МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота/проект

другий магістерський рівень
(рівень вищої освіти)

на тему: **Аналіз технології відновлення та підсилення тривало експлуатованих будівельних конструкцій при реконструкції будівель та споруд**

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1923-пцб-дн
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми промислове і цивільне будівництво
(код і назва освітньої програми)
Стрєлєнко І.А.
(призвище та ініціали)

Керівник к.т.н. Шокарєв Є.О.
(посада, вчене звання, науковий ступень, призвище та ініціали)

Рецензент доктор PhD Шуваєв А.А.
осада, вчене звання, науковий ступень, призвище та ініціал

Запоріжжя
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра **Промислового та цивільного будівництва**

Рівень вищої освіти **другий магістрський рівень**

(другий (магістерський) рівень)

Спеціальність **192 "Будівництво та цивільна інженерія"**

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма **"Промислове і цивільне будівництво"**

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПЦБ
проф. Арутюнян І.А.
"01" 09 2024 року

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

Стрєлєнко Ігор Андрійович
(прізвище, ім`я по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Аналіз технології відновлення та підсилення тривало експлуатованих будівельних конструкцій при реконструкції будівель та споруд

керівник роботи Шокарєв Є.О.,к.т.н.
(прізвище, ім`я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від "_30_" _09__2024_року №_1486-_с

2. Строк подання студентом роботи 01 лютого 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи основні форми та методи методи підсилення будівельних конструкцій, науково-технічна, навчальна, нормативна та періодична література, основні архітектурні рішення об'єкту будівництва

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, загальні засади та умови експлуатації житлових будівель , аналіз дефектів і ушкоджень конструкцій, порівняння методів відповідно до характеру роботи конструкції, методи реконструкції і підсилення конструкцій будівель

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов`язкових креслень) вступ, основні питання дослідження, аналіз дефектів та ушкоджень, методи підсилення фундаметів, стін, перекриття, загальні висновки по роботі

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Шокарєв Є.О., к.т.н.		
Розділ 2	Шокарєв Є.О., к.т.н.		
Розділ 3	Шокарєв Є.О., к.т.н.		

7. Дата видачі завдання 02 травня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфкаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТА УМОВИ ЕКПЛУАТАЦІЇ		
	ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	10.10.2024	
2.	АНАЛІЗ ДЕФЕКТІВ І УШКОДЖЕНЬ КОНСТРУКЦІЙ	20.11.2024	
3.	МЕТОДИ РЕКОНСТРУКЦІЇ І ПІДСИЛЕННЯ		
	КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД	30.12.2024	
4.	ОФОРМЛЕННЯ ТА ПІДГОТОВКА ДО ЗАХИСТУ	01.02.2025	

Студент (підпис) Стрелєнко І.А. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проєкту (підпис) Шокарєв Є.О. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено (підпис) Данкевич Н.О. (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Стрєлєнко І.А. Аналіз технології відновлення та підсилення тривало експлуатованих будівельних конструкцій при реконструкції будівель та споруд

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Є.О. Шокарєв. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебня, кафедра промислово та цивільного будівництва, 2024.

В роботі проаналізовані та досліджені найбільш характері методи підсилення будівельних конструкцій, а саме: фундаментів та основ, залізобетонних та металевих конструкцій, цегляних стін та стовпів. Визначені фактори, що впливають на термін експлуатації будівель і споруд з метою встановлення раціонального обсягу вимірювальних робіт для отримання даних для безпечної експлуатації об'єкта.

Виділено види загроз пошкодження будівель і споруд, які можуть мати класифікаційні ознаки на основі пошкодження будівель, які можуть мати класифікаційні ознаки на основі швидкості їх виникнення.

Обґрунтовано вибір раціональних методів посилення та відновлення конструкцій на стадії розробки проєктів з реконструкції будівель та споруд.

Ключові слова: фізичний та знос, ушкодження, дефекти, корозія, захисний шар, довговічність, надійність, ремонт, відновлення.

Список публікацій магістранта:

1. Данкевич Н.О., Стрелєнко І.А. Аналіз технології відновлення та посилення тривалоексплуатованих будівельних конструкцій при реконструкції будівель та споруд. . *Молода наука-2024:* зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 17-22 квіт. 2024р. Запоріжжя, 2024. С324-326.

ABSTRAKT

Strelenko I.A. Analysis of the Technology of Restoration and Strengthening of Long-Used Building Structures During Reconstruction of Buildings and Structures.

Qualifying final work for obtaining a higher education master's degree in specialty 192 Construction and civil engineering, scientific supervisor E.O. Shokarev Zaporizhzhya National University, Y.M Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Industrial and Civil Engineering, 2024.

The paper analyzes and investigates the most typical methods of strengthening building structures, namely: foundations and bases of reinforced concrete and metal structures, brick walls and pillars. The factors affecting the service life of buildings and structures are determined in order to establish a rational scope of measurement work to obtain data for the safe operation of the facility. The types of threats of damage to buildings and structures that may have classification features based on the damage to buildings that may have classification features based on the speed of their occurrence are highlighted. The choice of rational methods for strengthening and restoring structures at the stage of developing projects for the reconstruction of buildings and structures is substantiated.

Keywords: physical and wear and tear, damage, defects, corrosion, protective layer, durability, reliability, repair, restoration.

List of postgraduate publications

1. Данкевич Н.О., Стрелєнко І.А. Аналіз технології відновлення та посилення тривалоексплуатованих будівельних конструкцій при реконструкції будівель та споруд. . *Молода наука-2024:* зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 17-22 квіт. 2024р. Запоріжжя, 2024. С324-326

ЗМІСТ

ВСТУП…… 7

1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТА УМОВИ ЕКПЛУАТАЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ…….. 10

1.1 Аналіз чинників, що впливають на термін життя будівлі…….. 10

1.2 Причини і можливі ушкодження будівель……. 11

1.3 Обґрунтування необхідність ремонту і реконструкції будівель…….. 13

2 АНАЛІЗ ДЕФЕКТІВ І УШКОДЖЕНЬ КОНСТРУКЦІЙ…….... 17

2.1 Дефекти і ушкодження залізобетонних конструкцій…… 17

2.2 Дефекти і ушкодження металевих конструкцій……. 24

2.3 Дефекти і ушкодження кам'яних конструкцій…… 28

3 МЕТОДИ РЕКОНСТРУКЦІЇ І ПІДСИЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД…….. 32

3.1 Методи реконструкції будівель і споруд……. 32

3.2 Методи посилення конструкцій будівель і споруд……. 35

3.2.1 Загальні відомості……... 35

3.2.2 Методи підсилення конструкцій фундаментів……. 37

3.2.3 Методи посилення конструкцій стін……. 52

3.2.4 Методи посилення перекриття будівель …….. 72

3.3 Особливості реконструкції та посилення конструкцій житлових будинків…… 85

ВИСНОВКИ……... 92

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 93

ВСТУП

Актуальність теми. Нині зріс об'єм будівництва і реконструкції, у тому числі і на щільно забудованих територіях. При цьому загальним для більшості країн є те, що спостерігається тенденція до збереження існуючих будівель.

Будівельники завжди прагнули зводити будівлі довговічними і зручними в користуванні. Проте в наше століття науково-технічного прогресу вимоги до зручності і відповідності функціональному призначенню будівель підвищуються швидше, ніж вони зводяться.

Тому зараз особливо актуальним стало завдання приведення у відповідність з вимогами сьогоднішнього дня великої кількості будівель. Збереження і подальше використання таких будівель стає можливим завдяки реконструкції.

Кам'яні, капітальні будівлі фактично служать більше 100 років, проте більшість конструкцій будівлі мають значно менший термін служби. Досвід експлуатації цивільних будівель свідчить про те, що конструкції балконів, парапетних стін, карнизів, пілястрів, ліпнини і інших декоративних елементів, якими облаштовані фасади, в першу чергу схильні до деформацій і ушкоджень.

Значний фізичний знос одних конструкцій, залишених без уваги, приводить до ушкодження інших. Приміром, в мікротріщини, що з'явилися, потрапляє волога, яка при замерзанні і відтаванні руйнує спочатку захисні шари, а після сприяє корозії металевих кріпильних і несучих елементів. Підтоплення будівель зливовими стоками через відсутність або ушкоджень вимощення - призводить до просідання ґрунтів підстав, деформаціям фундаментів і стін.

Тому первинне значення в експлуатації будівель має своєчасний контроль їх технічного стану, перевірка справності будівельних конструкцій і інженерного обладнання. Такий регулярний, причому не лише візуальний, але

і інструментальний контроль запобігає передчасний вихід будівель з ладу, дозволяє обґрунтовано планувати і проводити профілактичні заходи по їх збереженню.

Більшість аварій відбуваються на об'єктах, які знаходяться в процесі експлуатації. Не дивлячись на те, що ці будівлі і споруди повинні були неодноразово обстежуватися відповідно до діючих норм. З публікацій відомі немало випадків, коли із-за незадовільної діагностики і не вжиття своєчасних заходів по посиленню і відновленню конструкцій відбувалися великі обвалення.

Недостатність державного фінансування привела до того, що значно загострилася проблема забезпечення експлуатаційної надійності будівель і споруд і значно збільшилася кількість аварій. Величезна кількість об'єктів житлового фонду на усій території України вимагає капітального ремонту.

Таким чином, головними причинами, що призводять до необхідності реконструкції будівель і споруд в даний момент, є їх великий фізичний і моральний знос і незадовільна експлуатація.

У зв'язку з вищевикладеним, проблема ефективної діагностики, підсилення і відновлення конструкцій при реконструкції будівель і споруд є особливо актуальною.

Метою магістерської роботи є узагальнення досвіду і методів по посиленню і відновленню конструкцій, а також їх окремих елементів, у будівлях і спорудах, що тривало експлуатуються.

Для досягнення вказаної мети необхідно вирішити **наступні завдання**:

-аналіз факторів, що впливають на термін життя будівлі в процесі експлуатації;

аналіз причини виникнення пошкоджень та дефектів будівель та побудова класифікації ушкоджень і деформацій будівель і несучих елементів;

- визначення принципів раціонального вибору методів підсилення і відновлення конструкцій будівель;

- впровадження результатів теоретичних досліджень на реальних об'єктах.

Об’єкт дослідження: будівельні проєкти і програми.

Предмет дослідження: проблеми вибору раціональних методів підсилення та відновлення конструкцій на стадії розробки проєктів з реконструкції будівель та споруд.

Методами дослідження послужили: узагальнення зарубіжного та вітчизняного досвіду теоретичних досліджень в області відновлення та підсилення конструкцій, системно-структурний аналіз, виробничі спостереження.

Наукова новизна: за результатами магістерської роботи одержані данні про можливість застосування методів підсилення, що будуть в економічному та конструктивному сенсі найефективнішими.

Практичне значення. впровадження в практику комплекс заходів, що забезпечують підвищення несучої здатності та експлуатаційних властивостей будівельних конструкцій, з урахуванням фактично діючих на них навантажень, до проєктних значень.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення роботи докладалися в 2024 році на XVII університетської науково-практичної конференції студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2024», (Запоріжжя, 2024р.) за результатами якої опублікована збірка тез доповідей.

Структура і об'єм магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 95 сторінок тексту, у тому числі 19 рисунки, 16 таблиць. Список використаних джерел містить 27 найменування.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТА УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

1.1 Аналіз чинників, що впливають на термін життя будівлі

В процесі експлуатації житлові будівлі піддаються численним природним і технологічним діям, які враховувалися при проєктуванні. Проте в практиці експлуатації будівель на них сумарно впливають численні чинники, які призводять до прискореного зносу конструкцій. Щоб попередити прискорений знос, витрачаються значні матеріальні засоби. Конструкції будівель і споруд піддаються зовнішнім і внутрішнім діям різної інтенсивності(рис 1.1)[10].

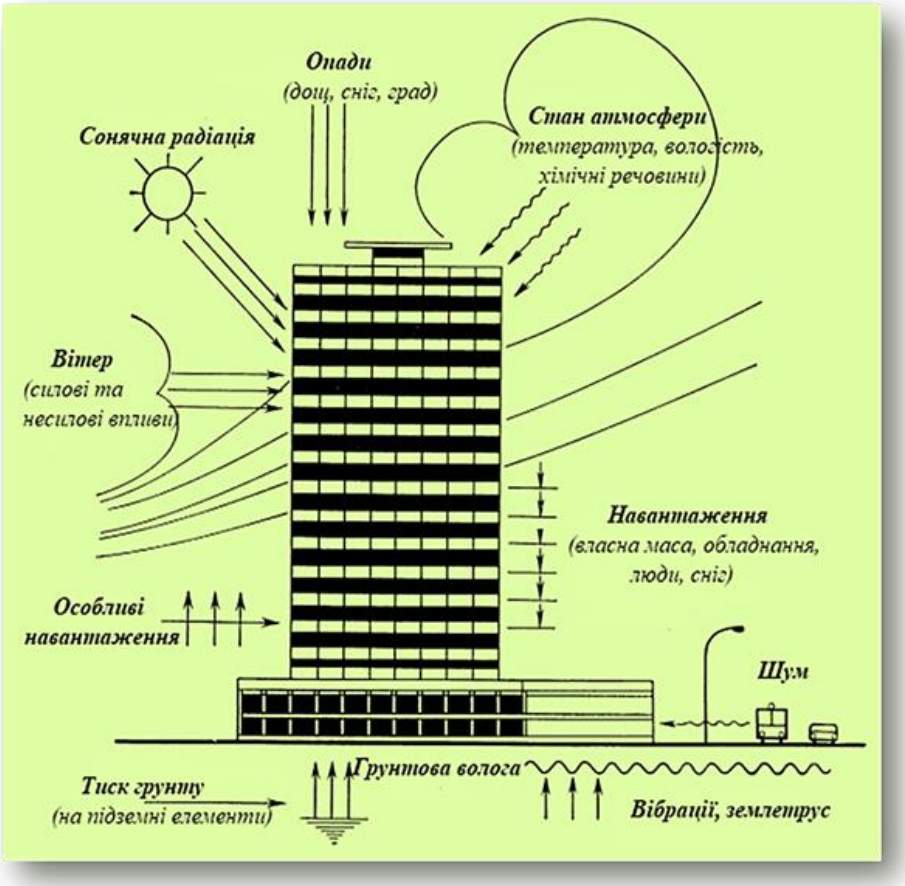


Рисунок 1.1 - Зовнішні впливи на будинок

Ці впливи підрозділяють на силові і несилові (вплив середовища).

До силового відносять навантаження від власної маси елементів будинку (постійні навантаження), маси устаткування, людей, снігу, навантаження від дії вітру (тимчасові) й особливі (сейсмічні навантаження, впливи в результаті аварії устаткування і т.п.).

До несилового відносять температурні впливи (викликають зміни лінійних розмірів конструкцій), вплив атмосферної і ґрунтової вологи(викликає зміну властивостей матеріалів конструкцій), рух повітря (зміна мікроклімату в приміщенні), вплив променистої енергії сонця (викликає зміна фізико-технічних властивостей матеріалів конструкцій), вплив агресивних хімічних домішок, що містяться в повітрі (можуть призвести до руйнування конструкцій), біологічні впливи (викликані мікроорганізмами чи комахами, що призводять до руйнування конструкцій), вплив шуму від джерел усередині чи поза будинком, що порушують нормальний акустичний режим приміщення. З урахуванням вказаних впливів будинок повинен задовольняти вимогам міцності, стійкості і довговічності[5].

З урахуванням указаних впливів будинок має задовольняти вимогам міцності, стійкості і довговічності.

1.2 Причини і можливі ушкодження будівель

Можливі ушкодження будівлі і його конструкцій класифікуються за наступними основними ознаками[2]:

– причинам, що їх, що викликають;

– механізму корозійного процесу руйнування конструкцій;

– значущості наслідків руйнування і трудомісткості відновлення будівель;

– причинами, що викликають ушкодження будівель, являються:

– дії зовнішніх природних і штучних чинників;

– дія внутрішніх чинників, обумовлених експлуатацією інженерних комунікацій і устаткування;

– прояв помилок, допущених при дослідженнях, проектуванні і зведенні будівель;

– недоліки і порушення правил експлуатації будівель.

Найчастіше житлові будівлі, їх конструктивні елементи передчасно виходять з ладу в результаті не одного, а сумарної дії чинників це, раніше усього зволоження змінні температури, а так само механічні і інші види дії. При цьому помітний вплив одного, якого або чинника, частенько сприяє різкому посиленню дії на конструкції інших чинників. На рисунку 1.2 приведена класифікація причин ушкодження будівельних конструкцій.

Причини, які визивають пошкодження конструкцій будівлі

Зовнішні фактори	Внутрішні фактори	Проява помилок проєктування і будівництва	Порушення правил експлуатації
- атмосферні; - кліматичні; - ґрунтові; - сейсмічні; - біологічні; - динамічні; - блукаючі токи	- експлуатаційне старіння; - агресивне середовища (пар, газ, вода); - динамічний вплив	- втрата міцності і стійкості; - пошкодження несучих елементів; - пошкодження другорядних елементів	- порушення правил експлуатації; несвоєчасний ремонт; - неякісний ремонт.

Рисунок 1.2 - Класифікація причин пошкодження будівельних конструкцій

По мірі руйнування і значущості наслідків можна виділити три категорії ушкоджень :

1) Ушкодження аварійного характеру викликані сукупністю дії різних чинників внаслідок яких виконується відновлення окремих частин або усієї будівлі;

2) Ушкодження основних елементів не аварійного характеру що усуваються при капітальному ремонті або реконструкції;

3) Ушкодження другорядних елементів(обробка штукатурка стелі) усуваються при поточному ремонті.

1.3 Обґрунтування необхідність ремонту і реконструкції будівель

Аналіз причин ремонту і реконструкції цивільних будівель необхідно розпочинати з класифікації цієї проблеми за двома основними ознаками.

Перша група причин ремонту і реконструкції це погіршення фізичних(міцністних і цілого ряду інших експлуатаційних) властивостей окремих будівельних конструкцій і будівлі в цілому внаслідок експлуатації. Сюди відноситься термін експлуатації будівлі, будівельні матеріали, з яких виконані окремі конструкції і конструктивні елементи, умови експлуатації.

Друга група причин ремонту і реконструкції - це необхідність в зміні функціонального призначення будівлі, що склалася на цьому етапі, або пристосування його до сучасних або індивідуальних вимог комфорту, естетики або експлуатаційної доцільності, яку хочуть отримати користувачі приміщень або будівель[2,10].

Найважливішими характеристиками технічного стану конструкції, інженерного і технологічного устаткування, а також будівлі в цілому являються фізичний і моральний знос[20].

Відомо, що визначальним для довговічності і надійності будівель і споруд є фізичний знос.

Під фізичним зносом конструкції, елементу, системи інженерного устаткування(далі системи) і будівлі в цілому слід розуміти втрату ними первинних техніко-експлуатаційних якостей (міцності, стійкості, надійності, довговічності) в результаті дії природно-кліматичних чинників і життєдіяльності людини.

Фізичний знос на момент нею оцінки виражається співвідношенням вартості ремонтних заходів, об'єктивно необхідних для усунення ушкоджень конструкції, елементу, системи або будівлі в цілому і їх відновній вартості.

Фізичний знос окремих конструкцій, елементів, систем або їх ділянок оцінюють, зіставляючи ознаки фізичного зносу, виявлені в результаті обстеження, з їх значеннями.

Фізичний знос конструкції, елементу або системи, що мають різну міру зносу окремих ділянок, визначають по формулі:

$$Фk = \sum_{i=1}^{i=n} Фi * Pi/Pk, \quad (1.1.)$$

Де Фk - фізичний знос конструкції елементу або системи %;

Фі - фізичний знос(%), ділянки конструкції, елементу або системи;

Рі - розміри(площа або довжина) пошкодженої ділянки, $м^2$ або м;

Рk - розмір усієї конструкції $м^2$ або м;

n - число пошкоджених ділянок.

Фізичний знос будівлі визначають по формулі:

$$Фз = \sum_{i=1}^{i=n} Фki * Ii, \quad (1.2)$$

Де Фз - фізичний знос будівлі %;

Фki - фізичний знос окремої конструкції, елементу або системи %;

Іі - коефіцієнт, що відповідає долі відновної вартості окремої конструкції, елементу або системи в загальній відновній вартості будівлі;

n - число окремих конструкцій, елементів або систем у будівлі.

Долі відновної вартості окремих конструкцій, елементів і систем в загальній відновній вартості будівлі(у %) приймають за укрупненими

показниками відновної вартості житлових будівель, затвердженими в установленому порядку, а для конструкцій, елементів і систем, що не мають затверджених показників, - за їх кошторисною вартістю.

Усереднені долі відновної вартості укрупнених конструктивних елементів будівлі приведені в таблиці 1.1.

Міра матеріального(фізичного) зносу будівлі, окремих його частин залежить від фізичних властивостей матеріалів, використаних при його будівництві, від характеру і геометричних розмірів конструкції, особливостей розташування будівлі на місцевості, умов експлуатації і інших чинників [20].

Таблиця 1.1 - Питома вага вартості конструкції в загальній вартості будівлі

№ з/п	Конструктивні елементи	Питома вага, %
1	Фундаменти	7
2	Стіни зовнішні	20
3	Цоколь та вимощення	5
4	Стіни (внутрішні) і перегородки	15
5	Балкони, карнизи и архітектурні елементи	4
6	Перекриття	7
7	Покриття	3
8	Покрівля	3
9	Сходи	3
10	Підлога	6
11	Вікна і двері	4
12	Оздоблення (в том числі і штукатурка) зовнішнє	3
13	Оздоблення (в том числі і штукатурка) внутрішнє	5
14	Санітарно-технічні і електротехнічні пристрої	12
15	Прочі елементи	3
	Всього	100



Рисунок 1.3 – Можливі причини реконструкції будівель

Таким чином, одній з причин, що викликають необхідність реконструкції, як видно з рис 1.3, являється зниження експлуатаційних властивостей окремих конструкцій, конструктивів і будівель в цілому - тобто фізичний знос. Знаючи характер зносу, деформацій і ушкоджень конструкції, можна підібрати раціональніші конструктивні рішення, методи і способи виробництва ремонтних будівельно-монтажних робіт.

