times 4,32) = 2,35$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-Бм. 11393388. ПЗ

Арк.

148

$$m_2 = 0,5 \cdot k_1 = 0,5 \cdot 0,33 = 0,165$$

$$k = 1 \frac{10}{30} = 0,33$$

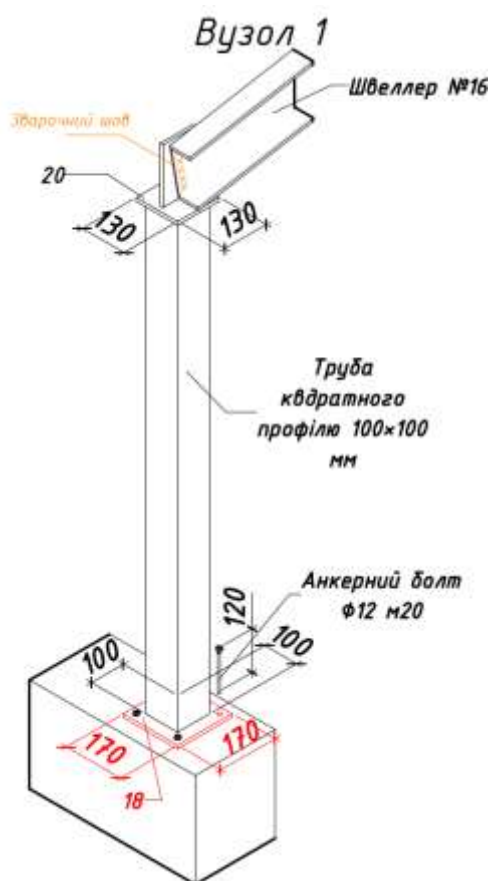
$$\mu = 2,35 > \frac{2h}{S_0} = \frac{2 \times 1,04}{1,6} = 1,3$$

$$L'_1 = 4,25$$

$$L'_2 = 4,25$$

$$b = \frac{2,35 - 1 + 2 \times 0,165}{\frac{2 \times 1,04}{1,6} - 1 + 2 \times 0,165} \times 2 \times 1,04 = 5,55$$

$$\mu_1 = 1 - 2 \times 0,165 = 0,67$$



$$q_{\text{пост.}} = 2 \text{ кг}$$

$$q_{\text{тим.}} = 1,6$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601-Бм. 11393388. ПЗ

Арк.

149

$$\Sigma = 8 \text{кПа}$$

$$N_{3p} = 2,1 \times 1,2 \times 8 = 20 \text{кН}$$

$$\lambda = \frac{Ml}{i} = \frac{1,7}{1} = 1,7$$

$$\sigma = \frac{N}{A\varphi} = 2 < 20 \text{кН}$$

$$A = 16$$

$$\varphi = 0,6$$

$$M = \frac{10 \times h^2}{\sigma} = 7,5 \text{кН}$$

$$W = 750 \text{см}^3$$

$$b = 10$$

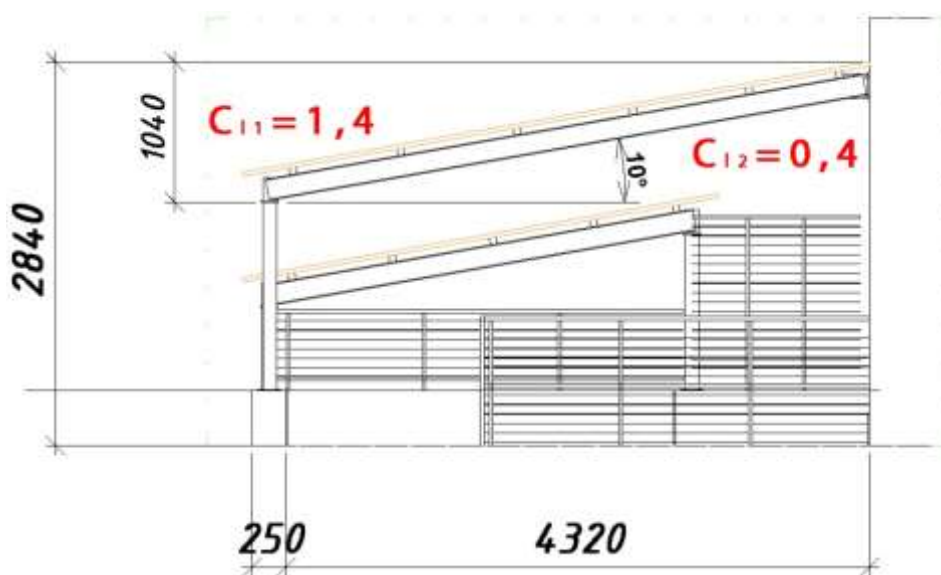
$$1,2 \times 8 = 10 \text{кН/м}, \quad M = \frac{ql^2}{8} = \frac{10 \times 4,2^2}{8} = 22,1 \text{кНм}$$