2 АНАЛІЗ ДЕФЕКТІВ І УШКОДЖЕНЬ КОНСТРУКЦІЙ

2.1 Дефекти і ушкодження залізобетонних конструкцій

За своєю природою бетон і залізобетон являються міцними і довговічними матеріалами, в той же час, внаслідок несприятливих умов довкілля вони можуть відносно швидко зруйнуватися.

Дефекти у бетоні обумовлюються багатьма причинами: застосуванням неякісних і неповноцінних початкових матеріалів, розшаруванням суміші при укладанні її в конструкції, великою насиченістю конструкцій гнучкою і жорсткою арматурою, що не забезпечує хорошого ущільнення бетонної суміші, поганим відходом за укладеним бетоном.

Зустрічаються і такі дефекти, як порушення проєктних розмірів конструкції, відхилення в армуванні, попадання у бетон криги, снігу, деревних, глинистих і інших сторонніх включень. Негативно на бетон впливає агресивне середовище, а також різного роду механічні ушкодження.

До найбільш поширеного виду вад в залізобетонних конструкціях відносяться глибинні і поверхневі тріщини, раковини, порожнечі, каверни, прошарки слабкого і неоднорідного бетону, оголення і корозія арматури, частенько конструкції, що значно ослабляють міцність[10,11].

Крім того, до характерних дефектів залізобетонних конструкцій в також відносяться:

– корозія бетону;

– відшарування захисного шару бетону і недотримання товщини захисного шару арматури, передбаченої проектом;

– невідповідність арматурних стержнів проекту по діаметрах, їх кількості або класах стали;

– зниження марок бетону проти проектних;

– пропуски заставних деталей.

Процес руйнування залізобетонних конструкцій дуже складений, оскільки залежить від багатьох чинників, що мають змінний характер. Відшаровування і руйнування бетонного захисного шару, а також подальша корозія арматури можуть істотно понизити довговічність залізобетонних конструкцій. Причиною такого руйнування є сприйняття залізобетонною конструкцією як фізичних, так і хімічних дій.

До фізичних дій на залізобетон, які можуть в істотній мірі понизити довговічність експлуатації цієї конструкції, відносяться:

– зовнішні статичні і динамічні навантаження;

– внутрішня і зовнішня напруга;

– високі і низькі температури, а також перепади температур;

– знос за рахунок контакту з іншими матеріалами або рідинами;

– зміна вологості довкілля;

– опромінення(ультрафіолетове, радіоактивне).

До хімічних дій на залізобетон відносяться:

– корозія арматурної сталі;

– руйнівна дія на бетон із зовнішнього боку, наприклад, кислот, лугів, розчинів солей, вихлопних газів, органічних речовин;

– руйнівна напруга у бетоні за рахунок реакції матеріалів, що містяться у бетоні або проникли у бетон в процесі експлуатації конструкції.

Фізичні і хімічні руйнівні дії можуть бути викликані також чинниками біологічного характеру. Наприклад, це можуть бути різноманітні мікроорганізми, водорості або високі дерева.

Залежно від розташування будівлі різні руйнівні дії на нього можуть виступати в самих різних комбінаціях. Приміром, зовнішні погодні чинники можуть викликати напругу в конструкції різної величини за рахунок перепадів температури, режиму вологості, а також дії талої води і привести до появи тріщин, що, у свою чергу, веде до корозії арматури.

До головних причин руйнування залізобетонних і бетонних конструкцій відносяться:

– неприпустимо тонкий шар бетону, що захищає арматуру. (У технічній літературі в цьому випадку застосовується термін «захисний шар бетону»);

– фізичне(механічне) руйнування або фізична корозія бетону;

– хімічна корозія бетону;

– фізико-хімічна корозія бетону;

– електромеханічна корозія бетону;

– корозія арматури.

Неприпустимо тонкий шар бетону захищає арматуру, веде до втрати активного захисту арматури. Наслідками цього можуть бути відколювання бетону, оголення арматури і її подальша корозія.

Для того, щоб забезпечити надійний захист арматурної сталі від корозії і міцне з'єднання бетону і арматури, необхідно, згідно нормативної документації при виготовленні залізобетонних конструкцій витримувати товщину захисного шару бетону яка різна залежно від умов експлуатації конструкції і діаметру арматури.

Фізичне(механічне) руйнування бетонних конструкцій відбувається в результаті заморожування і відтавання вологи в них, розклинюючої дії пролитих на бетон олій, емульсій і мастил, кристалізації солей при зволоженні конструкцій мінералізованими водами і подальшого випару вологи з вільної їх поверхні, а також із-за механічних зовнішніх навантажень, приміром, динамічних і статичних навантажень в процесі експлуатації конструкції[10-12].





Рисунок 2.1 - Неприпустимо тонкий захисний шар бетону стає причиною відколювання і подальшої корозії арматури

Хімічна корозія розвивається у бетоні при дії на нього агресивного середовища - кислот, солей і лугів які вступають в обмінні реакції з складами цементного каменю внаслідок чого утворюються добре розчинні солі.

При фільтрації кислотних розчинів через товщу бетону продукти руйнування вимиваються, його структура робиться пористою, і конструкція втрачає здатність, що несе. Таким чином, швидкість корозії зростає зі збільшенням концентрації кислоти і швидкості фільтрації.

При високій концентрації CO_2 вуглекислота реагує з карбонатом, перетворюючи його на легкорозчинний бікарбонат Ca(HCO3) 2, який при фільтрації агресивної води вимивається з бетону, істотно знижуючи його міцність.

Таким чином, швидкість руйнування бетону, з одного боку, залежить від товщини шару, що карбонізує, а з іншої - від припливу розчину вуглекислоти.

У реальних конструкціях процес корозії бетону оцінюється за результатами аналізу продуктів фільтрації: якщо у фільтраті виявляється бікарбонат $Ca(HCO_3)_2$, то це свідчить про розвиток корозії. Безпечним для бетону вважається розчин вуглекислоти зі змістом $CO_2 < 15$ мг/л і швидкістю фільтрації менше 0,1 м/с.

Слід зазначити, що при концентрації розчинів кислот вище 0.0001N, практично усі цементні бетони, за винятком кислототривких, швидко

руйнуються. Проте при цьому стійкішими виявляються бетони щільної структури на портландцементе.

Стійкість бетонів в кислотному середовищі також залежить від виду заповнювачів. Менш схильні до руйнування заповнювачі силікатних порід(граніт, сієніт, базальт, піщаник, кварцит).

Лужна корозія цементного каменю відбувається при високій концентрації лугів і плюсовій температурі середовища. У цих умовах розчиняються складові цементного клінкеру(кремнезем і полуторні оксиди), що і викликає руйнування бетону. Стійкішими до лужної корозії є бетони на портландцементе і заповнювачах карбонатних порід.

Кристалізаційна корозія*(*кристалізація солей) може йти двома шляхами:

– хімічною взаємодією агресивного середовища з компонентами цементного каменю;

– підсосом ззовні соляних розчинів.

Визначальним чинником кристалізаційної корозії є наявність у водних розчинах сульфатів кальцію, магнію, натрію, здатних при взаємодії з трьохкальцієвим гідро алюмінатом цементу утворювати кристали. Отже, до стійкіших до корозії слід відносити такі бетони, в яких використані цементи з низьким вмістом трьохкальцієвого алюмінату, а саме: в портландцементе - до 5 %, в пуццолановом і шлакопортландцементе - до 7 %.

Інтенсивність руйнування залежить також від швидкості фільтрації води через неї якщо вода на внутрішній поверхні випаровується те розчинені солі ущільнюють конструкцію, якщо ж швидкість фільтрації більше швидкості випару води на поверхні вона не устигає випаруватися і відносить розчинені солі внаслідок чого конструкція руйнується.

Зовнішньою ознакою корозії такого виду є білий наліт на поверхні конструкції в місці виходу води що і послужило основою назвати цей вид корозії «білою смертю» бетону.

Наліт - це що випали в осад розчинені у бетоні солі, зокрема гідрат окислу кальцію і карбонат кальцію. При цьому гідрат окислу кальцію під впливом вуглекислого газу з довкілля перетворюється на карбонат кальцію.

У технічній літературі можна зустріти термін «карбонізує» який характеризує цей процес. Та, що карбонізує бетону веде до втрати бетоном його захисних властивостей, арматура піддається дії агресивного середовища. В результаті тієї, що карбонізує на поверхні бетону утворюються тонкі тріщини, які згодом можуть привести до відшарування бетону.

Якщо приплив води дуже малий і вона випаровується на поверхні бетону те гідрат окислу кальцію залишається в товщі бетону ущільнює його і припиняє фільтрацію. Цей процес називається самолікуванням бетону.

Для запобігання фізико-хімічній корозії рекомендується ізоляція споруд від агресивних вод тих, що містять сульфати, а також їх відведення, зниження концентрації солей, що впливають на розчини.

Довговічність залізобетону визначається здатністю бетону і арматури в сукупності тривало протистояти дії агресивного зовнішнього середовища.

Руйнування залізобетону може бути результатом корозії, як бетону, так і арматури. У першому випадку довкілля агресивне по відношенню до бетону і внаслідок цього він руйнується і при цьому оголюється і руйнується арматура. Якщо ж довкілля неагресивне по відношенню до бетону але агресивна до арматури те вона викликає її корозію.

Корозія металевої арматури може бути хімічною електрохімічною або може викликатися блукаючими струмами. Ця корозія розвивається у тому випадку, якщо в захисному шарі бетону є тріщини, через які до арматури проникає кисень, вуглекислий газ, вода або по порах і капілярах поступає агресивний розчин. Ділянка арматури під тріщиною придбаває більше негативний потенціал, стає анодом і руйнується, а ділянка в щільному бетоні стає катодом.

У залізобетонних конструкціях частіше спостерігається не корозія бетону, а корозія арматури. Захисний шар бетону не завжди надійно закриває доступ до арматури вологи, кисню і кислотоутворюючих газів. Це буває при недостатній щільності бетону і малій товщині захисного шару або в результаті руйнувань в нім під впливом агресивних середовищ, силових або температурних дій.

У щільному бетоні арматура може зберігатися дуже тривалий час. Під впливом лужного середовища цементного бетону(pH=12,5-12,6) сталева арматура пасивується, тобто захищається від окислення. Проте лужність захисного шару бетону в результаті дії води і двоокисів вуглецю CO2и сірки SO2, що містяться в повітрі, поступово знижується, і, якщо вона виявляється нижче значення pH=9,5, в арматурі починаються окислювальні процеси. Швидкість корозії залежить від повітропроникності бетону. Тобто, процес корозії арматури буде тим активніше, чим менше лужності бетону і чим більше його пористість і міра руйнування.

Руйнування арматури залізобетонних конструкцій може мати характер рівномірного зменшення площі перерізу по усій її поверхні або виразкової поразки окремих ділянок.

Небезпечніша виразкова корозія, відбувається швидке зменшення перерізу арматури. Крім того, виразкову корозію, що не руйнує захисний шар бетону, своєчасно важко виявити Особливо небезпечна виразкова корозія в заздалегідь напружених конструкціях оскільки наводить до обривів арматури і аварій цих конструкцій.

Як показала практика, виразкова корозія часто виникає після добавок у бетон хлористих солей, тому вводити їх при використанні арматури з високоміцного дроту не рекомендується. У заздалегідь напружених конструкціях має місце особливо небезпечний вид корозії - «корозія під напругою». Вона проявляється у вигляді поперечних тріщин, що виникають в умовах одночасної дії на метал великої розтягуючої напруги і електрохімічного корозійного процесу. Із-за корозійного розтріскування

арматури відбувається крихке її руйнування і подальше обвалення конструкцій. Ось чому заздалегідь напружені залізобетонні конструкції, особливо з арматурою в каналах, не можна експлуатувати в умовах агресивних середовищ, в пер-вую чергу це стосується тих промислових і цивільних будівель, де в процесі виробництва можлива дія на конструкції сірководня або розчинів роданистого амонію.

Товщина захисного шару бетону повинна відповідати вологості і агресивності середовища, крім того, враховувати товщину використовуваної арматури. Визначають її згідно ДБН 8.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції». Проте дотримання нормативної товщини захисного шару і навіть її збільшення не завжди ефективно при недостатній щільності бетону. Якщо все ж захисні властивості бетону виявляться недостатніми внаслідок великої проникності, треба удатися до додаткових заходів.

Одним з таких заходів є оцинковування арматури (що значно збільшує вартість конструкції). Вона іноді застосовується для захисту напружуваної арматури.

2.2 Дефекти і ушкодження металевих конструкцій

Захист металоконструкцій від корозії і руйнування з метою підвищити їх надійність і довговічність є важливим завданням працівників експлуатаційних служб будівель. Збиток від корозії вимірюється не лише втратою металу, але і передчасним виходом з ладу несучих конструкцій будівлі.

По суті процесів які виникають розрізняють два основні види корозії металевих будівельних конструкцій хімічну і електрохімічну.

Хімічна корозія протікає в газах і парах при високій температурі або при взаємодії з неелектролітами, проявляється в окисленні металу, електрохімічна

корозія - в електролітах за наявності гальванічних пар(т е під дією на метали і сплави води, розчинів електролітів і вологих газів). Електрохімічна корозія найбільш поширена і призводить до найбільших руйнувань, оскільки протікає в атмосферній і ґрунтовій вологі, в морській, річковій і водопровідній воді і в побуті[2,10,11].

Корозія металевих конструкцій (рис. 2.2) завжди розпочинається з поверхні металу і поступово проникає в глибші шари. Внаслідок корозії на металевій поверхні утворюються хімічні сполуки, які або залишаються на поверхні металу у вигляді плівок, солей, оксидів і т п. або переходять в зовнішнє середовище.

Жовто-коричнева іржа на сталі, зелені плями на мідних виробах і білий наліт на алюмінії - усе це продукти руйнування цих металів агресивним середовищем.



Рисунок 2.2 - Корозія металевих конструкцій

Якщо продукти корозії видалити з поверхні металу, то можна виявити рівномірно зруйновану поверхню металу або роз'їдені місця у вигляді плям, раковин і точок. Залежно від умов проходження корозійного процесу, природи металу і агресивного середовища, корозію металів розділяють на рівномірну і місцеву. Рівномірна корозія поширюється по усій поверхні металу. Місцева корозія зосереджена на його окремих ділянках, проте механічні властивості конструкції різко змінюються при цьому. Характерними видами місцевої корозії є: вибіркова, точкова, окремі плями і виразки [10,11,20].

Внаслідок корозії товщина металу зменшується. Якщо не вжити заходи до його захисту, то металеві конструкції дуже швидко можуть повністю зруйнуватися.

За умовами проходження корозійного процесу розрізняють такі види корозії металів:

– атмосферна корозія - найбільш поширений вид руйнування металів і сплавів, обумовлений головним чином дією на метали вологості і газів, яка є в повітрі(сірчаний, вуглекислий і т п), а також випадіння на поверхню конденсату, викликаного добовими коливаннями температур навколишнього повітря;

– ґрунтова корозія відбувається при взаємодії металу з ґрунтом, обумовлена вона неоднорідністю довкілля і нерівномірністю доступу у зв'язку з цим кисню до різних ділянок підземних конструкцій;

– корозія від блукаючих струмів обумовлена дією постійних блукаючих струмів, що утворюються в результаті витоку електричного струму з провідників(наприклад корозія, що викликається витікаючими струмами з трамвайних колій);

– рідинна корозія пов'язана з дією на метали і сплави розчинів кислот, солей, лугів, морської води або розчинів не електролітів;

– структурна корозія виникає внаслідок структурної неоднорідності металів;

– корозія під напругою виникає при одночасній дії агресивного середовища і механічної напруги.

Міра і швидкість корозії металоконструкцій і виробів з металу розташованих на відкритому повітрі, визначаються, головним чином відносною вологістю атмосфери, яка змінюється залежно від умов довкілля. Дія відносної вологості посилюється в містах присутністю в повітрі різних хімічних речовин, що виділяються з відходами промислового виробництва і шкідливо діють на метал[11,20,21].

Усередині будівель режим вологості може порушитися внаслідок тривалих протікань через покрівлю і комунікаційні системи із-за неправильної експлуатації приміщень, відсутності наскрізного провітрювання, виділення пари при технологічних процесах і т п. В підвальних приміщеннях, де висока вологість повітря - звичайне явище, металеві конструкції, не захищені бетоном або іншими матеріалами, піддаються інтенсивнішій корозії.

Стикаючись з необхідністю ремонту або посилення будівельних конструкцій ослаблених в результаті корозії металів, треба виявити і проаналізувати причини корозійного руйнування і результати цього аналізу враховувати при розробці рекомендацій по заміні або ремонту посиленню і подальшій експлуатації конструкцій.

Окрім корозії, до причин дефектів в металевих конструкціях відносяться застосування неякісного металу, а також відсутність належного відходу за ними в період експлуатації. При виплавці сталі, в ній може опинитися зайва кількість вуглецю і таких шкідливих домішок, як сірка і фосфор. При зміні вмісту вуглецю в сталі усього лише на 0, 1% майже наполовину знижується її міцність на розтягування. Украй небажані у будівельній сталі шлакові включення, газові пухирі, усадкові раковини. Присутність в сталі фосфору і сірки погіршує її зварюваність, збільшує крихкість.

Ушкодження і руйнування металевих конструкцій можуть виникати також внаслідок перенапружень, обумовлених помилками при конструктивних рішеннях і статичних і динамічних розрахунках, недообліку снігових, вітрових і інших навантажень. Крім того, можливі технологічні порушення при заводському виготовленні металоконструкцій. В цьому випадку первинну роль грає якість зварювання, правильність постановки заклепок і болтів.

Зварні шви можуть бути виконані з відхиленнями від діючих технічних умов і правил, з використанням електродів не тих марок, які передбачені проектом, в наплавленому металі можуть спостерігатися пори, шлакові включення. Низька якість зварювання може бути обумовлена виконанням її

при низьких негативних температурах. Згодом в таких швах утворюються тріщини, які без огляду, що регулярно проводиться, залишаються непоміченими і поступово призводять до послаблення конструкцій і навіть до їх аварії.

Аналізуючи результати обстеження експлуатованих металевих конструкцій, можна зробити висновок, що основними причинами їх руйнування є:

– недостатній облік середовища експлуатації конструкції при її проектуванні і виготовленні;

– відсутність необхідних матеріалів і устаткування для облаштування надійного захисту від корозії;

– відсутність контролю за станом конструкції в процесі експлуатації і, як наслідок - невиконання своєчасного профілактичних заходів.

2.3 Дефекти і ушкодження кам'яних конструкцій

Найбільш поширеними дефектами і ушкодженнями кладки є[20.22]:

– різноколірні розлучення на поверхні кладки(відкладення солі);

– розчин, що розсипається, верхні поверхні кладки, що розшаровуються, випадні камені, опуклості зовнішніх кам'яних стін підвалу;

– вивітрювання швів кладки і руйнування поверхневого шару каменів кладки;

– розшарування зовнішніх поверхонь каменів і штукатурки в області цоколя будівлі;

– ушкодження зовнішньої штукатурки, наприклад відшаровування розчину на цоколі будівлі;

– висока вологість на внутрішній поверхні кладки(пліснява, грибки відшарування матеріалу);

– тріщини в цегляній кладці.

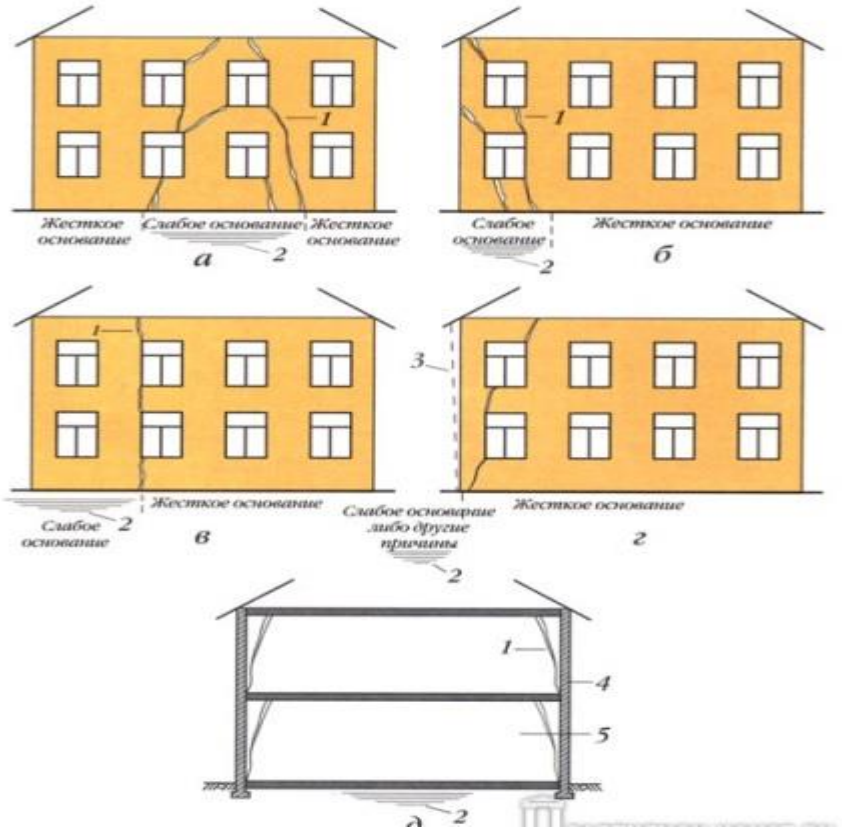


Рисунок 2.3 - Причини утворення тріщин в стінах будівлі: а - осаду середній частині будівлі; б - осаду крайній частині будівлі; в - осаду частини будівлі (утворення тріщини постійної величини по всій висоті будівлі); г - відхилення стіни від вертикалі; д - різниця в опадах пересічних стін (внутрішніх і зовнішніх); 1 - тріщини; 2 - осадова воронка (про існування якої можна тільки припускати); 3 - відхилення стіни; 4 - зовнішні стіни; 5 - внутрішня стіна.

Причини дефектів конструкцій з кладки можна розподілити на 4 групи:

1) Конструктивні помилки:

– нерівномірні опади окремих частин будівлі

– невідповідність здатності несучого матеріалу, стін діючому навантаженню;

– застосування для кладки що не відповідають нормативам розчинів і матеріалів;

– порушення просторової жорсткості стінового каркасу, наприклад в місцях примикання стін;

– відсутність горизонтальної гідроізоляції стін з кладки від висхідної вологи

2) Незадовільна експлуатація несучих конструкцій будівлі:

– просідання фундаментів із-за незадовільного технічного стану підземних інженерних комунікацій

– систематичне перезволоження кладки стін в результаті несправних карнизних зливів покрівлі водостічних труб, вимощення навколо будівлі;

– вивітрювання розчину на значну глибину кладки;

– промерзання кладки із-за її незадовільної гідро- і теплоізоляції.

3) Виробничі і технологічні помилки**:**

– пробивка отворів в цегляній кладці (з порушенням технологічній послідовності) і в несучих стінах;

– бічне витріщення кладки внаслідок наприклад одностороннього розпору зведення перекриття;

– обштукатурювання поверхні кладки цементним або жирним розчином, а також забарвлення цегляної поверхні масляними фарбами, що володіють малою воздухо-паропроницаемостью, що порушує нормальний режим вологості стін;

– неякісне закладення раніше пробитих гнізд або штраб;

– розбирання перекриття з порушенням технології.

4) Помилки проектування **:**

– перерозподіл діючих навантажень, що призводить до перенапруження цегляних простінків;

– збільшення поверховості або надбудова будівлі без урахування дійсної здатності, що несе, стін і фундаментів;

– розташування будівлі, що знову зводиться, у безпосередній близькості від існуючого.

Можливі причини утворення тріщин в кладці фундаментів і стін. Тріщини є найбільш поширеним дефектом кам'яних конструкцій. Причинами їх появи в кладці фундаментів і стін можуть бути:

– руйнування кладки за рахунок внутрішніх сил, обумовлених особливостями фізико-механічних властивостей матеріалів і впливом довкілля в процесі експлуатації будівлі;

– руйнування елементів фундаментної кладки і/або розчину внаслідок їх старіння, пов'язаного з дією вологи;

– нерівномірне осідання основи кладки фундаментів

– викликана, приміром, зниженням рівня ґрунтових вод або

– розташуванням будівлі на місцевості;

– підошва фундаменту, виконаного з кладки, розташована в шарі ґрунту(наприклад, при будівництві житлових одноповерхових будівель нижня частина фундаменту має бути розташована залежно від кліматичної зони не вище 80-120 см від поверхні ґрунту, тобто в шарі ґрунту, що не промерзає), що промерзає;

– фундамент, виконаний з кладки, розмивається поверхневими водами, наприклад, внаслідок незадовільного стану вимощення;

– збільшення навантажень на елементи кладки внаслідок ремонту, реконструкції або надбудови будівлі або зміни його функціонального призначення;

– невідповідність здатності існуючої кладки, що несе, її фактичному навантаженню.

3 МЕТОДИ РЕКОНСТРУКЦІЇ І ПІДСИЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

3.1 Методи реконструкції будівель і споруд

Реконструкція будівлі це процес включає оцінку його стану і виконання комплексу ремонтно-будівельних робіт спрямований на перевлаштування або відтворення окремих конструктивів або усієї будівлі в цілях вдосконалення або зміни його функціонального на значення і продовження терміну його подальшої експлуатації.

З визначення поняття реконструкції видно, що реконструкція може вестися по декількох напрямах. Ця зміна функціонального призначення будівель і споруд, вдосконалення планувальних рішень і прибудова, встройка або надбудова елементів будов на тлі забудови, що склалася, зниження фізичного зносу будівлі і його конструкцій[11,12].

Черговість приведених методів реконструкції по міре зменшення об'ємів виконання таких робіт приведена в таблиці 3.1 .

Таблиця 3.1 - Черговість приведених методів реконструкції

№ з/п	Направлення	Обсяг робіт, в %
1	Зміна функціонального призначення будівлі	68
2	Вдосконалення планувальних рішень	21
3	Прибудова, вбудова, надбудова	6
4	Зниження ступеня фізичного зносу будівлі	3
5	Зниження ступеня морального зносу будівлі	2
6	Теплоізоляція будівлі	1,5

Навіть при візуальному аналізі центральних вулиць будь-якого міста України показує, що перші поверхи будівель різного призначення переобладнуються під приміщення сфери послуг : магазини, кафе, ресторани, студії, майстерні і т. п. При цьому виконувані об'єми і комплекси робіт розрізняються в залежності від того, для яких цілей раніше використовувалися будівлі. У житловому будинку частенько доводиться розбирати перегородки, розширювати дверні отвори, переносити санітарні вузли і т. п.

Зміна функціонального призначення будівель припускає комплекс робіт по розбиранню і руйнуванню конструкцій, їх посиленню або заміні, а також облаштуванню нових конструкцій або цілих конструктивів.

Напрям, що припускає лише перепланування приміщень, зазвичай передбачає виконання комплексу робіт в декілька менших об'ємах; це розбирання існуючих і облаштування нових перегородок або внутрішніх стін; посилення перекриття; підведення конструкцій; часткова чи повна заміна підлог і інженерних комунікацій; обробні роботи.

Особливо часто роботи по посиленню конструкцій виконуються при перепланувaнні житлових будинків з дерев'яними перекриттями. У таких випадках під нові перегородки обов'язково встановлюються металеві або монолітні залізобетонні балки, які передають навантаження на несучі вертикальні конструкції. Прибудова, вбудова або надбудова будівель (рис. 3.1) теж виконується досить часто, і у кожному конкретному випадку включають різні комплекси ремонтних і будівельних робіт.



Рисунок 3.1 - Перепланувaнні будинків (надбудова і прибудова)

Прибудова до будівлі разом з іншими роботами нового будівництва зв'язана з облаштуванням сполучних елементів, - це, наприклад, деформаційні шви; улаштування отворів для переходів, дверей, воріт; облаштування ніш, гнізд для того, що спирається несучі конструкцій.

Вбудова будівель або приміщень вимагає виконання великого комплексу робіт по посиленню або заміні існуючих будівельних конструкцій і повного комплексу робіт по частковій заміні підлог, інженерних комунікацій, обробних робіт. Ці роботи ведуться теж в досить великих об'ємах.

Надбудова будівель при реконструкції частіше вимагає виконання великого комплексу робіт по підсиленню ґрунтів підстав, фундаментів, несучих стін, розбиранню конструкцій даху; часткової або повної заміни перекриття, інженерних мереж, підлог.

Роботи по зниженню фізичного зносу будівельних конструкцій в практиці ре-конструкції найчастіше припускають посилення і ремонт, на заміну деяких конструкцій. Найчастіше це посилення простінків, балконів, карнизних і парапетних елементів, деталей декору.

Зниження міри морального зносу, так само як і фізичного, складає основу будь-якого з напрямів реконструкції. Зв'язки з цим виконуються роботи, спрямовані на вирішення конкретних питань, пов'язаних з поліпшенням комфорту житлових будівель. І припускає збільшення віконних або дверних отворів, установку ліфтів, усунення промерзання стін.

Успішне проведення реконструкції будівель припускає також ефективну теплоізоляцію конструкцій, ліквідацію промерзань і так далі. В силу ряду об'єктивних чинників об'єми робіт по теплоізоляції будівельних конструкцій будівель і споруд значно збільшуються[10,11].

3.2 Методи посилення конструкцій будівель і споруд

3.2.1 Загальні відомості

До посилення конструкцій будівель і споруд прибігають у разі фізичного зносу або корозійного руйнування матеріалів, з яких вони виконані.

Питання посилення особливо актуальні для будівель, які зведені на територіях з лесовими ґрунтами які просідають. Незважаючи на досягнуті успіхи в області проектування і будівництва на лесових ґрунтах, до теперішнього часу ще спостерігаються випадки деформації і навіть руйнування будівлі, побудованої на лесовій основі. Це пов'язано до певної міри із застосуванням у будівництві нових об'ємно-планувальних рішень будинків і конструкцій, недостатньо вивчених в умовах лесових ґрунтів (повнозбірні багатосекційні будівлі, висячі забивні і набивні палі, взаємно примикаючи жорсткі будинки підвищеної поверховості та ін.), що нерівномірно деформуються. Все частіше будівництво ведеться на майданчиках, де спостерігається значна нерівномірність нашарування шарів просідаючого ґрунту, іноді навіть в межах однієї будівлі. У неповній мірі враховується вплив техногенних процесів на зміни інженерно-геологічних гідрогеологічних умов будівництва, що проявляються частково в переміщенні рівня підземних вод. Недостатньо проаналізовані і узагальнені причини виникнення аварійних ситуацій і руйнування будівель на лесових підставах.

Практично кожен метод реконструкції включає комплекс заходів по посиленню конструкцій. Тим самим посилення конструкцій є величезною темою. яка припускає безліч методів і способів[10,11].

Посилення - це комплекс заходів, що забезпечують нормальні умови експлуатації будівель і конструкцій і полягають у збільшенні здатності елементів, що несе, в порівнянні з наявною на момент проведення обстеження.

Класифікація способів підсилення конструкцій може бути представлена в загальному вигляді(рис. 3.2).



Рисунок 3.2 - Класифікація методів підсилення.

Посилення вимагається проводити і у випадках, коли:

– при реконструкції будівель і споруд відбувається природне збільшення навантаження за рахунок підвищення поверховості, заміни перекриття на важчі, установки нового устаткування;

– при зміні в процесі реконструкції розрахункових і конструктивних схем як окремих елементів, що несуть, так і будівлі в цілому.

Посилення може бути тимчасовим, розраховане на період монтажу і демонтажу конструкцій або устаткування, в аварійних ситуаціях- до ухвалення рішення по постійному посиленню, і постійним, здійснюваним для забезпечення несучої здатності, і довговічності конструкцій.

3.2.2 Методи підсилення конструкцій фундаментів

Вибір методу посилення фундаментів залежить від причин, що викликали їх деформацію або порушення міцності. У таблиці 3.2 приведені, основні методи посилення фундаментів житлових будівель. У основу пропонованої класифікації покладені умови застосування методів, що враховують технічний стан фундаментів і основні виробничі особливості.

Поняття «підсилення фундаментів» включає декілька моментів: посилення ґрунтової основи, збільшення площі підошви фундаменту і його розвантаження за рахунок облаштування додаткових опор. Особливо несприятливе нерівномірне осідання фундаментів, обумовлене неоднорідністю ґрунтової основи і погіршенням його властивостей при замочуванні. Тому при посиленні фундаментів часто виявляється достатнім поліпшити фізико-механічні характеристики ґрунтової основи способами, викладеними в таблиці 3.3.[10,17,19].

Таблиця 3.2 Класифікація основних методів посилення ґрунтів основ будівель, що реконструюються

№	Метод	Суть методу	Границі які рекомендують для використання		Передбачувана міцність ґрунтів, МПа
			Найменування ґрунтів	Коефіцієнт фільтрації, м/діб	
1	Силікатизація	Нагнітання силікату натрію	Лесові	2 - 0,1	0,6 - 0,8
	одно-розчинна	Нагнітання силікату натрію із затвердівачем	Мілкі пилуваті піски	5-0,5	0,4-0,5
	двох-розчинна	Почергове нагнітання розчинів силікату натрію і хлористого кальцію	Піски	80-2	1,5 - 3,5
2	Електро-силікатизація	Почергове нагнітання розчинів силікату натрію і хлористого кальцію при дії постійного електричного струму	Глини, суглинки, піски	9-0,01	0,4-0,8
3	Цементація	Нагнітання цементної суспензії	Крупнозернисті піски	80	1,0-4,0
4	Смолізація	Нагнітання розчину смоли карбоміду із затвердівачем	Піски	5—0,5	1,5 - 2,0
5	Глинізація	Нагнітання глинистої суспензії	Лесові	2-0,1	0,4 - 0,5
6	Термічне закріплення	Спалювання палива в свердловині, влаштованій в ґрунті, що підсилюється	лесові суглинки, чорноземі	Повітропроникність не менше 0,1м/с	10-40
7	Механічне закріплення	Механічна дія на грунт: катки, трамбовки	-	-	Підвищення міцності на 20-40 %

Таблиця 3.3 Класифікація основних методів посилення фундаментів житлових будівель

Метод	Спосіб здійснення методу	Умови застосування	Основні особливості методу			
			Збільшення навантаження на підошву фундаменту	Улаштування підкопів під підошву	Ущільнення ґрунту основи	Залежність від властивостей ґрунту
Зміцнення кладки фундаментів	Заміна кладки окремими ділянками. Торкретування. Облаштування залізобетонних обойм Зміцнення кладки цементацією	Кладка фундаменту ослаблена в основному із зовнішньої поверхні Те ж, по усій товщі фундаменту	Ні	Не вимагається Те ж	Не вимагається Те ж	Не залежить Те ж
Збільшення опорної площі фундаментів	Облаштування по периметру фундаменту приливів-черевиків з монолітного і збірного залізобетону, бетону, бутової кладки Установка і закріплення по периметру фундаменту збірних залізобетонних елементів з обтисканням ними ґрунту основи	Кладка фундаменту у хорошому стані або попередньо зміцнюється цементацією Те ж	Є Те ж	Необхідно частковий підкоп при проведені прибудованих частин під підошву фундаментів Не вимагається	Вимагається попереднє ущільнення грунту Ущільнення ґрунту виконується в процесі монтажу залізобетонних збірних елементів	При ґрунтах, не допускаючи улаштування паль і опускних колодязів Те ж

продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7
Передача навантаження на нижні шари ґрунту	Облаштування виносних (набивних) паль з одночасним облаштуванням поперечних балок і рандбалок Облаштування опускних колодязів	Те ж міцний грунт Те ж	Те ж Те ж	Те ж Потрібний частковий підкоп при підведенні рандбалок під підошву фундаменту	Необхідно обтискання паль Не вимагаєтьс я	При слабких ґрунтах в основі і високому рівні ґрунтових вод Те ж
Заглиблення фундаментів	Підведення нової кладки окремими ділянками з одночасним збільшенням опорної площі фундаментів Те ж, але без збільшення опорної площі фундаментів	Кладка фундаменту у хорошому стані Збільшення висоти підвального поверху. Облаштування прибудов, вбудов Те ж	Те ж Ні	Необхідно Те ж	Необхідно Те ж	Те ж, і при глибокому заляганні міцних ґрунтів Те ж

Таблиця 3.4 Область доцільного застосування основних методів посилення фундаментів житлових будинків

Метод	Спосіб здійснення методу	Розмір збільшення навантаження на фундаменти %	Технічний стан фундаментів (до підсилення)		
			добре знос до 20%	задовільне знос 21-40%	погане - знос 41-60%
Зміцнення кладки фундаментів	Заміна кладки окремими ділянками. Торкретування. Облаштування залізобетонних обойм	0	-	-	х
		до 25	-	-	х
		до50	-	-	х
		до 100	-	-	х
	Зміцнення кладки цементацією	0	-	-	х
		до 25	-	-	х
		до50	-	-	х
		до 100	-	-	х
Збільшення опорної площі фундаментів	Облаштування по периметру фундаменту приливів-черевиків з монолітного і збірного залізобетону, бетону, бутової кладки	0	-	-	-
		до 25	х	х	+ц
		до50	х	х	+ц
		до 100	х	х	+ц
	Установка і закріплення по периметру фундаменту збірних залізобетонних елементів з обтисканням ними ґрунту основи	0	-	-	-
		до 25	х	х	+ц
		до50	х	х	+ц
		до 100	х	х	+ц
Передача навантаження на шари ґрунту, що нижче-лежать	Облаштування виносних (набивних) паль з одночасним облаштуванням поперечних балок і грандбалок	0	-	-	-
		до 25	-	-	-
		до50	х	х	+ц
		до 100	х	х	+ц
	Облаштування опускних колодязів	0	-	-	-
		до 25	-	-	-
		до50	х	х	+ц
		до 100	х	х	+ц
Заглиблення фундаментів	Підведення нової кладки окремими ділянками з одночасним збільшенням опорної площі фундаментів	0	-	-	-
		до 25	х	-	-
		до50	х	-	-
		до 100	х	-	-
	Те ж, але без збільшення опорної площі фундаментів	0	х	-	-
		до 25	-	-	-
		до50	-	-	-
		до 100	-	-	-

Примітки: 1. Область доцільного застосування методів позначена «х». 2. Символом «+ц» позначено область можливого застосування методів із попередньою цементацією.

Зміцнення кладки фундаментів. Залежно від характеру послаблення кладку можна зміцнити шляхом її заміни окремими ділянками, цементацією, торкретуванням, облаштуванням залізобетонних обойм. Найменш трудомісткий, найбільш безпечний, зручний і доцільний метод цементації, тому його широко застосовують для зміцнення кладки фундаментів(рис. 3.2). Якщо виконувати цементацію неможливо, то кам'яну кладку фундаментів посилюють залізобетонними обоймами. В той же час необхідно відмітити, що при посиленні фундаментів залізобетонними обоймами цементація може бути застосована більше ефективно. В цьому випадку залізобетонні обойми перешкоджають витіканню цементного розчину з масиву посилюваної кладки фундаменту[17,19].

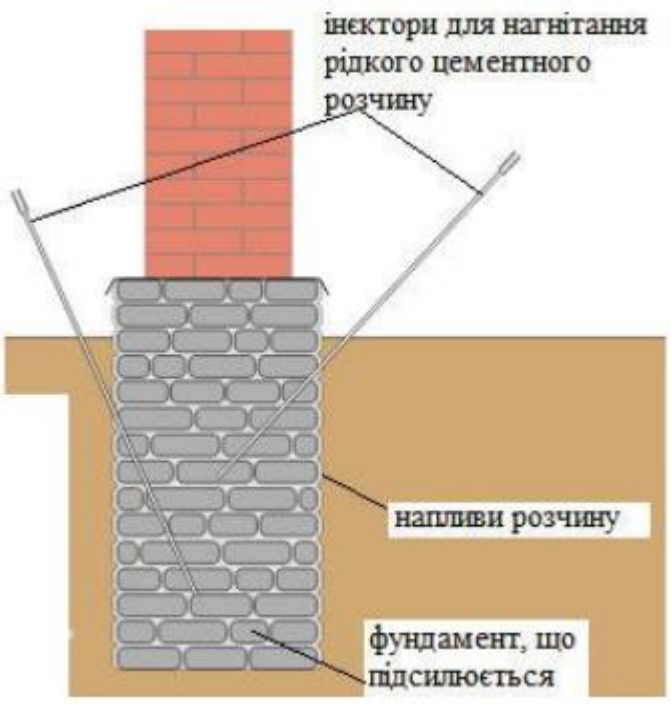


Рисунок 3.2 - Схема зміцнення фундаментів цементацією :

При значному руйнуванні матеріалу кам'яної кладки фундаментів найбільш ефективним, але найдорожчим способом посилення являється перекладання фундаменту по частинах.

При виконанні робіт цим способом зазвичай не зачіпають підошву фундаменту, внаслідок чого виключається необхідність ущільнення ґрунту.

Збільшення опорної площі фундаментів. Відмітна особливість методу полягає в можливості включення в роботу нової додаткової площі природної основи, тому тут особливого значення набувають питання попереднього ущільнення ґрунту в основі пристроюваний частин і забезпечує необхідної міцності стиків і жорсткості фундаментів. Фундаменти оголяють лише до відмітки підошви, за винятком випадків, коли залізобетонні шпори навколо існуючих фундаментів частково заходять під підошву.

Збільшення розмірів фундаментів будівель та інженерних споруд виконують суцільним або місцевим. Для цього використовують: залізобетонні сорочки завтовшки не менше 15 см, бетонні та залізобетонні обойми, монолітні та збірні залізобетонні балки, металеві розвантажувальні балки тощо (рис. 3.3-3.4) [17,19].