$$W = \frac{M}{R} = \frac{2210}{1}$$

$$h^2 = 2210$$

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						150
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок вітрового навантаження



$$C_{l1} = +1,4$$

$$C_{l2} = +0,4$$

$$C_{aer} = 1,4/0,4$$

$$C_h = 1,8$$

$$C_{alt} = 1$$

$$C_{rel} = 1$$

$$C_{dir} = 1$$

$$C_d = 0,95$$

$$W_m = \gamma f m W_0 C$$

$$1) C_1 = C_{aer} \times C_h \times C_{alt} \times C_{rel} \times C_{dir} \times C_d = 2,4$$

$$2) C_2 = 0,7$$

$$W_{m_1} = 0,897 \approx 0,9 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

$$W_{m_2} = 2,26 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

601-Бм. 11393388. ПЗ

Арк.

151

$$W_0 = 0,43$$

$$\gamma_{fm} = 0,87$$

$$m = \frac{ql^2}{8} = \frac{7,2 \times 4,32^2}{8} = 17 \text{кПа}$$

$$6 \times 1,2 = 7,2$$

$$W = \frac{m}{R} = \frac{17}{21} = 81$$

Приймаємо **16 швелер**, згідно сортаменту ДСТУ 3436-96

Отже, у **п'ятому розділі** розглянуті основні види підсилення консольних елементів цивільних будівель: вузлів і деталей. Представлені варіанти зміцнення балконної плити. Крім того, наведений розрахунок конструювання козирка над пандусом в сховище цивільного захисту Кременчуцького міського Центру комплексної реабілітації дітей з інвалідністю Департаменту соціального захисту населення при умовах вітрового та снігового навантаження.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						152
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Завданням даної кваліфікаційної роботи магістра було вивчити, проаналізувати та розробити конструктивні рішення консольних елементів цивільних будівель зі сховищам.

Робота включає п'ять розділів та презентацію.

У **першому розділі** магістерської роботи розглянуті і проаналізовані вимоги нормативної та законодавчої бази України, пов'язані із цивільними будівлями зі сховищами цивільного захисту населення, проведений аналіз наукових, методичних публікацій і проектних рішень за темою.

Визначено, що тема актуальна і потребує подальшого розкриття щодо стану фасадних архітектурно-конструктивних елементів цивільних будівель.

У **другому розділі** були досліджені види фасадних архітектурно-конструктивних елементів, розглянута їх класифікація. Наступним кроком був проведений моніторинг нормативних вимог: вітчизняних та зарубіжних щодо елементів фасадів будівель. За результатами досліджень була відмічена актуальність та необхідність їх улаштування у зв'язку із необхідністю додаткового забезпечення стійкості конструкцій до впливу додаткових навантажень (динамічних та статичних), які можуть виникати при руйнуванні інших будівель під дією небезпечних факторів. Визначена також необхідність розроблення заходів по реконструкції та ремонту фасадних архітектурно-конструктивних елементів.