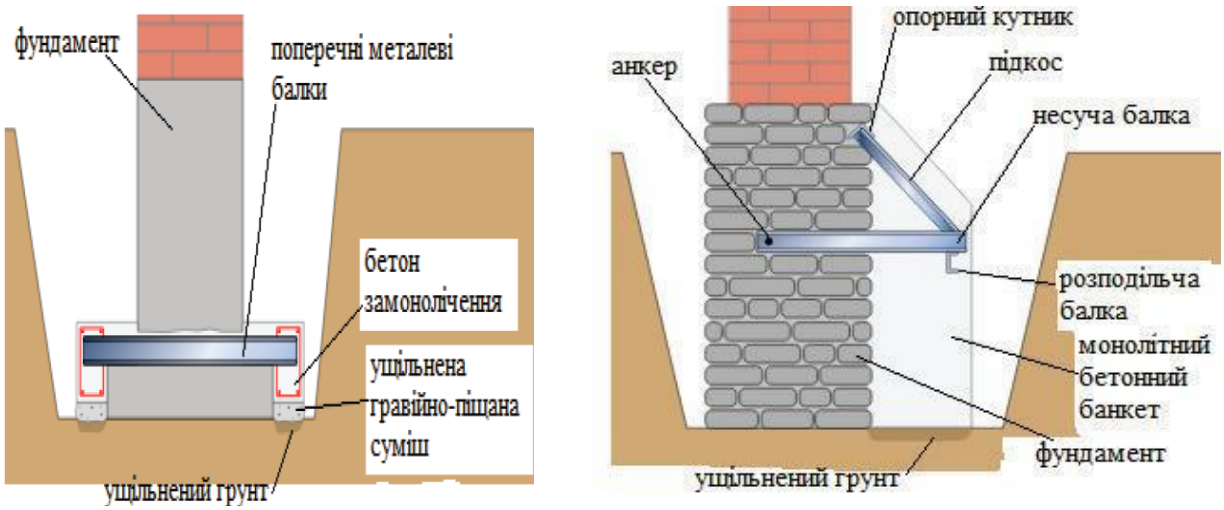


Рисунок 3.3 - Встановлення розвантажувальних балок фундаментів та розширення стрічкових фундаментів односторонніми монолітними банкетами

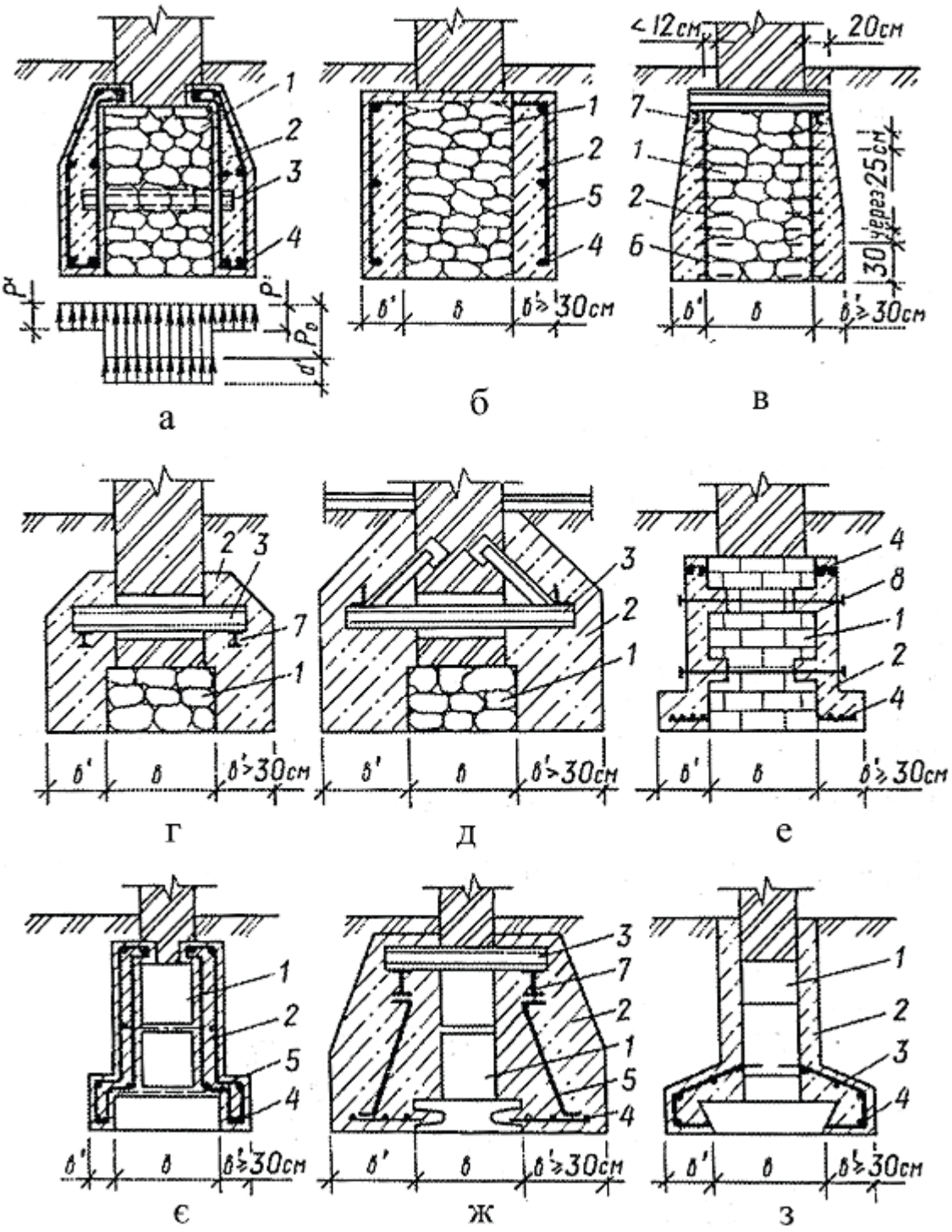


Рисунок 3.4. - Схеми розширення та підсилення стрічкових фундаментів монолітними банкетами за допомогою: а – балок і штраб; б – арматурних стержнів; в, г – балок; д – жорсткого металевого каркаса; е – шпонок та арматурних стержнів; є – горизонтальних штраб та монолітної обойми; ж – металевого каркаса; з – пристінних бокових обойм; 1 – існуючий фундамент; 2 – обойма підсилення; 3 – металева балка; 4 – поздовжня арматура; 5 – арматурні стержні; 6 – анкери; 7 – розподільна балка; 8 – шпонка

Розширення підошви збірних стрічкових фундаментів здійснюють часто аналогічно розширенню монолітних бутових або бутобетонних фундаментів. Специфічним є лише конструктивне рішення сполучення монолітних залізобетонних обойм і збірних елементів фундаменту. На рис. 3.5 а, показана схема розширення збірного стрічкового фундаменту з облаштуванням монолітних залізобетонних обойм. Спільна робота існуючого фундаменту і розширеної частини забезпечується горизонтальними штрабами в кладці і стін пропущеними через шви арматурними стержнями. Слід зазначити, що залізобетонна обойма підвищує жорсткість фундаменту і збільшує опірність будівлі додатковим навантаженням, що виникають при деформаціях будинку за схемою прогину. Переріз подовжньої арматури обойм в цьому випадки може бути прийнято, згідно з розрахунком елементів розширення, що виконується як для монолітного залізобетонного поясу.

Якщо фундамент існуючої будівлі складається з монолітної подушки, поверх якої укладені збірні блоки, то при значній ширині обойм використовують металеві або залізобетонні балки і арматурні стержні. Для надання необхідної просторової жорсткості заставні елементи сполучають між собою і приварюють до голої арматури існуючого фундаменту.(рис. 3.5, б)

Підвищення достовірності прогнозу потенційне можливих, що просіли дозволяє удосконалювати і методи посилення фундаментів. Характерний приклад посилення фундаментів, поєднаної з випрямленням крену будівлі. Для припинення деформацій і ліквідації крену будівлі було запроектовано організоване зволоження лесових ґрунтів просідаючої основи через систему дренажних пристроїв(рис. 3.5, в).

Дренажні свердловини передбачалися по периметру будівлі через 3 м. Одночасно з організованим замочуванням було передбачено посилення збірного фундаменту за рахунок уздовж стін бічних залізобетонних обойм і розширення фундаментної стрічки[17,21].

Цим одночасно досягалося підвищення жорсткості фундаментної частини будівлі, зменшення тиску по підошві посиленого фундаменту і величина деформацій.

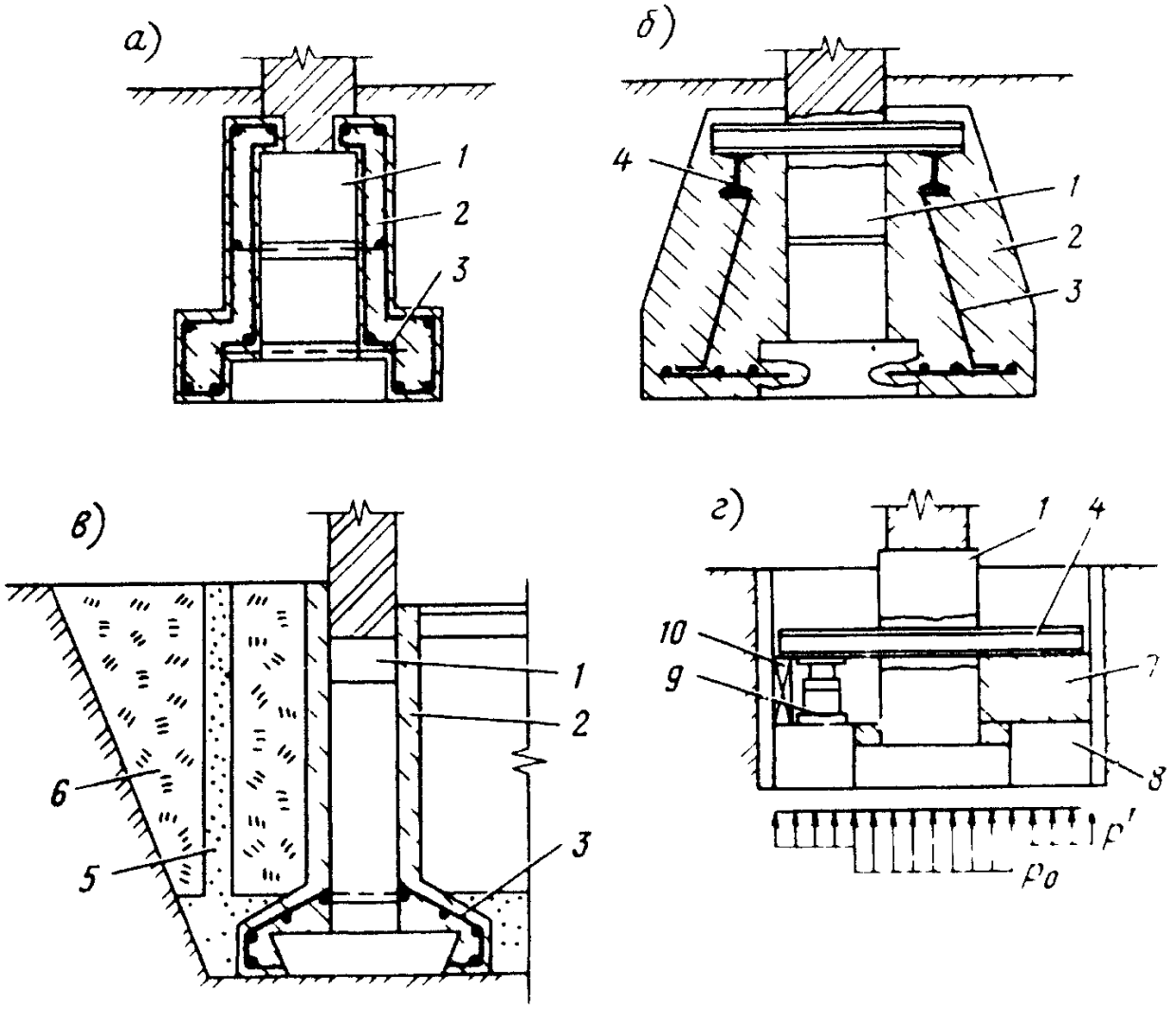


Рисунок 3.5 - Схема посилення збірних фундаментів з допомогою:

а - горизонтальних штраб і монолітної обойми; б - металевого каркаса; у - пристінних бічних обойм; г - попереднього обжатого ґрунту; 1 -існуючий фундамент; 2 - обойма посилення; 3 -арматурні стержні; 4 - металева балка; 5 - дренажна свердловина; 6 - ґрунтова засипка; 7 - укладений бетон; 8 - збірний банкет; 9 - домкрат; 10 - клини

При посиленні збірних стрічкових фундаментів важливо забезпечити спільну роботу системи «Основа - посилений фундамент - будівля», передбачивши обтискання ґрунту основи під елементами розширення(банкетами). На рисунку 3.5, г показана схема обтискання ґрунту. За допомогою домкратів через заздалегідь укладені бетонні елементи-банкети на грунт основи передається певний тиск, який має бути дещо менший, ніж середній тиск під підошвою існуючого фундаменту. У міру включення в роботу фундаменту по усій ширині(з урахуванням посилення) контактні тиски практично вирівнюється. Після видалення домкратів тиск по підошві банкетів в період виробництва робіт зберігається за допомогою спеціальних клинів. У подальшому цей стан фіксує отверділий бетон обойм. Попереднє обтискання ґрунтової основи і подальшої роботи по розширенню виконують послідовно на окремих ділянках по довжині фундаменту.

При розгляді варіанту розширення підошви фундаменту слід враховувати нерівномірність розподілу тиску по підошві існуючих фундаментів.

Передача навантаження на шари ґрунту, що пролягають нижче. Здійснюється облаштуванням набивних паль або опускних колодязів. Для посилення здатності існуючих фундаментів, що несе, найкращі результати дають набивні палі з литого бетону, що влаштовуються шляхом буріння і подальшого бетонування. На відміну від методу опускних колодязів елементів посилення набивних паль розташовуються поза контуром підошви існуючих фундаментів. Підошва фундаментів не оголюється, за виключенням окремих випадків, коли поперечні опорні балки проходять під підошвою фундаменту. При розрахунках робота ґрунту основи під підошвою існуючого фундаменту не враховується. Усе навантаження повинне сприйматися тільки знову влаштовуваний палями.

Опускні колодязі зазвичай розташовуються під фундаментами, але можуть влаштовуватися і за його межами. Колодязі бувають бетонні і залізобетонні. Форма колодязів - кругла, прямо-вугільна, еліпсоїдна,

квадратна. При розташуванні колодязів паралельно з існуючими фундаментами(виносні колодязі) навантаження на них передається поперечниками як на виносні палі. Метод посилення фундаментів шляхом опускних колодязів вимагає кваліфікованого виконання робіт, але не потребує дорогого устаткування. Цей метод надійний і у більшості випадків економічно доцільний.

При реконструкції або відновленні деформованих будівель можуть зустрітися випадки, коли фундаменти знаходяться в задовільному стані і потрібно їх посилення із-за зростаючого навантаження. При цьому здатність фундаменту, що несе, може бути підвищена за рахунок передачі частини збільшеного навантаження на додаткові опори різної конструкції, розташовані поза контуром існуючого фундаменту. Часткове навантаження фундаменту деформованої будівлі, що супроводжується зниженням тиску по підошві фундаменту, в окремих випадках є ефективним засобом стабілізації деформацій ґрунту основи.

У літературі [5,12,17,19] розглянуті різні рішення посилених фундаментів на виносних набивних палях або спеціальних опорах. При відновленні будівель старої будови у бутових фундаментах пробивають отвори для пропуску поперечних балок, що спираються на розподільні подовжні балки. Для монтажу подовжніх балок у фундаментній стінці влаштовують штраби (рис 3.6, а). На мінімальній відстані від фундаменту, регламентованій технологією виробництва, укладають бетонні або залізобетонні палі діаметром 200-300 мм і завдовжки не менше 2 м. По верху паль бетонируктся стрічковий ростверк, який за рахунок підклинювання забезпечує щільне примикання до поперечних балок і спільну роботу існуючого фундаменту і знову зведених паль. У описаному рішенні посилення фундаменту особлива увага має бути звернена на фіксацію положення балок, що досягається їх заклинюванням і подальшим закладенням бетоном рухливої консистенції простору між балками і кладкою. Наявність подовжніх обв'язувальних балок підвищує опірність фундаменту дії сил, що виникають

при нерівномірних деформаціях грунту основи. Незважаючи на простоту сполучення елементів посилення фундаменту таке рішення має обмежене застосуванням із-за значної витрати металу.

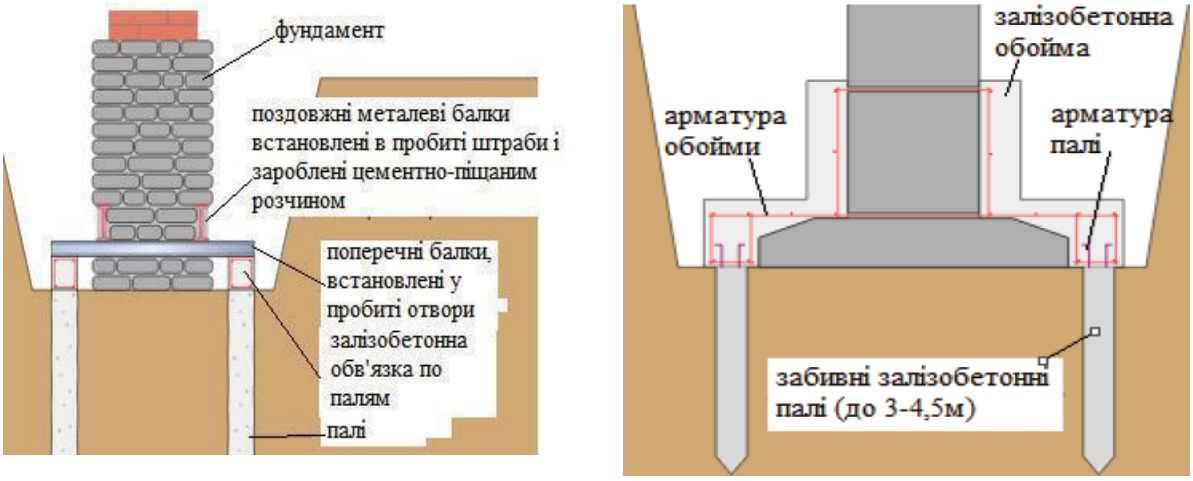


Рисунок 3.6 - Посилення бутового (а) і збірного залізобетонного (б) фундаментів виносними набивними палями.

Найбільш складним в даних варіантах реконструкції фундаменту є облаштування набивних паль в обмежених умовах виробництва робіт. При облаштуванні набивних паль для посилення фундаментів підвальних приміщень традиційні методи виконання пальових робіт не використовують, оскільки не можуть використовуватися звичайні бурові установки. Використовують механізми і пристосування, що дозволяють у важкодоступних умовах пробити свердловини для набивних паль.

В умовах особливої обмеженості коли немає можливості виконувати великі об'єми земляних робіт і робіт по улаштуванню набивних паль, перевага віддається варіанту з передачею навантажень від фундаментів на шари ґрунтів, що лежать нижче, через вдавлюванні палі.

Вдавлюванні палі є трубчастими елементами довжиною 0, 8-12 м розташовуються попарно з двох сторін стін фундаментів (рис. 3.7) Палі занурюють домкратами, реактивні зусилля від яких передаються на залізобетонні балки.

Вдавлювання паль здійснюється одночасно з двох сторін фундаменту. У міру вдавлювання трубчасті елементи стикуються за допомогою зварювання. Домкрат кріплять вниз поршнем. До закінчення втискування і демонтажу домкратів встановлюють арматуру і опалубку у оголовків паль, заповнюють порожнину трубчастої палі бетоном литої консистенції і бетонують оголовок через отвір в залізобетонній балці. Крок паль визначається розрахунком і зазвичай складає 1,4-2, 5 м.

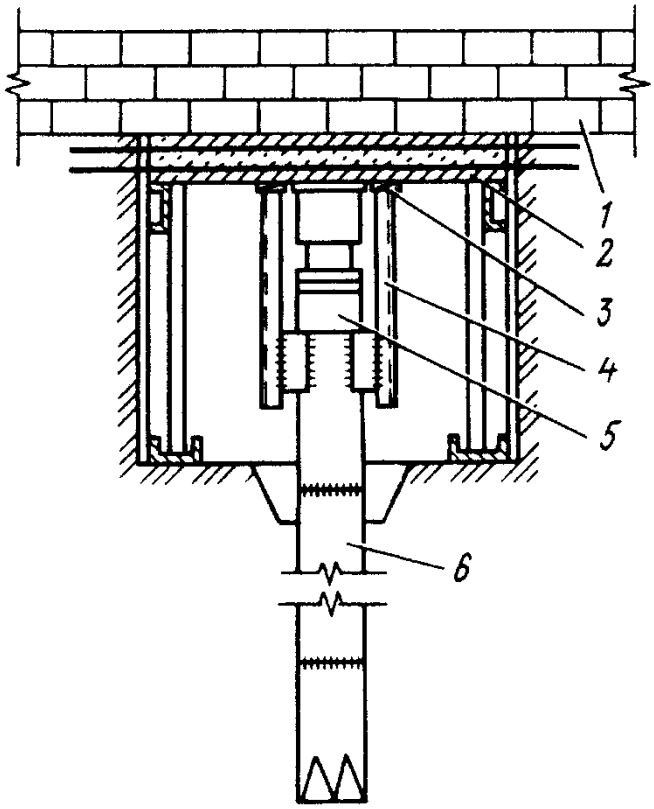


Рисунок 3.7 - Схема посилення фундаменту втискуванням трубчастої палі. 1 - існуючий фундамент; 2 - над будинок балка; 3 - клини; 4 - куточки; 5 - домкрат; 6 - втиснута паля

Останніми роками у багатьох країнах почали широко застосовувати для посилення фундаментів буроін’єкційні палі, що іменуються за кордоном кореневидними. Кореневидні або буроін’єкціні палі, є різновидом буронабивних паль, оскільки для їх пристрою роблять буріння свердловин, які в подальшому заповнюють цементно-піщаним розчином. Буроінєкційні палі

мають значну відносну довжину 1/Дсв=80-120 при діаметрі ствола Дсв=120-250 мм. В мало вологих лесових ґрунтах 1 і 2 типи по просадочности свердловина діаметром 130-180 мм буриться установкою шнекового буріння. Діаметр шнека повинен перевищувати діаметр бурового долота на 6-10 мм, що забезпечує затирання стінок свердловин вологішим ґрунтом, що піднімається по шнеку із забою. Потім у свердловину опускають арматурний каркас або сталевий профіль і робиться ін'єкція розчину досить рухливої консистенції.

Буріння свердловин може виконуватися вертикально і похило. За кордоном поширено похиле буріння.

Розрахункове навантаження, що допускається на буроін’єкційну палю, коливається в межах від 100-400 кН.

Технологія облаштування буроін’єкціних паль багато в чому залежить від станів ґрунтів основи, габаритів внутрішніх приміщень, з яких намічено робити роботи по посиленню фундаментів[19].

На малюнку 3.11 показані окремі схеми посилення буроін’єкціними палями фундаментів різних типів : стрічкового фундаменту будівлі з підвалом, стрічкової без підвальної будівлі і пальового при неповній прорізці товщі просідання. Досить гнучка технологія виготовлення буроін’єкціних паль дозволяє робити ними посилення фундаментів різноманітних конструктивних рішень.



Рисунок 3.8 - Схем посилення буроін’єкціними палями

3.2.3 Методи посилення конструкцій стін

Посилення бетонних і залізобетонних стінних конструкцій. Конструкції стін і перегородок з бетону або залізобетону найчастіше посилюються улаштуванням одно- або двосторонніх обойм. Ці обойми можуть виконуватися сполошними уздовж усієї стіни або ділянки у вигляді пілястрів. Крім того, по висоті обойми можуть бути однакового перерізу або від низу до верху у вигляді контрфорсів. Найчастіше обойми роблять бетонними, залізобетонними або металевими, іноді цегляними.

Останніми роками усе більш широко в практиці реконструкції використовують полімерні матеріали. Найбільш перспективні при посиленні конструкцій полімеррозчині на основі епоксидних смол.

Посилення залізобетонних конструкцій зводиться до ін'єкції епоксидного клею в порожнині тріщин конструкцій і облаштування клейових з'єднань, обойм і набетонок з полімерного розчину.

Для посилення стін різних місткостей, резервуарів застосовується нове покриття з полімербетон, який має високу міцність і стійкість до дії агресивного середовища[11,16].

Роботи виконуються в наступній послідовності. Після установки(приклеювання) до стіни арматури класу Вр-11 виконується нанесення епоксидної смоли з отверджувачем і пластифікатором

Влаштований у такий спосіб шар посилення не тільки зміцнює конструкцію, а й перетворює її в непроникну для вологи і практично будь-яких інших рідин.

Іншим способом посилення є підвищення несучої здатності конструкцій шляхом приклеювання зовнішньої сталевої арматури. Як елементи посилення використовують сталеві смуги. Попередньо здійснюється підготовка поверхні бетону: видаляють зруйновані й замаслені ділянки, напливи та нерівності, продувають стисненим повітрям і знежирюють розчинниками. На очищену

сталеву смугу наносять епоксидну композицію шаром до 10 мм, щоб заповнити всі нерівності бетонної поверхні. Смуги з клеєм притискаються до поґрунтованої поверхні бетону. Цей спосіб виключає виконання складних ремонтних робіт і використання різних інструментів, механізмів і матеріалів.

Способи посилення бетонних елементів, пошкоджених тріщинами. Тріщини в несучих бетонних елементах завширшки до 2-3 мм усувають нагнітанням (ін'єктуванням) під тиском до 0,5-0,6 МПа рідкого полімерцементного або цементного розчинів. Цим відновлюють несучу здатність конструктивних елементів без збільшення їхнього перерізу, з невеликою витратою матеріалів.

Інший спосіб посилення бетонних конструкцій, пошкоджених тріщинами, полягає в такому. У бетонному елементі прорізають перпендикулярно тріщинам пази (прорізи) завглибшки не більш як 1/3 товщини елемента і на клеювальних сумішах у них встановлюють металеві пластини, що повторюють форму паза. Ефективним способом підвищення просторової жорсткості великопанельних будівель є кріплення панелей на рівні перекриття напруженими або мало напруженими тяжами, а також ненапруженими тяжами та зв'язками. Останні застосовуються для місцевого посилення перегородок, випуклих ділянок стін, місць сполучення.

Методи посилення кам'яних конструкцій. Методи посилення різних елементів наявної кладки (стовпів, простінків, окремих ділянок стін) реконструйованих будівель залежно від технічного стану кладки зводяться до трьох основних випадків[16].:

1. Несуча здатність кладки за розрахунком з урахуванням наявних ослаблень кладки достатня. Пошкодження кладки незначні. Загальний стан кладки задовільний. Зниження міцності не більше 1/3 початкової. Проведення конструкційних заходів не потрібно. Тріщини закладають розчином.

2. Несуча здатність цегляної кладки за розрахунком достатня і посилення не потребує, але ослаблення кладки перевищує 1/3 початкової міцності, при цьому є значне розшарування кладки і багато тріщин. У цьому разі

перекладають ділянку стіни з глибокими тріщинами. Більш дрібні тріщини заливають розчином. У разі наскрізних тріщин перекладку ведуть по черзі з двох боків на товщину цегли з кожного боку. Стовпи і простінки обштукатурюють по конструктивній сітці з арматурної сталі діаметром 4-6 мм з осередками 15-15см.

3 Несуча здатність кладки за розрахунком недостатня. Необхідна постановка обойм, корсетів сорочок або перекладка пошкодженої ділянки чи елемента. Тип обойми, корсета вибирають залежно від необхідності ступеня посилення, стану кладки підсилюваних елементів, виробничих можливостей, зручності виконання робіт тощо.

На підставі перевірочних розрахунків встановлюють відсоток зниження несучої здатності стін, після чого роблять остаточний висновок про необхідність і доцільність їх посилення. Орієнтиром для цього можуть слугувати такі рекомендації:

1. Посилення доцільне, якщо зниження несучої здатності стіни становить 15-50%.

2. Посилення можливе, якщо зниження несучої здатності стіни становить менше ніж 15% (за наявності тріщин) або більше ніж 50%, однак при цьому потрібне техніко-економічне обґрунтування.

Після ухвалення відповідного рішення обирають конструкцію посилення і необхідні для цього матеріали.

Влаштування залізобетонних і армоцегляних поясів і розчинних швів у стінах будівель, що надбудовуються, є дієвим конструктивним заходом, що набув широкого застосування в практиці реконструкції. Залізобетонний або армоцегляний пояс рівномірно розподіляє навантаження від стін, що влаштовуються під час надбудови поверхів, на стіни наявної будівлі. При цьому пояси відіграють двояку роль. По-перше, вони сприймають розтягувальні зусилля, що виникають від нерівномірних осідань, по-друге, збільшуючи міцність стін, сприяють збереженню загальної жорсткості будівлі.

З погляду роботи конструкцій найраціональніше розташовувати пояси на рівні міжповерхових перекриття і забезпечувати надійний зв'язок їх зі стінами. Крім того, пояси, як правило, мають бути безперервними за всіма капітальними стінами, включно з поперечними. Кожен пояс має бути покладений в одній горизонтальній площині, представляти єдину систему і мати необхідні жорсткі з'єднання в кутах і в місцях примикання окремих стін. У межах осадових швів пояси підрозділяються на замкнуті самостійні конструкції.

Аналіз практики реконструкції будівель показує, що переріз арматури в стінних залізобетонних поясах може бути прийнято в межах 6-10 см². Як правило, за такої кількості (перерізу) арматури в кожному поясі тріщин у будівлях не виникає. Оскільки деформація будівлі за нерівномірних осідань у різних її частинах може відбуватися в обидва боки (і з прогином, і з перегином), то, вочевидь, і робоча арматура поясу має розташовуватися як у верхній, так і в нижній частині перерізу поясу. Під час призначення перерізу поясів слід враховувати їхню спільну роботу з цегляною кладкою. У цьому відношенні роль поясів аналогічна ролі арматури в залізобетонних конструкціях.

У тих випадках, коли очікуються незначні деформації, залізобетонні пояси можна замінити армованими розчинними швами. Не так небезпечне осідання споруди в цілому, як різниця осідання її окремих частин. Поздовжню арматуру шва приймають того ж діаметру, що і в залізобетонному поясі. Для підвищення ефективності дії арматурного шва, як заходу боротьби з тріщинами, над одним армошвом через 4-6 рядів кладки влаштовують інший армошов аналогічної конструкції. Таким чином, виходить армоцегляний пояс заввишки 30-45 см з арматурою вгорі та внизу перерізу поясу.

Обойми, корсети бувають залізобетонні; штукатурні, армовані; металеві, зварні.

Залізобетонні обойми найбільш ефективні. Їх застосовують у разі великих пошкоджень цегляної кладки або за необхідності значного підвищення міцності підсилюваних елементів. Залізобетонні обойми

(сорочки) надають кладці більшу жорсткість, монолітність і забезпечують надійність роботи конструкції.

Стовпи, простінки й окремі ділянки стін підсилюють залізобетонними обоймами (сорочками) шляхом обетонування їх з попередньою постановкою арматури каркаса, що складається з хомутів і поздовжньої монтажної арматури. Для каркасів застосовують круглу арматурну сталь, бажано періодичного профілю. Діаметр поперечної і поздовжньої арматури приймають за розрахунком, але зазвичай у межах 6-12 мм. Відстань між хомутами залежить від ступеня посилення кладки (відсоток армування), але не більше 15 см. Армування хомутами - у межах 2%. Прути поздовжньої арматури розташовують на відстані 25-30 см один від одного.

Товщина шару бетону залізобетонної обойми - 6-10 см. При цьому потрібне особливо ретельне бетонування з поступовим нарощуванням опалубки і вібруванням. Посилення обоймами ділянок стін, стовпів, простінків проводять знизу вгору (підвал, перший поверх, другий і т.п.). Нижче наведено приблизний порядок влаштування залізобетонних обойм:

1) встановлюють арматурні сітки із зазором між поверхнею стіни і сіткою 3-4 см; сітки кріплять до стіни наскрізними болтами або завершеними штирями, що забиваються в шви кладки;

2) встановлюють дерев'яну опалубку з відступом від сітки на 3-4 см; висота опалубки до 1 м, довжина - по довжині простінка (на глухих ділянках може бути 3-5 м);

3) проводять бетонування обойми; бетон має бути приготований на дрібному щебні з граничною крупністю зерна 20 мм. Бетон має бути пластичним, щоб забезпечити щільне заповнення порожніх швів і тріщин у кладці стін і тим самим посилити зв'язок обойми з наявною кладкою;

4) після бетонування нижньої ділянки обойми (сорочки) на висоту до 1 м встановлюють нову опалубку на наступну смугу обойми висотою 1 м, і знову повторюють процес;

5) розпалубку виконують не раніше ніж на сьому добу після бетонування.





Рисунок 3.9 - Схема посилення стін залізобетонною обоймою.

За наявності спеціального обладнання (компресора, цемент-гармати та ін.) замість звичайного бетону в опалубці можна застосувати торкретування. Торкрет-бетон наноситься безпосередньо на поверхню кладки й арматуру каркаса цемент-гарматою. Товщина шару торкрет-бетону становить при одноразовому торкретуванні 2-3 см, при дворазовому - 4-6 см.

Штукатурна армована обойма забезпечує менший ступінь посилення кладки, ніж залізобетонна обойма. Посилення виконують аналогічно викладеному для залізобетонних обойм, з тією лише різницею, що замість бетону арматурний каркас покривають шаром цементного розчину складу 1:3, 1:4. При цьому розчин повинен закривати арматуру шаром 2,0-2,5 см для зовнішніх конструкцій і вологих приміщень; 1,5 см - для внутрішніх сухих приміщень. Армування хомутами, як і в разі залізобетонних обойм, приймається в межах 2%.

Під час влаштування штукатурних обойм роботи виконують у такому порядку:

1) установлюють арматурні сітки із зазором 1,5-2,0 см від поверхні кладки, попередньо очищеної від штукатурки; анкерними болтами або штирями прикріплюють сітки до стін;

2) оштукатурюють поверхні кладки цементним розчином (зазвичай марки 75-100) у кілька шарів по 1-2 см; після нанесення кожного шару роблять перерву до 3 діб для затвердіння розчину.

Металеві зварні обойми зазвичай дають менший ефект посилення порівняно із залізобетонними і штукатурними армованими обоймами, але зате дають змогу зберегти переріз підсилюваного елемента. Обойма являє собою металевий каркас, що складається з вертикальних куточків, поставлених на цементному розчині по кутах посилюваного перерізу і поперечної арматури у вигляді планок зі смугової сталі, які приварюють до куточків. Для захисту від корозії арматуру каркаса покривають шаром цементної штукатурки (М 50, М 75) товщиною 2-2,5 см. Арматуру каркаса рекомендується приймати залежно від відсотка армування в межах: куточки перетином від 35х35 до 75х75 мм, планки від 35х5 до 60х12 мм.

Відстань між хомутами-планками приймають по вертикалі не більше за менший розмір посилюваного перерізу (і не більше 50 см).

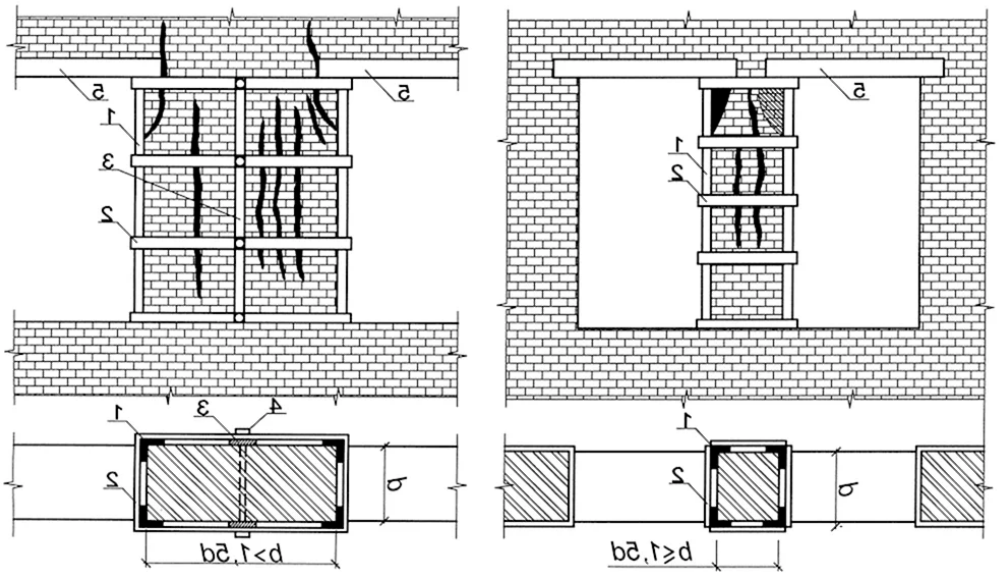


Рисунок 3.10 - Посилення простінків сталевими обоймами

а- за ширини простінків в, що менша або дорівнює 1,5 с; б- те саме, за в, що більша за 1,5 с; 1 - куточок; 2 - планка; 3 - смуга; 4 - болт; 5 - перемичка

Для найповнішого використання несучої здатності куточків під час сприйняття вертикального навантаження вони можуть мати приварені ребра, одвірки тощо для можливості передавання тиску на обрізи кладки або фундаменту. У разі, коли довжина a перерізу елемента кладки, що посилюється, становить понад 2,5 його товщини b, необхідно ставити в обоймах усіх типів вертикальні стрижні (зазвичай зі швелерів) з болтами для кріплення до них арматурних хомутів або планок.

Аналіз великої кількості розрахунків посилення кам'яних конструкцій будівель дає змогу зазначити, що встановлення металевих армованих штукатурних і залізобетонних обойм дає змогу в 1,5-2,5 рази підвищити несучу здатність цегляної кладки. Невелике збільшення початкових розмірів перерізу підсилюваного елемента і порівняльна економічність дають змогу рекомендувати застосування обойм як основний метод посилення кладки[11].

Підвищення стійкості стін і скріплення розривів кладки між внутрішніми і зовнішніми стінами досягається влаштуванням місцевих сталевих накладок, каркасів із прокатної сталі і тяжів, розташованих на рівні перекриття. Для влаштування накладок застосовують смугову сталь, для каркасів - швелерну, а для тяжей можна використовувати круглу, квадратну або смугову сталь.

Підвищення просторової жорсткості будівлі шляхом влаштування напружених сталевих поясів рекомендується як один із можливих методів боротьби з тріщинами в кладці стін будівлі за нерівномірного осідання ґрунту під підошвами фундаментів. Застосування напружених сталевих поясів дає змогу ліквідувати розвиток таких тріщин. За цим методом на деформовану цегляну коробку будівлі встановлюють металевий накладний каркас, що складається з поясів, розташованих на рівні перекриття. Пояси отримують попередній натяг за допомогою муфт із лівим і правим різьбленням і обтискають усю коробку будівлі. Після встановлення напружених поясів на стіни будівлі в них утворюються стискальні зусилля, які погашають розтягувальні зусилля від зовнішніх навантажень і відсічі ґрунту. При цьому

виправляються деформації, що виникли, і зменшується утворення тріщин. Збільшення просторової жорсткості стінового остова будівлі перерозподіляє навантаження на ґрунт і вирівнює їх по всій площі підошви фундаментів. Це дає можливість значно скоротити витрати на посилення стін і фундаментів будівлі



Рисунок 3.11 - Схема кріплення випуклої стіни за допомогою тяжів.

Пояси влаштовують із круглої арматурної сталі діаметром 25-40 мм. Їхній діаметр призначають з умови забезпечення рівної міцності тяжів, що сприймають згинальний момент у стіні, і кладки, яка сприймає перерізувальну силу.

Поверхові пояси пов'язують між собою куточками № 120-150, що встановлюються по кутах будівлі. Пояси розміщують у борознах перерізом 70х70 мм, що пробиваються в цегляних стінах. Після натягу поясів динамометричним ключем борозни закладають цементним розчином. Розміщення поясів у борознах не порушує архітектурного оформлення будівлі, чого важко буває уникнути під час посилення стін будівлі металевим каркасом, накладками.

При цьому застосування методу напружених поясів доцільно для капітальних будівель, стіни яких мають зношеність не більше 50-60%.

Цей метод дає змогу :

- замінити трудомісткі й дорогі роботи фундаментів і ґрунтів основ порівняно легко виконаними роботами з установлення поясів у надземній частині будівлі, що конструюється;

- збільшити просторову жорсткість будівель висотою до 7-9 поверхів;

економити близько 10-15% коштів за рахунок більш доцільного використання металу.

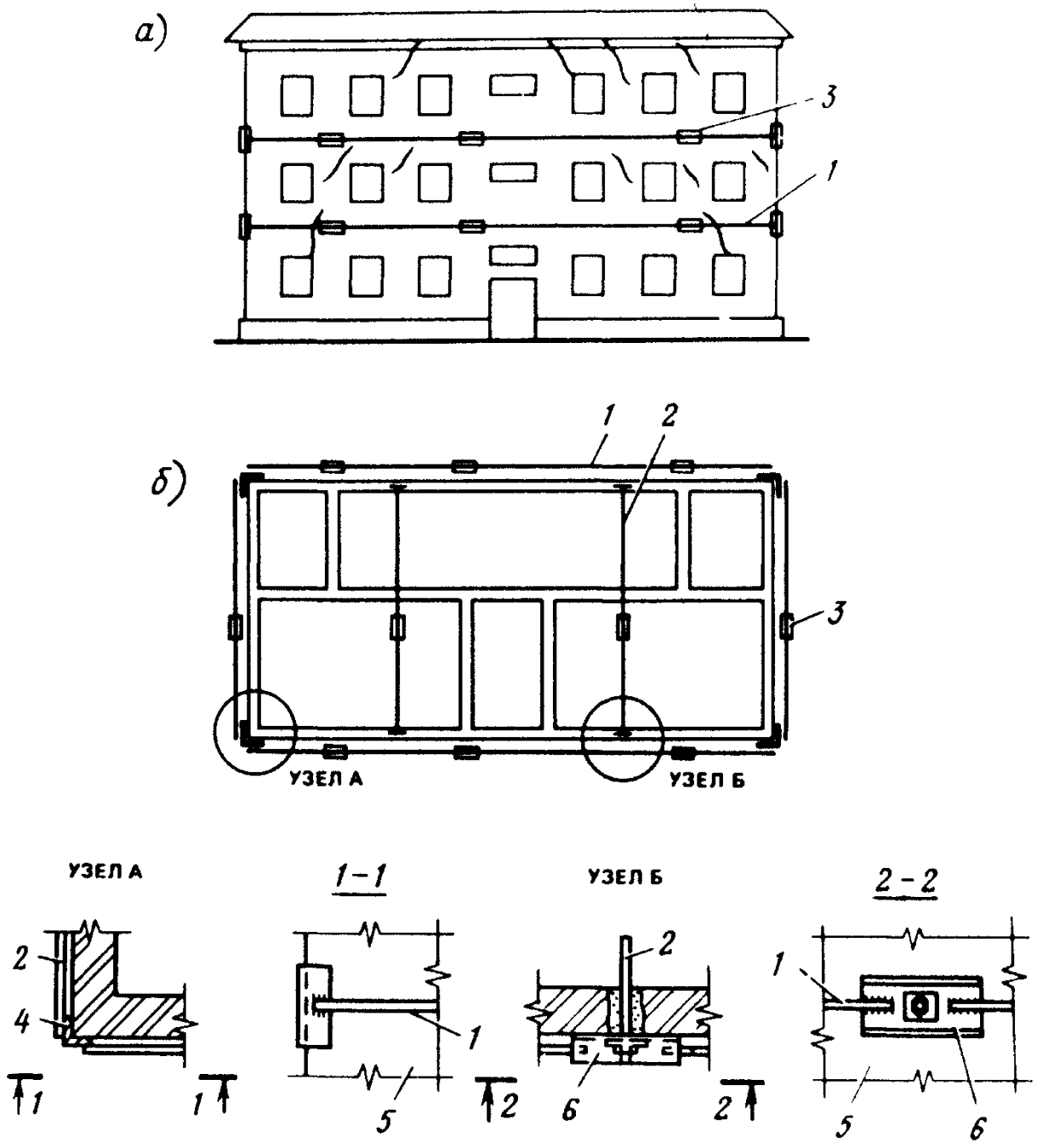


Рисунок 3.12 - Підвищення просторової жорсткості будівлі

Анкери осадового (ковзного) типу. У тих випадках, коли відоме місце, де може з'явитися тріщина в капітальних стінах через можливу різницю осідань нової та наявної кладки, а також внаслідок різниці осідань ґрунту підстави під

новими і старими фундаментами, у стінах такого будинку влаштовують осадові шви.

Щоб осадовий шов не порушував зв'язку між двома розрізаними ним частинами стіни, в кладку вставляють металеві анкери, конструкція яких забезпечує можливість вільного осідання пов'язаних анкерами частин стіни, не даючи їм змогу, разом з тим, відхилятися одна від одної. Потреба в таких анкерах під час проєктування будівлі, що розрізаються осадовими швами, а також прибудов до наявних будівель виникає досить часто.

Посилення простінків і перемичок. Простінки і перемички відносяться до найбільш навантаженими ділянкам стін і тому часто піддаються посиленню[2,10,11].

Традиційно для посилення простінків використовують сталеві і залізобетонні обойми, хоча в деяких випадках доцільне обштукатурювання по сітці або обкладення цеглиною.

При невеликих вертикальних і похилих тріщинах простінки посилюють арматурними сітками з дроту діаметром 3-5 мм з осередком 100х100 мм(таблиця 3.6, п.1). Сітки зварюють, утворюючи замкнутий контур. Для кращого прилягання сітки до стіни використовують штирі(цвяхи) завдовжки 100-150 мм, забивані в шви кладки. На посилений простінок наносять торкрет-бетон або шар штукатурки завтовшки 15-20 мм.