Третій розділ присвячений дослідженням консольних елементів цивільних будівель у процесі їх експлуатації. Були визначені проблемні моменти консольних елементів, встановлені їх основні ознаки руйнації, окреслені задачі по реконструкції та підсиленню з метою підтримки працездатного стану будівельних конструкцій.

У **четвертому розділі** проаналізовані основні причини ремонту і реконструкції консольних елементів цивільних будівель, визначені основні види дефектів та пошкоджень будівельних конструкцій, представлена їх класифікація за різними ознаками. Крім того, встановлено п'ять чинників, що сприяють появі дефектів та пошкоджень: недоліки будівництва, недоліки проектування, порушення або зміна

									Арк.
									153
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ				

умов експлуатації, вплив робочого середовища та вплив ґрунтової основи. Додатково наведено перелік поширених дефектів та пошкоджень за кожним чинником.

Проведені дослідження існуючих методів моніторингу технічного стану будівельних конструкцій та нормативної й законодавчої бази України, пов'язаної з обстеженням й оцінкою технічного стану будівель та споруд. Визначені основні методи підсилення конструкцій та конструктивних елементів цивільних будівель, розглянуті способи укладання і причини руйнування балконних плит.

Також представлений порядок розрахунку та проєктування на прикладі консольної плити перекриття балкону.

У п'ятому розділі розглянуті основні види підсилення консольних елементів цивільних будівель: їх вузли і деталі.

Розроблені варіанти зміцнення балконної плити.

Виконаний розрахунок конструювання козирка над пандусом в сховище цивільного захисту Кременчуцького міського Центру комплексної реабілітації дітей з інвалідністю Департаменту соціального захисту населення.

Магістерську роботу розроблено з використанням нормативних документів, каталогів та серій типових конструкцій.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						154
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛІТЕРАТУРА:

1. Цивільний кодекс України: Закон України від 16.01.2003 р. № 435-IV. Відомості Верховної Ради України. 2003. № 40-44. Ст.3 56.
2. ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту», м. Київ, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. 2023–131 с.
3. ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення», м. Київ, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. 2019 – 103 с.
4. ДБН В.1.2-4:2019 "Інженерно-технічні заходи цивільного захисту", м. Київ, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. 2019 – 41 с.
5. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», м. Київ, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. 2017 – 47 с.
6. ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд», м. Київ, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. 2018 – 23 с.
7. ДБН В.2.6-98:2009 "Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення", м. Київ, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. 2010 – 71 с.
8. ДБН В.2.6-160:2010 «Сталезалізобетонні конструкції», м. Київ, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. 2010 – 131 с.
9. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 «Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого трьохкомпонентного бетон», м. Київ, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. 2010 – 59 с.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						155
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 10.ДСТУ-Н Б В.2.6-218:2016 "Настанова з проєктування та виготовлення конструкцій з дисперсноармованого бетону", м. Київ, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. 2017 – 122 с.
- 11.Порядок створення, утримання фонду захисних споруд цивільного захисту та ведення його обліку, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 10 березня 2017 р. № 138 «Деякі питання використання захисних споруд цивільного захисту» – 394 с.
- 12.ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. Зі Зміною № 1». м. Київ, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. 2019 – 36 с.
- 13.ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія». м. Київ, Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. 2011 – 41 с.
- 14.ДБН В.1.1-45:2017 Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положенн. 2017 – 35 с.
- 15.ДБН В.1.1-46:2017 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення. 2017 – 56 с.
- 16.ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України.2015 – 38 с.
- 17.ДБН В.1.1-24:2009 "Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проєктування" . 2010 – 53 с.
- 18.ДБН В.1.2-9:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека і доступність під час експлуатації. 2021 – 118 с.
- 19.ДБН В.1.2-14:2018 "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд". 2018 – 41 с.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						156
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 20.ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 Основи проєктування конструкцій. 2009 – 68 с.
- 21.ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проєктування. Зміна № 1. 2007 – 72 с.
- 22.ДБН В.1.2-6:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість. 2021 – 36 с.
- 23.ДБН В.2.1-10-2018 "Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення". 2018 – 42 с.
- 24.ДСТУ Б В.2.1-27:2010 Основи та фундаменти споруд. Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань. 2010 – 67 с.
- 25.ДСТУ-Н Б В.1.1-40:2016 Настанова щодо проєктування будівель і споруд на слабких ґрунтах.2016 – 70 с.
- 26.ДСТУ Б В.2.6-193:2013 Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проєктування. 2013 – 49 с.
- 27.ДБН В.2.2-9:2018 "Громадські будинки та споруди. Основні положення". 2018 – 49 с.
- 28.ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди. Заклади освіти. Зі Зміною № 1. 2018– 19 с.
- 29.<https://bud-info.net.ua/rozrahunok-budivelnyh-konstruktsij/ryklad-rozrahunku-plyty-perekryttya-balkonuprodovzhennya/>
- 30.Закон України “Про будівельні норми” – 72 с.
- 31.ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проєктування. 2007 – 75 с
- 32.Бабич Є.М., Караван В.В., Бабич В.Є. Діагностика, паспортизація та відновлення будівель інженерних споруд Підручник., Рівне 2018 – 177 с.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						157
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