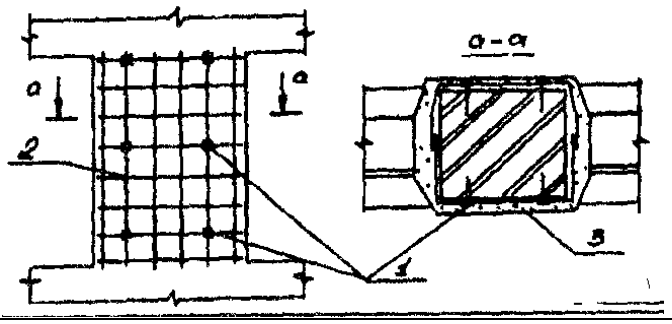
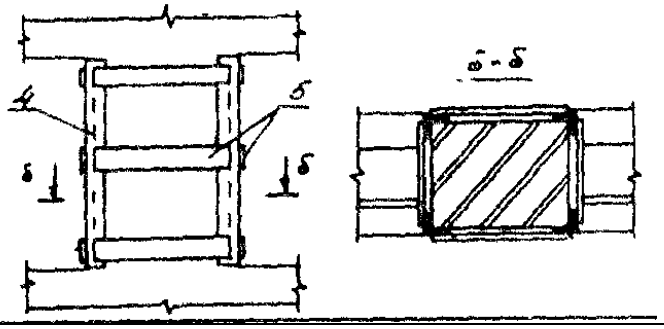
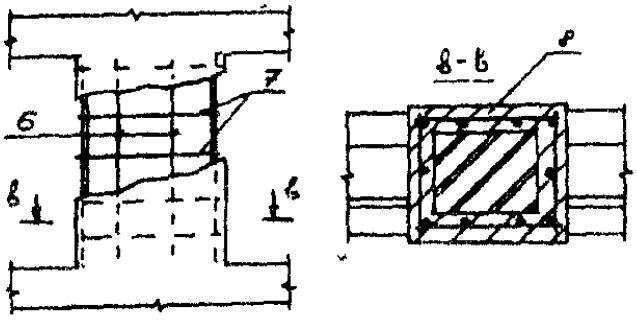
При великих вертикальних тріщинах простінок посилюють сталевою обоймою(таблиця 3.5, п.2), яку монтують по заздалегідь обштукатуреній і вирівняній поверхні простінка. Обойма є конструкцією з подовжніх кутів 50х50(45х45) мм і приварених до них планок із сталевої пластини 50х5 мм з кроком 300-500 мм. При цьому крок планок не повинен перевищувати найменшого розміру простінка. Щоб створити попередню напругу в обоймі і поліпшити її спільну роботу з цегляною кладкою, планки перед приварюванням іноді нагріву температури 150-200°С.

Проте такий спосіб переднапруги обойми досить трудомісткий і складений у виконанні, тому рідко застосовується. Технологічна

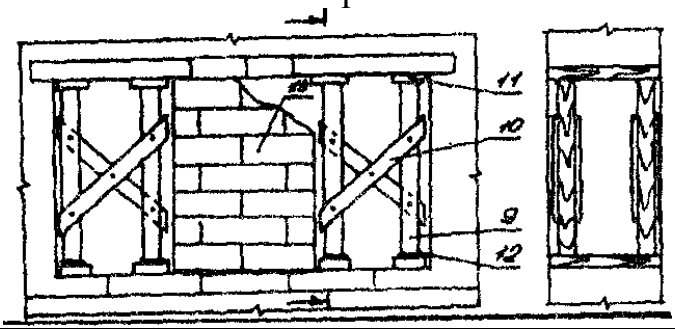
переднапруга, яка досягається за допомогою розчину, що приготованого на напружуючому(що розширюється) цементі і нагнітається в проміжок між куточками і цегляною кладкою.

Простінки, що мають складну конфігурацію і поверхневі ушкодження, посилюють за допомогою залізобетонної обойми(таблиця 3.5, п.3). Обойму виготовляють з бетону класу С12/15-С15/20 і армують просторовим каркасом, що складається з подовжніх і поперечних стержнів. Товщину залізобетонної обойми і площу перерізу подовжньої арматури визначають розрахунком.

Таблиця 3.5 - Способів посилення(заміни) простінка

№ п/п	Спосіб підсилення	Елементи підсилення	
	Ескіз підсилення	№ поз.	Матеріал, розміри
1	2	3	4
1	Оштукатурювання по сітці 	1 2 3	Цвяхи l=100 - 150 Сітка з проволоки, кл.Вр1 діаметр 3-5мм; комірка 100х100 Цементно-пісчаний розчин М100; δ = 15-20
2	Стальна обойма 	4 5	Кут 50х50х50 Планки 50х5 с шагом 300-500
3	Залізобетонна обойма 	6 7 8	Повдовжена арматура кл. А240С, А400С діаметр 6-12 Поперечна арматура кл. АІ, діаметр 6-8 Бетон кл.С12/15 – С15/20 δ = 40-60

продовження таблиці 3.5

1	2	3	4
4	Заміна простінка 	9 10 11 12 13	Стойки, діаметр 150-200 Дошки δ = 30-40 Дошки δ = 50-60 Дерев’яні клинья Новий простінок

У проєкті посилення простінків великої довжини(коли їх в два і більше раз перевищує товщину) необхідно передбачити постановку додаткових зав’язків, що пропускаються через простінка.

При значних руйнуваннях кам'яної кладки буває доцільною заміна простінка на новий. Перекладають(замінюють) простінок після попереднього розвантаження. З цією метою суміжні з простінком віконні отвори встановлюють дерев'яні стійкі, які для забезпечення жорсткості і стійкості розшиваються дошками. Навантаження від перемичок на стійкі передають дерев'яні клини, забиваємо в розпір із стійкою (таблиця 3.5, п.4). Після облаштування простінка проміжок між новою і старою до закарбовують жорстким розчином.

Важливо відмітити, що матеріали для кладки нового простінка і ремонту стіни повинні мати аналогічні фізико-механічні характеристики. Це дозволяє виключити нерівномірні деформації стіни і можливе перенапруження простінка.

Ушкодження перемичок над дверними і віконними отворами зазвичай спостерігається в старих будівлях, що мають великий фізичний знос, і характеризується появою вертикальних тріщин випаданням окремих каменів кладки.

Перемички посилюють сталевими куточками(швелерам) або залізобетонними балочками, що встановлюються в заздалегідь влаштовані гнізда (таблиця 3.6). Куточки посилення об'єднують при зварюванні горизонтальними пластинами, а швелери - пластинами або болтами.

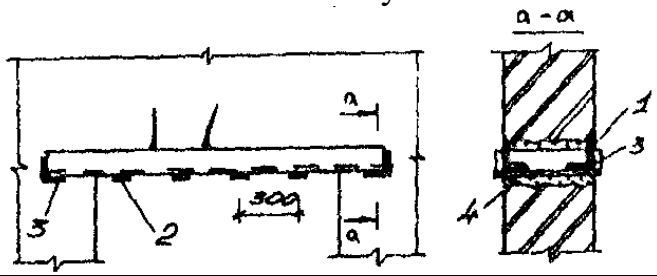
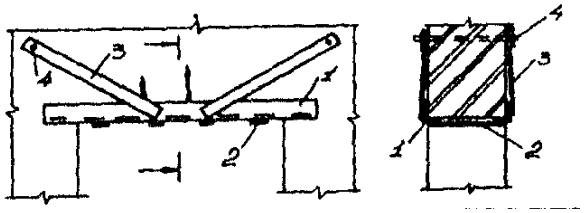
Навантаження від перемички, що сприймається сталевими елементами, передають на стіни за допомогою підвіски із смугової сталі або через сталеві балочки куткового або швелерного профілю, закладені в пробиті в стіні отвори.

При задовільному стані кам'яної кладки навантаження елементів посилення на стіну передають без допоміжних балочок(таблиця 3.6, п.3).

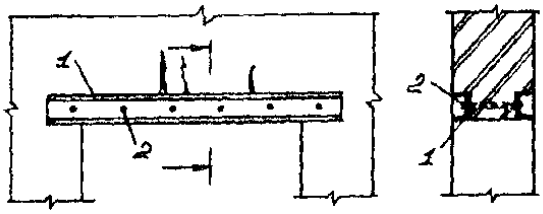
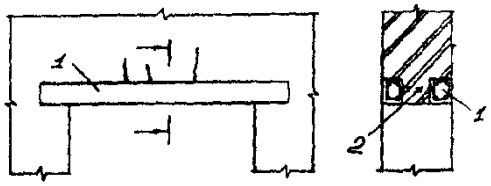
Після монтажу елементів посилення усі пробиті в стіні отвори закарбовують дрібнозернистим бетоном класу С12/15 -С15/20, приготованим на безусадочному цементі.

Узагальнюючи розглянуті вище методи відновлення експлуатаційних якостей простінків і перемичок, слід вказати на індивідуальність підходу до посилення у кожному конкретному випадку . При цьому перевагу слід віддавати такому метод при якому ефект посилення досягається при мінімальній витраті матеріалів і малої трудомісткості відновних робіт.

Таблиця 3.6 - Посилення перемичок

№ п/п	Спосіб посилення	Елементи посилення	
	Ескіз посилення	№ поз.	Матеріал, розміри
1	2	3	4
1	Посилення кутами 	1 2 3 4	L100x100x8 Планка 40x4 L100x100x8 Розчин М 100
2	Посилення кутами з підвіскою 	1 2 3 4	L100x100x8 Планка 40x4 Підвіска 50x6(8) Тяж , діаметр 20…30

продовження таблиці 3.6

1	2	3	4
3	Підсилення швелерами 	1 2	№ 12 Болт , діаметр 12
4	Підсилення залізобетонними балками 	1 2	Монолітна залізобетонна балка (перемичка) Анкера , діаметром 10 с шагом 200

Посилення стін в зоні місцевого стискування. Місцеве стискування(зім'яло) виникає у тому випадку, коли навантаження від елементів перекриття(балок, плит) передається тільки на частину перерізу стіни.

При малій площі того, що спирається конструкції або за відсутності розподільних пристроїв стискуюча напруга часто перевищує величину розрахункового опору кладки на те, що зім'яло внаслідок чого відбувається її руйнування. Причиною різкого збільшення стискуючої напруги може стати велике переміщення елементів перекриття, викликане значними деформаціями будівлі від просідання ґрунту основи або в результаті обповзай.

Характерними ознаками руйнування при тому, що зім'яло є короткі тріщини і роздроблення окремих каменів в зоні передачі навантаження.

Посилення кладки при тому, що зім'яло, як правило, здійснюється результаті:

– збільшення площі того, що спирається конструкції за допомогою металевих або залізобетонних стойок, зусилля від яких передається на стіну поза зоною руйнування;

– передачі навантаження від конструкції на стійку, що врізану в стіну або пілястр і спирається на фундамент;

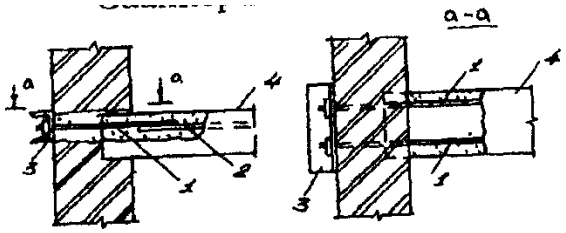
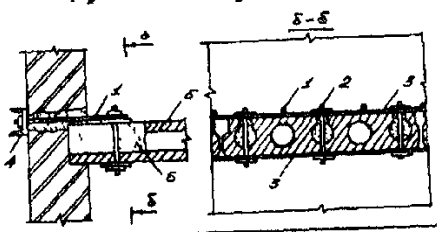
– збільшення площі того, що спирається конструкцій на стіну за допомогою сталевого поясу, закріпленого в зоні руйнування кладки;

– пристрої під кінцем балки(ферми) розподільної залізобетонної подушки.

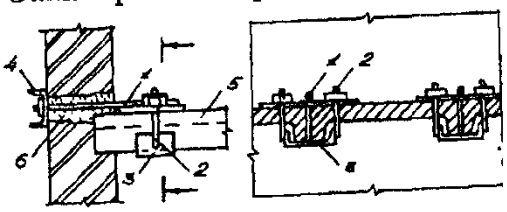
При облаштуванні розподільної подушки стіну розвантажують підводячи тимчасову опору під балку. Потім зруйновану частину кладки заввишки 2-3 ряди видаляють, на її місці встановлюють залізобетонну подушку, армовану просторовим каркасом або сітками. Тимчасові опори прибирають при досягненні бетоном необхідної міцності.

Для запобігання раптовому обваленню елементів перекриття в результаті великих прогресуючих деформаціях будівлі буває доцільно відмовитися від превентивного посилення зони того, що зім'яло і використати страхувальне заанкерування елементів безпосередньо в стінах, що несуть. Це виправдано у тому випадку, коли відсутні ознаки того, що зім'яло кладки, але не виключений можливість їх швидкої появи. Способи заанкерування конструкцій в зоні місцевого, що зім'яло кладки представлені в таблиці 3.7

Таблиця 3.7 - Заанкерування конструкцій в зоні місця сум’яття

№ п/п	Спосіб підсилення	Елементи підсилення	
	Ескіз підсилення	№ поз.	Матеріал, розміри
1	2	3	4
1	Заанкерування балок 	1 2 3 4	Анкерний стрижень , діаметр 20…25 Арматура балки Швелер 12…14 Балка перекриття
2	Заанкерування пустотних плит 	1 2 3 4 5 6	Анкерний стрижень , діаметр 20…25 Болт, діаметр 20 Пластина 120х8 Швелер 12…154 Пустотна плита Бетон С20/25

продовження таблиці 3.7

1	2	3	4
3	Заанкерування ребристих плит 	1 2 3 4 5 6	Анкерний стрижень , діаметр 20…25 Болт, діаметр 20 Швелер 20 Швелер 12…154 Ребриста плита Бетон кл.С20/25

Заанкерування здійснюють за допомогою анкерних тяжів, пущених через стіну і приварених до поздовжньої арматурної конструкції або сталевої розподільчої пластини. Роботи з анкерування балок зазвичай включають: пробивання в стіні отворів, установку анкерних пристроїв і ввімкнення їх у роботу, замонолічування отвору в стіні жорстким розчином. Розвантаження в цьому випадку не проводиться[5,6,11].

Процес заанкерування пустотних плит, як правило, більш трудомісткий і виконується в такому порядку:

- просвердлюють отвори в стіні;

- розвантажують плиту;

- розбивають верхню полицю над пустотами і вставляють анкерувальні пристрої ;

- заповнюють порожнечі бетоном;

- монтують інші елементи посилення, натягуючи їх за допомогою гайок, після набору бетоном проєктної міцності;

- закладають отвори в стіні жорстким розчином.

Послідовність робіт із заанкерування ребристої плити здебільшого складається з аналогічних операцій, за винятком тих, що пов'язані з посиленням пустот.

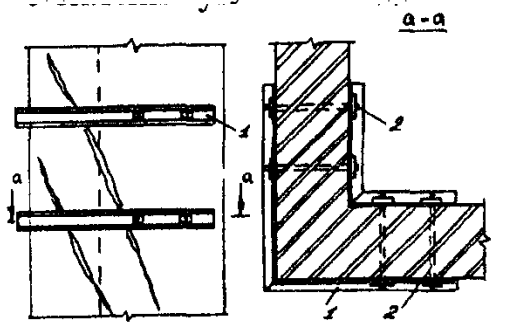
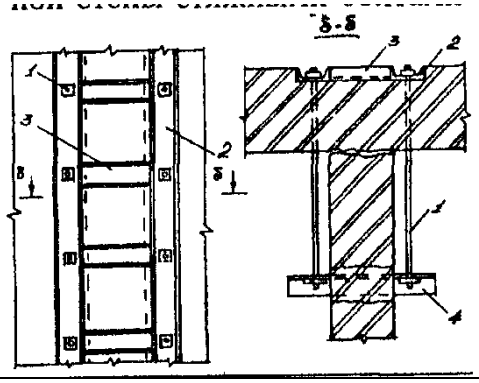
Посилення стін у зоні локальних тріщин. Тріщини в стінах поділяють на локальні та магістральні. Подібний поділ умовний, проте існують деякі орієнтири, що уточнюють ці поняття. Так, до локальних зазвичай відносять

тріщини, що мають невелику протяжність і ширину розкриття. Вони зазвичай з'являються в зонах місцевого перевантаження стін у кутах, біля місць сполучення поздовжніх стін із поперечними, у перегородках тощо.

Підсилюють стіни з локальними тріщинами за допомогою сталевих накладок, що сприймають розтягувальні напруги в кладці, таблиця 3.8.

Так, у разі появи тріщин у кутах будівлі посилення проводять накладками зі швелера, куточка або смугової сталі. Накладки розміщують на внутрішній і зовнішній поверхнях стіни і з'єднують за допомогою болтів, що проходять через заздалегідь просвердлені отвори. Довжину накладок призначають у межах 1,5-3 м залежно від виду і ступеня руйнування.

Таблиця 3.8 - Підсилення стін в зоні локальних тріщин

№ п/п	Спосіб підсилення	Елементи підсилення	
	Ескіз підсилення	№ поз.	Матеріал, розміри
1	Підсилення кута накладками 	1 2	Накладка [10…14 l = 15000…3000 Болт , діаметр 14…18
2	Підсилення зони відриву поперечної стіни стяжними болтами 	1 2 3 4	Стяжні болті, діаметр 20 Подовжені накладки [12…16 Поперечикові накладки [12…16 Анкерні балочки [100х8

Посилення зони сполучення поздовжньої і поперечної стін у разі відриву останньої здійснюють болтами і накладками. Болти розташовують по висоті стіни з інтервалом 0,8-1,5 м. Зусилля стиснення від болтів передають на

зовнішню стіну через поздовжні накладки, а на внутрішню - через анкерні балочки, що закладаються в отвори, пробиті в стіні, та закладені дрібнозернистим бетоном. Для збільшення жорсткості сполучення поздовжні накладки з'єднують під час зварювання поперечними елементами: швелерами або куточками. Крок поперечних елементів приймають таким же, як і стяжних болтів.

Посилення стін і остова будівлі при магістральних тріщинах і значних деформаціях.

Магістральні тріщини характерні тим, що поширюються на всю висоту стіни, розділяючи її на окремі частини. Причиною утворення таких тріщин зазвичай є нерівномірне осідання фундаментів або великі температурні деформації будівлі. З утворенням магістральних тріщин коробка будівлі нібито розділяється на окремі блоки, що деформуються самостійно під час силових і температурних впливів. Якщо тріщини утворюються в кутах будівлі, то можлива втрата стійкості або відрив торцевої стіни.

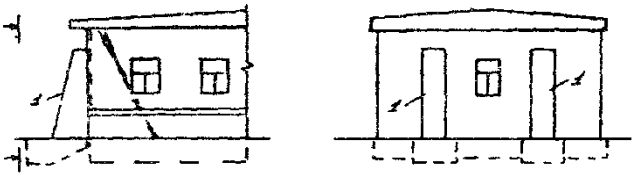
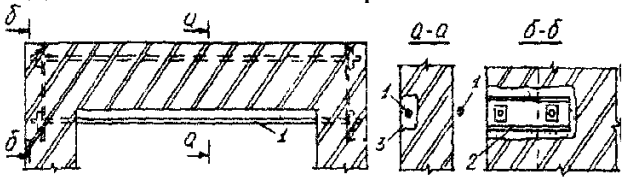
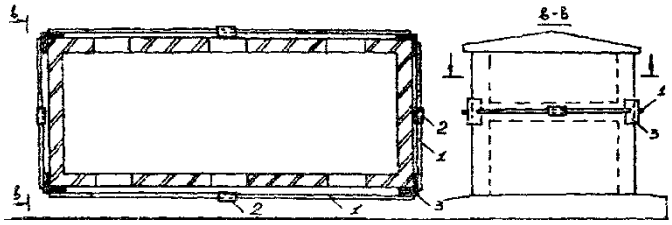
Традиційним способом посилення стін у разі втрати стійкості є влаштування цегляних або залізобетонних контрфорсів, які встановлюють на всю висоту стіни або частину її. Під контрфорси влаштовують окремі фундаменти, що перевіряються розрахунком на міцність, ковзання і перекидання.

У разі значних деформацій будівлі та наявності магістральних тріщин для посилення стін застосовують металеві напружені пояси, що встановлюються на рівні міжповерхових перекриття. Способи посилення стін у разі магістральних тріщин наведено в таблиці 3.9.

Практика показує, що металевим поясом (бандажем) можна посилювати як окремі стіни, так і коробку будівлі в цілому.

У першому випадку пояс складається зі сталевих тяжів круглого профілю, що розташовуються на внутрішній і зовнішній поверхнях стіни, і опорних балок швелерного або коробчастого типів. Натягнення поясу здійснюють гайками в торці стіни.

Таблиця 3.9 - Підсилення стін магістральних тріщинах

№ п/п	Спосіб підсилення	Елементи підсилення	
	Ескіз підсилення	№ поз.	Матеріал, розміри
1	Підсилення контрфорсами 	1	Залізобетонний контрфорс δ = 300…500
2	Підсилення поясом окремої стіни 	1 2 3	Тяж, діаметр 20…30 Накладка [10…14 Бетон кл.С20/25
3	Підсилення поясом коробки будівлі 	1 2 3	Тяж, діаметр 20..30 Стяжна муфта, діаметр 20…30 Накладка L 100х8 (L 140х10)

У другому випадку пояс складається з тяжів і куточків, проте тяжі переважно розташовують на зовнішній поверхні. Натягнення поясу здійснюють за допомогою сталевих муфт із правим і лівим різьбленням, що розміщуються в середній частині тяжів. Зусилля натягу поясу в обох випадках контролюють за показниками динамометричного ключа, а за відсутності його - за зовнішніми ознаками. За нормального натягу тяжі не провисають і за легкого удару молотка видають звук високого тону.

Розрахунок перерізу поясів, як показує досвід, - досить складне інженерне завдання, правильне розв'язання якого залежить від цілої низки параметрів, серед яких геологічні характеристики ґрунту підстави, вид магістральної тріщини, характеристики міцності кам'яної кладки тощо. У практичних розрахунках зусилля, за яким встановлюють площу поперечного перерізу тяжів, зазвичай визначають за наближеною формулою:

$$N = 0.2Rsq * l * \delta , \quad (3.1)$$

де Rsq - розрахунковий опір кладки на зріз по не перев'язаному шву;

l,δ - відповідно довжина і товщина стіни ;

0.2 - емпіричний (понижувальний) коефіцієнт ;

3.2.4 Методи посилення перекриття будівель

У практиці експлуатації капітальних будівель непоодинокі випадки, коли конструкції його перекриття перестають задовольняти умовам нормальної експлуатації або змінивши вимогам у зв'язку з реконструкцією будівлі, і потребують або заміни, або посилення.

Під посиленням перекриття розуміють комплекс заходів, необхідних для підвищення несучої здатності та фізичної довговічності конструкції перекриття загалом або її окремих елементів (балок, у деяких випадках накату і прогонів). Основні причини необхідності посилення перекриття перераховані в таблиці 3.10. [5,18,20].