33. Богаченко С.В. УДК 69.003.12:69.025 Дисертація «Моніторинг технічного стану будівель та споруд на основі інформаційних технологій», м. Дніпро, 2024 – 172 с.
34. Клименко Є.В. Технічна експлуатація і реконструкція будівель та споруд. Підручник, Київ, 2004 – 301 с.
35. Довженко О.О. Технічна експлуатація будівель і споруд (обстеження, визначення зносу, оцінювання технічного стану, надійність, збереження): навчальний посібник (практикум)/ В.В.Погрібний, О.О. Довженко – Полтава: ПолтНТУ, 2017. – 226 с.
36. Гавриляк А.І., Базарник І.Б., Кінаш Р.І., Котів М.В., Більський М.Р., Юсик Я.П., Мельник І.В., Назаревич Б.Л., Юсик І.А., Шевчук С.Г., Гайда О.М., Моркляник Б.В., Петренко О.В., Пенцак А.Я., Парнета Б.З. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель: навч. посібник, м. Львів, 2006 – 538 с.
37. Губій М. М. Проектування підсилення будівель та споруд із застосуванням сучасних матеріалів і технологій: навч. посібник / М. М. Губій, Р. М. Ахмеднабієв. – Х.: Тимченко, 2007. – 192 с.
38. Клименюк Т., Проскураков В., Ковальчук Х. Ілюстрований словник архітектурних термінів. 3-тє вид., допов. і перероб. Львів: Львівська політехніка, 2019. С. 152.
39. Тимофієнко В. Архітектура і монументальне мистецтво: терміни і поняття. Київ: Інститут проблем сучасного мистецтва; Головкиївархітектура, 2002. С. 225-226.
40. Діагностика та оцінка технічного стану будівельних конструкцій та основаній будівель та споруд: метод. рекомен. / Березюк А. Н., Савицкий Н. В., Шимон Н. И. Гузеев Е. А., Баташева К. В. Днепропетровск: ПГАСА, 1996 – 413 с.

										Арк.
										158
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601-Бм. 11393388. ПЗ					

41. Технічна експлуатація, реконструкція та модернізація будівель та споруд. Ч. 2.: конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спец. 192 Будівництво та цивільна інженерія денної та заоч. форм навч. / уклад. С.Я. Дробішинець. – Луцьк: ЛНТУ, 2024. – 108 с.

42. Kian P. S. A Review of factors affecting building defects in singapore. Dimensi teknik sipil. 2001. Vol. 3(2). Pp 64-68

43. Berkowski P.; Kosior-Kazberuk, M. Material and structural destruction of concrete elements in the industrial environment. Procedia engineering. 2017. 172. Pp 96–103

44. Julio-Betancourt, G.A. Effect of de-icer and anti-icer chemicals on the durability, microstructure, and properties of cement-based Materials. Ph.D. thesis, University of Toronto, 2009. 851 p.

45. Pigeon M., Talbot C., Marchand J., Hornain H. Surface microstructure and scaling resistance of concrete. Cement and concrete research. 1996. Vol. 26. Pp 1555–1566.

46. Valenza J. J., Scherer G. W. A review of salt scaling: II. Mechanisms. Cement and concrete research. 2007. Vol. 37. Pp 1022–1034

47. Thomas M.D.A. Optimizing the use of fly ash in concrete. Portland cement association : Skokie, 2007. P. 24

48. EKström J., Rempling R., Plos M. Spalling in concrete subjected to shock wave blast. Engineering structures. 2016. Vol. 122. Pp 72–82

49. Melchers R.E., Li, C.Q. Reinforcement corrosion initiation and activation times in concrete structures exposed to severe marine environments. Cement and concrete research. 2009. Vol. 39. Pp 1068–1076

50. Chi J. M., Huang R., Yang C. C. Effects of carbonation on mechanical properties

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						159
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

and durability of concrete using accelerated testing method. Journal of marine science and technology. 2002. Vol. 10. Pp 14–20

51. Perrin B., Vu N.A., Multon S., Voland T., Ducroquetz C. Mechanical behaviour of fired clay materials subjected to freeze–thaw cycles. Construction and Building Materials. 2011. Vol. 25. Pp 1056–1064

52. Koniorczyk M., Gawin D., Schrefler B. Multiphysics for spalling prediction of brick due to in pore salt. Computers & Structures. 2018. Vol. 196. Pp 233–245.

53. Semko Oleksandr. Civil building frame-struts steel carcass optimization by efforts regulation / Oleksandr Semko, Anton Hasenko, Olena Filonenko, Nataliia Mahas // ACADEMIC JOURNAL Industrial Machine Building, Civil Engineering. –Полтава: ПНТУ, 2020.–Т.1(54).–С.47-54. doi:<https://doi.org/10.26906/znp.2020.54.2269>.

54. Марченко Д.П., Гасенко А.В. Вимірювання кутів повороту та прогинів залізобетонної плити за допомогою геодезичних приладів // Збірник тез 72-ої наукової конференції Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Т. 1. (21.04-15.05.2020) – Полтава: НУПП імені Юрія Кондратюка, 2020. – С. 55

55. Semko, O.V., Hasenko, A.V., Drobotia, O.V. & Marchenko, D.P. (2022). *Experimental studies of prestressed steel concrete wall girders. Academic journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering, 2 (59), 24-32.* <https://doi.org/10.26906/znp.2022.59.2876>

56. Олександр Семко, Антон Гасенко, Дмитро Марченко. Ресурсозберезувальна технологія врівноваження несучої здатності нерозрізних конструкцій сталезалізобетонних мостів. МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ «Впровадження інноваційних матеріалів і технологій при проектуванні, будівництві та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури в рамках програми «Велике будівництво» тези доповідей 24 -25 листопада Київ, 2022

57. Madureira S., Flores-Colen I., de Brito J., Pereira C., Maintenance planning of

									Арк.
									160
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

facades in current buildings. Construction and building materials. Vol. 147. Pp. 790-802.

58. Basu B, Bursi OS, Casciati F, Casciati S, Del Grosso AE, Domaneschi M, et al. A European association for the control of structures joint perspective. Recent studies in civil structural control across Europe. Structural control and health monitoring. 2014.

59. Mita A. Emerging needs in Japan for health monitoring technologies in civil and building structures. 2nd International workshop on structural health monitoring, Stanford University. 1999.

60. Rytter A. Vibrational-based inspection of civil engineering structures: Ph.D. thesis. Aalborg University, 1993. 207 p.

61. Monavari B. SHM-based structural deterioration assessment : Ph.D. thesis Queensland University of Technology, 2019. 165 p.

62. Stewart M.G. Reliability safety assessment of corroding reinforced concrete structures based on visual inspection information. ACI Structural journal. 2010 Vol.107. Pp. 671-679.