Таблиця 3.10 - Основні причини, що викликають необхідність посилення перекриття

Початкові конструктивні дефекти	Знос в процесі експлуатації будівлі	Намічана зміна умов роботи перекриття після реконструкції будівлі
1. Дефекти, проектування, виготовлення, монтажу	Зменшення здатності балок(прогонів), що несе, в наслідку їх корозії або загнивання(при дерев'яних балках)	1. Збільшення навантаження на перекриття у зв'язку зі зміною призначення приміщення
2. Недостатня жорсткість і стійкість конструкції або її окремих елементів		2.Увеличенбие власної маси перекриття. 3. Збільшення прольоту балок (зняття і перестановка несучих перегородок)

Із численних прийомів посилення перекриття шляхом зміни їхньої конструктивної схеми можна виділити основні:

1) Зменшення прольоту для перетворення однопролітної конструкції у нерозрізну шляхом постановки нових проміжних опор у вигляді прогонів, колон, стовпів, ділянок стін та інше. При підведенні проміжних опор у простій однопролітній балці різко зменшуються значення згинальних моментів, а отже, і нормальних напружень.

2) Об'єднання в багатопролітну єдину нерозрізану систему суміжних, однопрогонових балок, прогонів, на наявних опорах шляхом жорсткого стикування кінців сусідніх балок, прогонів при хорошого стану наявних опор і ґрунту основи під ними. За поганого ґрунту необхідно враховувати виникнення початкових зусиль від нерівномірного осідання опор.

3) Перетворення прогонових конструкцій балок, прогонів у шпренгельні системи або застосування штучного регулювання напружень шляхом введення попередньо напружених сталевих затяжок, розпірок. Це найбільш досконалий прийом посилення, здатний різко збільшити несучу здатність балок, прогонів перекриття. Його основні переваги полягають у такому :

- виключається необхідність у влаштуванні додаткових опор, що захаращують житлові приміщення і пов'язують їх перепланування під час реконструкції будівлі;

- конструкція посилення залежно від місцевих умов може бути влаштована внизу і в межах висоти підсилюваної балки (в останньому випадку шпренгель влаштовують із двох гілок і розташовують симетрично з боків підсилюваної балки, прогону);

- посилення введенням шпренгеля, як правило, є найменш трудомісткою операцією;

- конструкція посилення зосереджується на місці виконання робіт у вигляді заздалегідь заготовлених елементів заводського виготовлення і легко збирається;

- штучним регулюванням напружень і виконанням низки конструктивних заходів можна отримати в підсилюваній конструкції напруження необхідних значень;

- прийоми включення в роботу шпренгеля за допомогою натяжних пристроїв під час посилення наявних конструкцій нескладні і добре відомі;

- невелика витрата металу порівняно з іншими прийомами.

Посилення цим прийомом балок, прогонів ефективне лише в тому разі, якщо шпренгель повністю включається в роботу, не допускаючи ослаблення в подальшому завантаженні.

Основні методи посилення залежно від матеріалу перекриття мають різне конструктивне втілення: дерев'яні перекриття можна посилити додатковими дерев'яними або металевими балками, розміщеними між наявними балками. Підвищення несучої здатності брущатих і дощатих балок досягається додаванням до них збоку і зверху дошок, які прибиваються до старих балок цвяхами або приєднуються болтами. Застосування для посилення дерев'яних балок металевих шпренгелів вимагає витрат матеріалу, але зате дає можливість виправити значні прогини наявних перекриття. При цьому несучу здатність прогону або балки можна довести до значної величини. Шпренгельні системи виконують зі зниженим і зі шпренгелем, розташованим безпосередньо під прогоном (під балкою). У разі розміщення перегородок безпосередньо під прогонами (балками) шпренгелі доцільно розміщувати всередині перегородок. Шпренгелі застосовують також для посилення залізобетонних, металевих балок і прогонів.

Найпростішим методом посилення металевих балок є приварювання до наявної балки додаткових профілів різних типів (від смуги до двотаврову), залежно від ступеня збільшення несучої здатності балки.

При цьому немає потреби додатковий елемент розміщувати по всій довжині підсилюваних балок або прогонів, а лише в середній частині їхнього прольоту, якщо балки (прогони) розрізні, однопрогонові. Приварювання

додаткового елемента здійснюють переривчастим швом за розрахунком на зсувні зусилля.

Посилення металевих прогонів і балок існуючих перекриття досягається за рахунок їхнього обетонування, що одночасно підвищує вогнестійкість конструкції перекриття. Найбільший ефект такого посилення відзначається за одночасного влаштування плити залізобетонного перекриття, коли бетонний перетин виходить тавровим. Металева балка повинна входити своєю верхньою зоною або привареними до неї додатковими профілями в стиснуту зону таврового перерізу бетону. Якщо балки нерозрізні, то відповідно до характеру їхньої роботи балки підсилюють не в середині прольоту, а на проміжних опорах, з огляду на те, що металеві прокатні балки мають постійний переріз по всій довжині[18,22].

Основним способом посилення залізобетонних конструкцій є метод збільшення перерізів елементів конструкції, сутність якого полягає в тому, що додаткову арматуру, яку встановлюють для збільшення несучої здатності, приварюють до попередньо оголеної арматури конструкції, що посилюється, і бетонують. Якщо потрібне невелике підвищення несучої здатності балки, достатньо збільшити кількість робочої арматури шляхом приварювання додаткових стрижнів без відгинів до звільненої від захисного шару бетону наявної арматури та подальшого їхнього обштукатурювання цементним розчином або нанесенням шару торкрет-бетону. У цьому разі висота перерізу підсилюваного елемента зростає на 2 - 10 см. За необхідності більшого підвищення несучої здатності балки, прогону їхній переріз нарощують за висотою знизу з установленням додаткової робочої арматури шляхом приварювання до наявної поздовжньої арматури відгинів і качок, вертикальних або похилих хомутів.

Зміна конструктивної початкової схеми залізобетонних елементів, що згинаються, зі значним збільшенням їхньої несучої здатності досягається перетворенням балкових конструкцій на позацентрова стиснуті. Цей метод передбачає застосування трьох видів «затяжок посилення» - горизонтальних,

шпренгельних і комбінованих, які піддаються попередньому натягу. Затяжки посилення виконують із двох, а в деяких випадках із чотирьох тяжій, попереднє напруження яких здійснюють стягуванням тяжій попарно за допомогою болтового пристрою. Для запобігання корозії тяжі оштукатурюють цементним розчином по металевій сітці.

У залізобетонних балках, прогонах бувають також місцеві ушкодження у вигляді одиничних або згрупованих на невеликій ділянці тріщин, які тягнуть за собою часткову втрату несучої здатності елемента перекриття. У цих випадках різними способами підсилюють балку або прогін. За наявності косих тріщин, що з'явилися внаслідок нестачі поперечної арматури, встановлюють у місцях тріщин вертикальні або похилі хомути зі смугової або круглої сталі. Під час встановлення хомути з нарізкою натягують за допомогою гайок, а зварні - забиванням металевих клинів. За наявності вертикальних або косих тріщин на значній довжині балки (прогону) під хомути підкладають куточки або швелери. Хомути, куточки обштукатурюють цементним розчином по металевій сітці або покривають шаром торкрет-бетону.

Посилення плит перекриття. Посилення залізобетонних конструкцій є досить складним інженерним завданням, під час розв'язання якого нерідко використовують як широко відомі, так і нетрадиційні методи.

Слід зазначити, що причинами посилення конструкцій є помилки проєктування, дефекти виготовлення і монтажу конструкцій унаслідок незадовільної експлуатації, збільшення навантаження під час реконструкції будівлі, нерівномірні осідання фундаментів тощо. У кожному окремому випадку необхідно розробити таку конструкцію посилення, яка б відповідала вимогам міцності, довговічності та естетичного сприйняття.

Розрізняють кілька принципово відмінних способів посилення залізобетонних конструкцій, класифікацію яких представлено на рисунку 3.1. Підвищення міцності конструкцій у розглянутих випадках зазвичай досягається двома шляхами: по-перше, за рахунок передання всього корисного навантаження або його частини на конструкцію підсилення; по-друге, за

рахунок збільшення несучої здатності наявної конструкції. Обидва шляхи, які ґрунтовно будуть розглянуті нижче, тією чи іншою мірою використовуються під час реконструкції будівель.

Міжповерхові перекриття виконують важливу роль у забезпеченні просторової жорсткості будівлі, будучи горизонтальними діафрагмами. Тому під час розроблення конструкції посилення необхідно забезпечувати не тільки міцність, а й же перекриття.

Застосовується кілька способів посилення монолітних і збірних плит перекриття. Розглянемо деякі з них.

Спосіб нарощування плити перекриття полягає в нанесенні на її поверхню нового шару армованого бетону, який, як правило, призначають на один щабель вище за бетон плити. Для забезпечення хорошого зчеплення нового зі старим поверхню перекриття очищають від сторонніх включень і промивають водою, після чого роблять насічку зубилом на глибину 0,5-1 см. Якщо ж бетон плити був схильний до значної корозії або просочений технічними маслами, то необхідно забезпечити шпонкове з'єднання між його новим і старим шарами. Для цього в перекритті пробиваються наскрізні отвори розмірами 8х8 см і кроком 50-80 см. В отвори вставляються V-подібні стрижні шпонкового посилення 06-8 мм. Утворені після бетонування залізобетонні шпонки сприймають дотичні зусилля між новою і старою плитами під час вигину, забезпечуючи їхню спільну роботу. Можливі й інші способи шпонкового з'єднання плит. Ескіз посилення плит нарощуванням представлений на рисунку в таблиці 3.11.

Розрахунок несучої здатності посиленої плити проводиться за формулами, де береться до уваги змінена корисна висота перерізу і кількість робочої арматури.

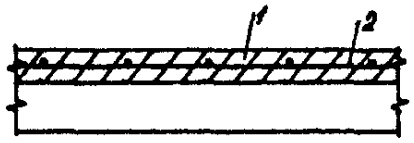
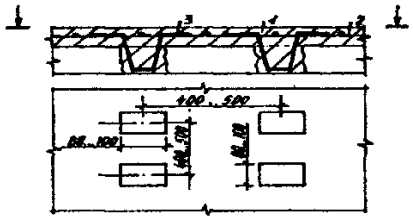
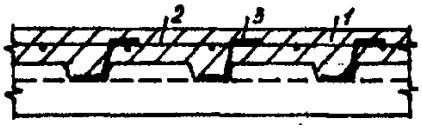
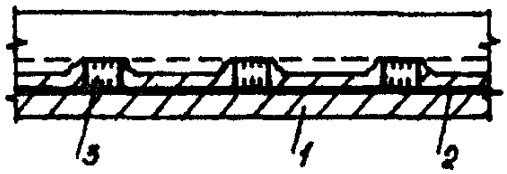
Спосіб підрощування полягає в нанесенні на стельову поверхню плити шару бетону, армованого сіткою. Посилення, ескіз якого представлений у таблиця 3.11, п.4, проводиться в такій послідовності: біля опор, на стельовій

поверхні плити, оголюється робоча арматура, до якої приварюють сталеві пластини (коротуни).

Стрижні посилення спочатку одним кінцем приварюються до пластин і нагріваються до необхідної температури струмом високої частоти, а потім іншим. Після охолодження стрижні опиняються в напруженому стані.

Розподільна арматура сітки за допомогою в'язального дроту прикріплюється до робочих стрижнів. Після посилення стельова поверхня плити оштукатурюється або покривається торкретбетоном.

Таблиця 3.11 - Способи посилення плит

№ п/п	Спосіб посилення	Елемент посилення	
	Ескіз посилення	№ поз.	Загальні відомості
1	Безшпоночне нарощування 	1 2	Бетон С12/15…С20/25 Арматурна сітка діаметром 4…16 шаг 100…200
2	Нарощування з залізобетонними шпонками 	1 2 3	Бетон С12/15…С20/25 Арматурна сітка діаметром 6…16 шаг 100…250 V-образний стрижень діаметром 8..12
3	Нарощування зі стальними шипонками 	1 2 3	Бетон С12/15…С20/25 Арматурна сітка діаметром 6…16 шаг 100…200 Стрижень діметром 8…12
4	Підрощування з приваркою робочих стрижнів 	1 2 3	Бетон С12/15…С20/ Арматурна сітка діаметром 816 Стальна пластина δ= 8…12

Посилення балок. Для посилення балок використовують різноманітні методи, під час призначення яких враховують статичну схему, вид напруженого стану, ступінь руйнування та інші специфічні умови експлуатації.

Важливою обставиною під час остаточного вибору методу посилення є характер тріщин, що утворюються на бічній поверхні балок. Так, наприклад, балки з надмірно розкритими нормальними (вертикальними) тріщинами посилюються в прольоті шляхом підведення пружних і жорстких опор або підварюванням додаткової арматури, а балки з похилими тріщинами - сталевою обоймою або кронштейнами.

Посилення балок із нормальними тріщинами. Посилення балок проміжною пружною опорою, як яку зазвичай використовують балку, що спирається на самостійні опори, широко застосовують під час посилення перекриття виробничих будівель, що сприймають великі технічні навантаження. Конструкцію посилення наведено в таблиці 3.12[11,21].

Посилення проводиться в такій послідовності:

- влаштовуються опори під конструкцію посилення у вигляді окремих стійок або консолей, що приварюються до сталевої обв'язки колон;

- розвантажують перекриття в зоні посилення;

- монтується конструкція посилення (балка або ферма);

-включається конструкція посилення в роботу шляхом забивання сталевих клинів у розпір із ригелем.

Найпростішим у технічному виконанні є посилення балок підведенням проміжної жорсткої опори у вигляді або підкосів. Однак слід враховувати, що проміжна змінює розрахункову схему балки, внаслідок чого виникає опорний негативний момент, на який перевіряється наявне армування балки.

Проміжні опори можна виконувати на самостійному фундаменті або з використанням уже наявних. Важливою вимогою до влаштування окремого фундаменту є попереднє ущільнення ґрунту та його основи з метою уникнення просідання. Ущільнення проводиться гідродомкратами таким чином, щоб тиск на ґрунт був не меншим за тиск під підошвою фундаменту. У таблиці 3.12, п.3

і 4 наведено конструкції жорстких опор, які широко застосовують у практиці посилення. Крім зазначеного можна використовувати цегляні стовпи, сталеві труби, наповнені бетоном, та інші профілі.

Роботи з посилення ригеля виконуються в такій послідовності:

- ущільнення ґрунту і влаштування фундаменту;

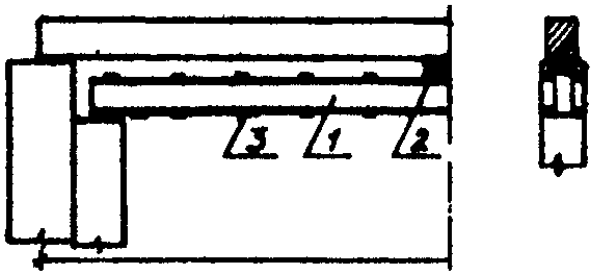
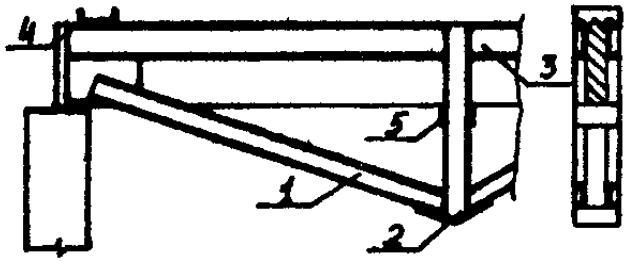
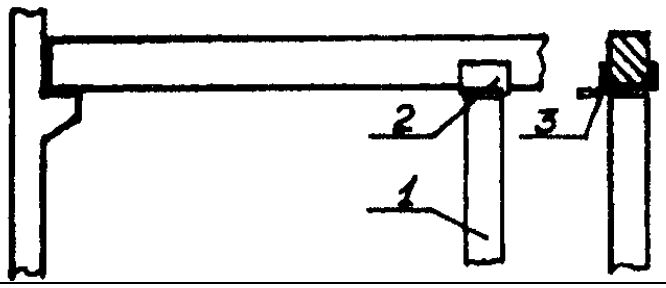
- розвантаження перекриття в зоні посилення балки;

- розвантаження перекриття в зоні посилення балки;

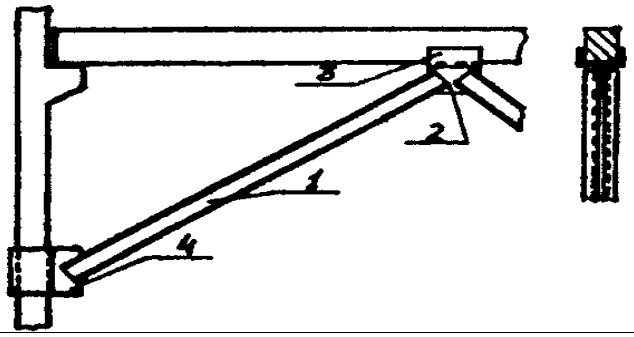
- встановлення опорної конструкції на фундамент;

- включення проміжної опори в роботу шляхом підклинювання або піддомкрачування.

Таблиця 3.12 - Підсилення балок проміжної опори

№ п/п	Спосіб підсилення	Елементи підсилення	
	Ескіз підсилення	№ поз.	Загальні відомості
1	Пружною опорою (балкою) 	1 2 3	Стальна балка 2 [12…27 Стальні пластини (клинья) δ = 4…10 b = 50...80 δ = 4…6
2	Пружною опорою (фермою) 	1 2 3 4 5	2[7…150 [12…18 [10…20 [14…18 b = 80…100 δ = 8…12
3	Жорсткою опорою (стійкою) 	1 2 3	Стойка Гнуті швелер δ = 8…10 Стальна пластина (клин) δ = 4…10

продовження таблиці 3.12

1	2	3	4
4	Жорсткою опорою (підкосами) 	1 2 3 4	Підкоси 2 16…27 Стальна пластина δ = 10…12 Гнутий швелер δ = 10…12 Стальна пластина δ = 10…12

Посилення балок попередньо напруженими затяжками широко використовується під час реконструкції будівель, водночас практично не зменшується корисний об'єм приміщення, і монтаж ведуть без зупинки виробничого циклу. Затяжки шпренгельні, горизонтальні та комбіновані.

Основними елементами затяжок є горизонтальні і на-колонні тяжі, що виготовляються зі стрижневої арматури класів AIII, AIV діаметром 18-40 мм або прокатних профілів кутникові і швелерного типів. Тяжі розташовуються біля бічних поверхонь елемента і закріплюються за допомогою анкерних пристроїв у торці.

Балка, посилена затяжкою, перетворюється з елемента, що згинається, на позацентрово стиснуту комбіновану систему, напружений стан якої є функцією кількох параметрів, зокрема й зусилля попереднього обтиску затяжкою.

За достатнього перенапруження і надійного заанкерування затяжки передбачається, що напруження в ній, а також у робочій арматурі балки, що підсилюється, наростають пропорційне і досягають розрахункового.

У таблиці 3.13, п. 1 і 2 розглянуті варіанти посилення шпренгельним і горизонтальним затяжками за наявності в нормальних тріщин.

Робота з посилення проводиться в такій послідовності:

- заготовлюються деталі посилення: стрижні, натяжні муфти (гайки), муфти (гайки), муфти (гайки)

муфти (гайки), анкерні пристрої;

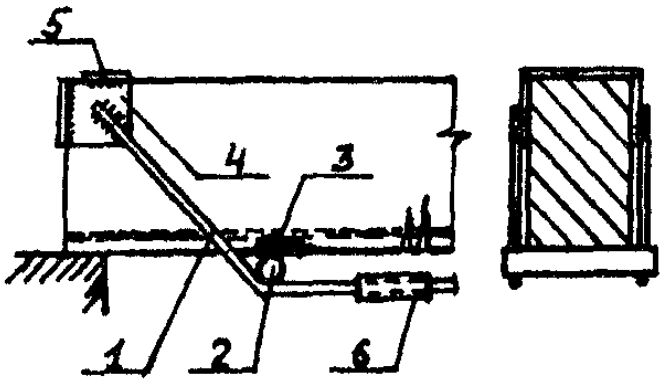
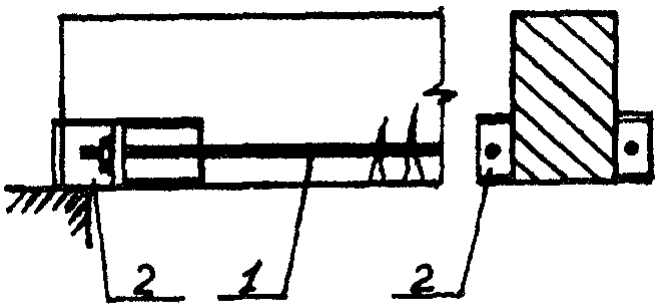
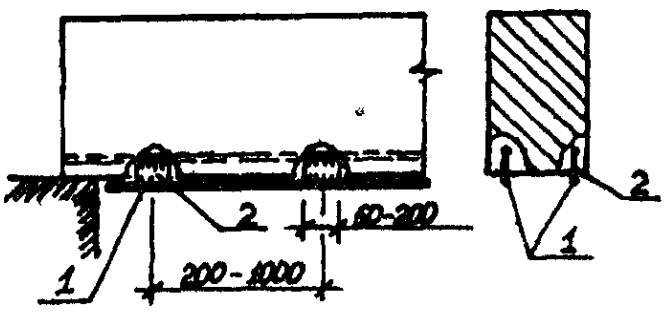
- максимально розвантажується перекриття в зоні посилення балки;

- монтуються елементи конструкції посилення;

- проводиться натяг затяжки механічним або електромеханічним способами;

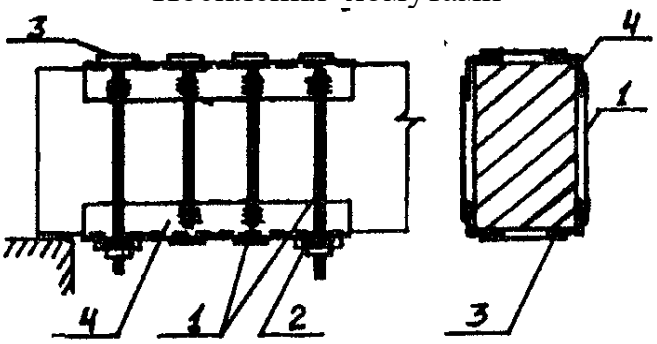
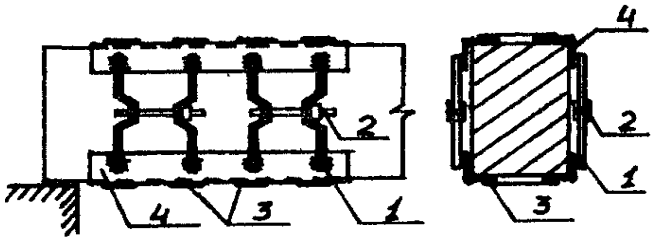
- всі елементи конструкції посилення фарбуються захисними покриттями: емаллю, перхлорвініловим лаком тощо.