63. Про затвердження Методики проведення обстеження та оформлення його результатів: Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 06.08.2022 №144. - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0898-22#Text> (дата звернення: 04.03.2023)

64. НК 018:2023. Класифікатор будівель та споруд. [Чинний від 2024-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2023. 17 с.

65. Семко О.В, д.т.н., проф., Д.П.Марченко, магістрант. Аналіз особливостей архітектурно-конструктивних елементів фасадів багатоквартирних житлових будинків Збірник матеріалів 76-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Том 1. (14.05-23.05.2024). – Полтава: НУПП, 2024. – С. 168-169.

66. NFPA 101: The Life Safety Code, 2024. 505 p.

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						161
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

67. NFPA 101A: Guide on Alternative Approaches to Life Safety, 2024. 89 p.

68. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. [Чинний від 2017-04-01]. – К.: Мінрегіон України, 2017. – 50 с.

69. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування [Чинний від 2015-01-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2014. – 199 с.

70. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. [Чинні від 2018-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2017. – 53 с.

71. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. [Чинні від 2019-06-01]. – К.: Мінрегіон України, 2019. 43 с.

72. Semko O., Hasenko A., Kyrychenko V., Sirobaba V. (2020) The Rational Parameters of the Civil Building Steel Frame with Struts. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 73. pp 235–243 Springer, Cham https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3_25

73. Oleksandr Semko, Olga Gukasian, Serhii Skliarenko. Effects of concrete core technological defectson the strength of tube confined concrete elements. International Journal of Engineering & Technology. Vol. 7, № 3.2, (2018), pp. 376–381 DOI: 10.14419/ijet.v7i3.2.1455

74. Oleksandr Semko, Olga Gukasian, Serhii Skliarenko. Effects of concrete core technological defectson the strength of tube confined concrete elements. International Journal of Engineering & Technology. Vol. 7, № 3.2, (2018), pp. 376–381 DOI: 10.14419/ijet.v7i3.2.14556

75. Oleksandr Semko, Olga Gukasian, Serhii Skliarenko. Effects of concrete core technological defectson the strength of tube confined concrete elements. International Journal of Engineering & Technology. Vol. 7, № 3.2, (2018), pp. 376–381 DOI: 10.14419/ijet.v7i3.2.14556

					<i>601-Бм. 11393388. ПЗ</i>	Арк.
						162
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

76. Oleksandr Semko, Olga Gukasian, Serhii Skliarenko. Effects of concrete core technological defectson the strength of tube confined concrete elements. International Journal of Engineering & Technology. Vol. 7, № 3.2, (2018), pp. 376–381 DOI: 10.14419/ijet.v7i3.2.14556

77. Oleksandr Semko, Olga Gukasian, Serhii Skliarenko. Effects of concrete core technological defectson the strength of tube confined concrete elements. International Journal of Engineering & Technology. Vol. 7, № 3.2, (2018), pp. 376–381 DOI: 10.14419/ijet.v7i3.2.14556

78. Довженко О.О. Перспективи застосування технології збірно-монолітного каркасу в багатоповерховому будівництві України/ О.О.Довженко, В.В.Погрібний, І.В.Шостак // Нові технології в будівництві: науково-технічний журнал. – № 32'17. – 2017. – С. 79-85. (фах. вид. України)

79. Довженко О.О. Перспективи застосування технології збірно-монолітного каркасу в багатоповерховому будівництві України/ О.О.Довженко, В.В.Погрібний, І.В.Шостак // Нові технології в будівництві: науково-технічний журнал. – № 32'17. – 2017. – С. 79-85. (фах. вид. України)

80. Довженко О.О. Перспективи застосування технології збірно-монолітного каркасу в багатоповерховому будівництві України/ О.О.Довженко, В.В.Погрібний, І.В.Шостак // Нові технології в будівництві: науково-технічний журнал. – № 32'17. – 2017. – С. 79-85. (фах. вид. України)

					601-Бм. 11393388. ПЗ	Арк.
						163
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		