Таблиця 3.13 - Підсилення балок стрижнями

№ п/п	Спосіб підсилення	Елементи підсилення	
	Ескіз підсилення	№ поз.	Загальні відомості
1	Підсилення шпренгелем 	1 2 3 4 5 6	Діаметр 16…36 Діаметр 40…60 δ = 10…14 Гнутий швелер δ = 10…12 δ = 8…10 Напружена муфта
2	Підсилення затяжкою 	1 2	Затяжка діаметр 16…36 Опорний столік з стальної пластини δ = 8…16
3	Підсилення приваркою додаткової арматури 	1 2	Арматура підсилення діаметр 10…32 Єднальний елемент δ = 8…25 або діаметр 8…25

Посилення балок із похилими тріщинами. Похилі тріщини в балках утворюються з різних причин: від прослизання робочої поздовжньої арматури в зоні заанкерування, слабкого армування поперечними стрижнями, низької марки бетону, недостатніх розмірів поперечного перерізу балки, перевантаження. Залежно від причини утворення тріщин приймають і способи посилення балок: попередньо напружені хомути (таблиця 3.14, п. 1 і 2); розвантажувальні кронштейни (таблиця 3.14, п. 3), які можна застосовувати як окремо, так і в поєднанні із затяжками і проміжними опорами.

Таблиця 3.14 - Посилення балок з похилими тріщинами

№ п/п	Спосіб посилення	Елементи посилення	
	Ескіз посилення	№ поз.	Загальні відомості
1	Посилення хомутами 	1 2 3 4	Стрижні (хомути) Діаметр 10…16 [10…14 Пластина b = 40…60 δ = 4…6 [50…100
2	Посилення хомутами 	1 2 3 4	Стрижні (хомути) діаметр 10…16 Струбцина діаметр 12…18 Пластина b = 40…60 δ = 4…6 [50…100

Посилення попередньо напруженими хомутами проводиться в такій послідовності:

- заготовлюються деталі посилення;
- розвантажується перекриття в зоні посилення балки;
- монтується конструкція посилення;

-натягуються послідовно за допомогою гайок хомути і приварюються до куточків (поз.4). Натяг хомутів струбцинами (поз.2, таблиця 3.14) проводиться після приварювання хомутів;

- наноситься на всі металеві деталі конструкції посилення антикорозійне покриття.

Таблиця 3.15 Порівняльна ефективність посилення конструкції перекриття житлових будинків різними методами

Метод		Підвищення здатності посилюваного несучого елементу перекриття, % його первинній несучої здатності, і при технічному стані (до посилення)			Коротка характеристика методу
		Добрий (знос 0-20%)	Задоволь-ний (знос 21-40%)	Поганий (знос 41-60%)	
Збільшення перерізу конструкції		60-100	20-60	-	Найбільш поширений метод посилення. Забезпечує надійність посилення конструкції і можливість підвищення її жорсткості
Підведення нових конструктив них елементів		200-150	120-150	100-120	Дозволяє понизити навантаження зменшенням кроку балок і вантажного майданчика, що діє на несучі балки, або повністю вимкнути з роботи частину менш надійних елементів конструкції. Може дати значне посилення здатності перекриття, що несе, але вимагає великої витрати матеріалу
Зміна конструктив ної схеми перекриття.	Зменшення прольоту балки, прогону введенням нових опор	800-1000	600-300	600-400	Незважаючи на свою складність, є найцікавішим з інженерної точки зору методом посилення перекриття
	Об'єднання кінців	40-50	30-40	-	Майже завжди дає добрі економічні

	однопролітних балок, прогонів для створення багатопролітної системи				результати, коли посилення іншими методами призводить до неефективних з великою витратою матеріалу рішень
	Облаштування шпренгелів	200-250	100-150	-	

3.3 Особливості реконструкції та посилення конструкцій житлових будинків

Ремонтні, будівельно-монтажні та спеціальні роботи під час ремонту та реконструкції цивільних будівель мають низку специфічних особливостей, які негативно позначаються на ефективності будівельного виробництва.

Специфічні умови полягають у тому, що будівлі, які підлягають ремонту, розташовані в умовах функціонуючих структур міст, селищ, промислових підприємств тощо, тобто в умовах, де склалися транспортні, комунікаційні, силовими, силітибні та допоміжні території. Усе це і перешкоджає вибору, широко поширених 5-10 років тому, індустріальних методів і способів виконання робіт, обмежує використання високопродуктивних машин і механізмів, ускладнює матеріально-технічне постачання, обмежує або повністю виключає застосування деяких видів робіт[11,20,21].

Весь комплекс особливостей реконструкції цивільних будівель можна об'єднати в кілька груп.

І Характер забудови, прилеглої до об'єкта реконструкції. До цієї групи можна віднести:

1) Загальна обмеженість майданчика реконструкції. Ця особливість характеризується високою щільністю забудови різними будівлями і спорудами, що обмежує або унеможливлює влаштування майданчиків укрупнювального

складання конструкцій, майданчиків складування будівельних матеріалів, руху, маневрування під час роботи і стоянок будівельних механізмів і техніки, підкранових шляхів, доріг.

Вищевказані умови призводять до збільшення обсягів робіт, виконуваних вручну. Внаслідок обмеженості та розосередження найбільш трудомісткими під час реконструкції є монтажно-демонтажні роботи, розбирання та руйнування конструкцій і монолітних масивів, посилення наявних і влаштування нових фундаментів в умовах обмеженого простору, а також прокладання підземних комунікацій та влаштування бетонної підготовки під підлогу. Тому вибір оптимальних варіантів технології та механізації цих робіт по суті визначає рівень техніко-економічних показників під час реконструкції загалом. Найчастіше відсутня необхідна номенклатура і потрібні типорозміри спеціальних машин для реконструктивних робіт, що проводяться в обмежених умовах. Це зумовлює необхідність застосування під час реконструкції будівель засобів, які слугують для механізації робіт під час зведення нових будівель і споруд.

У обмежених умовах обмежено продуктивне використання техніки, призначеної для роботи в нормальних умовах на оптимальних режимах, робочі рухи машин і виконавців, можливості складування, приоб’єктного і внутрішньооб'єктного переміщення будівельних матеріалів, конструкцій і деталей, «вписиваємість» транспортних засобів і будівельних машин в габарити робочого майданчика, проїзди усередині об'єкту. Зовнішня обмеженість об'єкту обумовлена обмеженнями габаритів робочих зон і проїздів будівельних машин і транспортних засобів природними і штучними перешкодами на території майданчика, розміщенням будівлі, що самого, що реконструюється.

2) Насиченість території об'єктів, що реконструюються, наземними і підземними комунікаціями, заглибленими спорудами. Ця особливість не дозволяє використовувати з повною продуктивністю землерийну техніку і, як

наслідок, великий обсяг робіт виконуваних вручну, а також вимагає виконання робіт з захисту, посилення або перенесення інженерних комунікацій

3) Завантаженість та вузькість проїздів автодорожньої мережі. Ця особливість обмежує проїзд будівельної техніки і особливо великогабаритної, тим самим ускладнює доставку великопрогонних і великогабаритних вантажів, що викликає необхідність улаштування різних об'їздів.

II Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівель, що реконструюються.

До цієї групи можна віднести особливості:

1) Складна конфігурація реконструйованих об'єктів.

В результаті планувальних рішень, що складаються в минулому, а також різних добудов і прибудов будівлі придбали складну і індивідуальну конфігурацію. Ця особливість вимагає індивідуального підходу у виборі методів та засобів виконання робіт, багаторазового монтажу та демонтажу вантажопідйомних механізмів, ускладнює рух та встановлення будівельної техніки. Сформована конфігурація будинків, що ремонтуються і реконструюються, дуже різноманітна.

2) Індивідуальність об'ємно-планувальних та архітектурно-конструктивних рішень.

Будинки, що підлягають ремонту та реконструкції, у процесі тривалої експлуатації зазнавали змін перепланування, перебудови. Окрім цього, будинки в основному будувалися за індивідуальними проектами. Різнотипність і різнорідність конструкцій і конструктивів унеможливлює використання типових технологій, обмежує застосування типових будівельних конструкцій, індустріальних методів виконання робіт;

3) Внутрішня обмеженість об'єктів реконструкції.

Під внутрішньою стиснуті мається на увазі наявність у зоні проведення робіт різного обладнання, вбудованих приміщень, заглиблень, фундаментів та інше. Усе це ускладнює нормальну експлуатацію механізмів і машин, перешкоджає раціональній організації робочих місць. За типом внутрішньої

обмеженості будівлі та споруди діляться на- вільні, обмежено доступні, недоступні (рисунок 3.13).

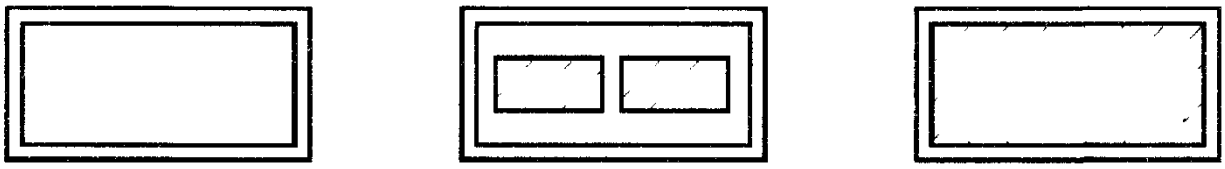


Рисунок 3.13 - Будинки: вільні, обмежено доступні, недоступні

Робота в обмежених умовах постійно вимагає підвищеної уваги всіх учасників процесу, додаткових фізичних витрат, пов'язаних з обережним переміщенням конструкцій і багаторазовим маніпулюванням, що, звичайно, знижує продуктивність праці. При реконструкції будівлі оснащуються більш складними технологічними агрегатами (інженерні мережі, обладнання, ліфти, сміттєпроводи і т. п.). Найчастіше зростає їх маса і габарити, будівлі насичуються складними системами контролю та автоматики, збільшуються прольоти приміщень тощо. У зв'язку з цим збільшуються навантаження на будівельні конструкції, що також необхідно враховувати у процесі будівельно-монтажних робіт

Зі зміною об'ємно-планувальних рішень при реконструкції об'єктів виникає необхідність демонтажу існуючих частин будівель. Демонтажним роботам і роботам з посилення конструкцій практично завжди супроводжує комплекс робіт із забезпечення стійкості частин будинків, що зберігаються, і конструкцій, що посилюються. Механізація таких робіт часто утруднена, а основним засобом монтажу є найпростіші монтажні пристрої - лебідки, талі, домкрати, монтажні балки, що призводить до непродуктивних витрат праці під час виконання цих робіт та підвищеної трудомісткості робіт.

Крім того, ремонт і реконструкція житлових і громадських будівель найчастіше проводяться на історичну цінність і архітектурно-виразних об'єктах (ліпні роботи, пілястри, статуї та ін.). У зв'язку з цим при будівельно-монтажних і демонтажних роботах необхідно дбайливо ставитися до

зазначених деталей, дотримуватися заходів обережності, щоб декоративні (цінні) конструкції, елементи обробки не постраждали.

Старість окремих конструктивів може стати травмуючим фактором для робітників. Тому роботи з реконструкції повинні виконуватися відповідно до вимог охорони праці.

Через специфічні умови виконання робіт з реконструкції існуючі машини оснащують різними обмежувачами. Так, монтажні крани та екскаватори повинні мати обмежувачі кутів повороту та висоти підйому стріли при роботах у обмежених умовах. Крім того, крани слід оснащувати обмежувачами маси вантажів, що піднімаються (висмикування шпунта, відрив рам від цементно-піщаної підливи та інші роботи, пов'язані з підйомом вантажів з невизначеною масою).

При реконструкції значний обсяг займають роботи, пов'язані з розбиранням та руйнуванням конструкцій чи елементів будівель. При виборі способів розбирання конструкцій враховують вихід придатних до повторного застосування матеріалів, вживають заходів щодо зменшення пилу. З цією метою при розбиранні і скиданні, навантаженні і перевантаженні матеріали, що пиляться, необхідно зволожувати. Матеріали від розбирання слід скидати з висоти тільки по лотках, жолобах (тимчасових сміттєпроводах).

Перед початком робіт з розбирання будівель необхідно переконатися, що внутрішні системи електроосвітлення, газопроводу, опалення та інших магістральних мереж відключені.

Головними особливостями робіт з улаштування та посилення фундаментів є те, що будівлі з фундаментами вже існують, і необхідно виконати цілий комплекс додаткових робіт:

– провести земляні роботи у стиснених умовах, де обмежене застосування високопродуктивної техніки грунт насичений підземними інженерними комунікаціями, закріпити при необхідності стінки котлованів та траншей;

– організувати доставку з котлованів ґрунту, продуктів розбирання, бетонної суміші, арматури та інших матеріалів;

– підготувати конструкції для роботи з ними (очищення, будову насічки, свердління отворів тощо);

– розвантажити конструкції, тобто передати навантаження конструкцій, що підлягають заміні під час посилення, на інші. Ці роботи виконуються шляхом влаштування горизонтальних роз граничних балок, що спираються на міцну основу, чи іншими способами.

Відзначимо також, що для посилення фундаментів неприйнятні методи ущільнення, пов'язані з передачею значних динамічних навантажень або потребують вільного простору, наприклад, ущільнення поверхневими вибухами, важкими трамбуваннями.

III. Умови експлуатації об'єкта реконструкції прилеглих територій.

До цієї групи особливостей відносяться:

1) Наявність у зоні робіт інженерних мереж та комунікацій, які попередньо необхідно захищати, відключати чи переносити;

2) Раннє згоряння. Це може бути викликано неприпустимістю загазовування зони робіт;

3) Перерви у роботі, пов'язані з виробничими, експлуатаційними та транспортними процесами на об'єкті реконструкції. Наприклад, робота будівельників на деяких об'єктах можлива лише під час перерв роботи підприємств, а міських умовах вночі;

4) Необхідність ретельного виконання заходів з охорони навколишнього середовища (тобто необхідність підтримання чистоти, порядку, виключення шуму, пилу і т. п., що визначаються умовами експлуатації даного об'єкта);

5) Наявність вибухо- та пожежонебезпечного середовища на деяких об'єктах реконструкції

IV. Комплекс робіт, які не притаманні новому будівництву.

Це роботи з руйнування та розбирання конструкцій, їх посилення та заміни. Крім цього, у процесі виконання будівельно-монтажних робіт виникає

цілий комплекс заходів щодо забезпечення стійкості окремих конструкцій та конструктивів (невеликі обсяги, різнотипність конструкцій, що застосовуються). Механізація цих робіт ускладнена, доводиться використовувати найпростіші монтажні механізми - лебідки, талі, поліспасти, домкрати, монтажні балки та інші, що призводить до підвищення трудомісткості робіт.

Недоступність детального обстеження конструкцій перед реконструкцією іноді призводить до появи факторів, що змінюють номенклатуру запланованих робіт. Через непередбачені роботи з посилення і закріплення конструкцій доводиться переміщати механізми і працюючих з однієї ділянки на інші - тобто порушується ритмічність роботи.

Механізація монтажу будівельних конструкцій при реконструкції будівель має особливості, що визначаються умовами обмеженості об'єкта та необхідністю заміни або посилення існуючих конструкцій.

В даний час будівельні організації мають у своєму розпорядженні масивні, з високою вантажопідйомністю засобами. Однак в умовах реконструкції істотне значення мають такі характеристики вантажопідйомних засобів, як мобільність, габарити в транспортному положенні та власна маса, простота переоснащення, здатність маневрування з вантажем на гаку в обмеженому просторі та ін.

Спеціальних технологічно спеціалізованих монтажних кранів, призначених для робіт з реконструкції, в даний час в Україні не достатньо, тому застосовують існуючі вантажопідйомні механізми, що використовуються при новому будівництві.

Зазначені вище особливості виконання будівельно-монтажних робіт при реконструкції, за деякими даними, призводять до зниження продуктивності праці в порівнянні з новим будівництвом на 25-35%, витрати на експлуатацію машин збільшуються в 1,5-2,5 разу, тим самим збільшується питома собівартість робіт на 30-45% збільшується тривалість роботи.

ВИСНОВКИ

1. В теперішній час значно виріс об’єм будівництва та реконструкції, у тому числі і на щільно забудованих територіях. При цьому східним для більшості країн є тенденція до збереження існуючих будівель. Тому зараз особливо актуальною є задача приведення у відповідність до вимог сьогоднішнього дня великої кількості будівель. Збереження і подальше використання таких будівель стає можливим завдяки реконструкції.

3. Картина утворення розкриття тріщин, їх форма і зміна в часі є важливими критеріями в оцінці стану будівельних конструкцій. Вона дозволяє оцінити резерв міцності, а також полегшує виявлення причин виникнення ушкоджень конструкцій. Спираючись на результати обстеження при необхідності приймається рішення про посилення, відновлення або ремонт конструкції.

3. У світовій практиці накопичений великий досвід посилення і відновлення конструкцій, причому способи постійно удосконалюються і доповнюються новими рішеннями. Вже традиційним стало посилення методом нарощування перерізу, використанням металевих і залізобетонних обойм та інші. Через неможливість охопити усі питання цієї великої теми в цій роботі розглядаються лише окремі методи, одні з яких стали традиційними і використовуються всюди, а інші, як наприклад, посилення будівель сталевими поясами із стабілізуючим пристроєм, або посилення конструкцій наклеюванням арматурних елементів, посилення з використанням композитних матеріалів є новими і досить перспективними.

4. Аналіз комплексу особливостей і специфіки ремонту та реконструкції будівель дозволяє виділити ряд найбільш гострих проблем, тому необхідно й надалі удосконалювати теоретичну базу оцінки, методів, особливо у питаннях оцінки запасів міцності конструкцій, що мають ушкодження, а також для підвищення якості проєктів, що розробляються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1 Бабич Є.М., Караван В.В., Бабич В.Є. Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд : підручник. Рівне : Волинські обереги, 2018. 176 с.

2 Барашиков А.Я. Оценка технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений. Київ : НМЦ Держнаглядохорпраці України, 1998. 238 с.

3 Барашиков А.Я., Сирота М.Д. Надійність будівель і споруд : навч. посіб. Київ : ІСДО, 1993. 204 с.

4 Барашиков А.Я., Гомілко В.О., Малишев О.М. Технічна експлуатація будівель і міських територій : підручник. Київ :Вища школа, 2000. 112 с.

5 Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель і споруд : навч. посіб. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008.108 с.

6 Губій М.М., Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд : навч. посіб. Полтава : Полтавський державний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2000. 147 с.

7 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]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 44 с.

8 ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Чинний від 2019–01–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 42 с.

9 ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. : Основні положення. - [Чинний від 2012–04–01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2012. 94 с.

10 Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд : підручник. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 304 с.

11 Клименко Є.В. Технічний стан будівель і споруд : монографія. Одеса : ОДАБА. Уманське комунальне видавниче-поліграфічне підприємство, 2010. 284 с.

12 Лучко Й.Й. Методи випробування та дослідження будівельних матеріалів, конструкцій будівель і споруд: підручник. Львів : Львівський національний аграрний університет. Світ. 2021. 485 с.

13 Міхайленко В.М. Інтегровані моделі і методи автоматизованої системи діагностики технічного стану об’єктів будівництва : монографія. Київ : ЦП «Компринт». 2017. 230 с.

14 Методи оцінки і ліквідації пошкоджень в конструкціях будівель. URL : https://polygonal.com.ua/metodi_otsInki_lIkvIdatsIYi_poshkodzhen_konstruktsIyah_budIvel.php (дата звернення 13.12.2024)

15 Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд / Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України. Державний комітет України по нагляду за охороною праці. Київ, 1997. 145 с.

16 Причини появи дефектів у кам'яних конструкціях/ URL: https://pp-budpostach.com.ua/ua/a116697-prichiny-poyavleniya-defektov.html (дата звернення 03.11.2024).

17 Посилення фундаменту. URL: https://cgip.com.ua/posilennya-fundamentu/ (дата звернення 01.01.2025).

18 Посилення, підсилення бетону, плит перекриття, залізобетонних конструкцій, композитними матеріалами, sika, mapei, tekno. URL: https://art-building.zp.ua/usilenie-zhelezobetonnyx-konstrukcij-kompozitnymi-materialami/ (дата звернення 24.12.2024).

19 Ремонт фундаментів, посилення основ і фундаментів. URL : https://pp-budpostach.com.ua/ua/a112296-remont-fundamentov-usilenie.html (дата звернення 03.11.2024).

20 Суханов В.Т., Коробко О.О., Лисенко В.А. Діагностика, оцінка та методи обстеження: навч. посібник. Одеса: Optimum, 2005. 194 с.

21 Тугай О.А., Гарнець В.М. Технічний нагляд за будівництвом і безпечною експлуатацією будівель та інженерних споруд : навч. посіб. Київ : Хай-Тек-Прес, 2011. 448 с.

22 Якіменко О.В. Технологія будівельного виробництва : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 410 с.

23 Якименко О.В., Кіктьова К.О. Технічна експлуатація будівель та споруд : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 247 с

24 Charlett Andrew J, Craig Maybery-Thomas. Fundamental Building Technology. London : Routledge, 2013. 372 p.

25 Fleming E. Construction Technology : an illustrated introduction. India : Replika Press Pvt. Ltd. Kundli, 2005. 401p.

26 Keith Blankenbaker E. Construction and Building Technology : building -textbooks. Tinley Park, Illinois : Goodheart-Willcox Company, Inc., 2013. 656p.

27 Michael Yit Lin Chew. Construction Technology for Tall Buildings. 3-rd ed. Singapore : NUS, 2009. 416 p.