

Дарієнко В.В., Джирма С.О., Скриннік І.О., Портнов Г.Д., Настоящий В.А.

РЕКОНСТРУКЦІЯ ТА РЕМОНТ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Кропивницький

ЦНТУ

2023

УДК 69.057.22

Реконструкція та ремонт будівель і споруд : навч. посіб.: / В. В. Дарієнко та ін, – Кропивницький : ЦНТУ, 2023. 159 с.

Друкується за ухвалою Вченої ради

Центральноукраїнського національного технічного університету

(протокол №9 від 29.05.2023 року)

Рецензенти:

П.І. Довченко, генеральний директор. Заслужений будівельник України (ТОВ "Проектно-вишукувальний інститут "Агропроект");

І.В. Казаченко, директор ТОВ "Виробнича лабораторія Будстандарт";

М.І. Макарский, директор ТОВ "Агроінжиніринг".

У посібнику наведено ключові аспекти реконструкції та ремонту будівель і споруд різних конструктивних схем, включаючи планування, дизайн, матеріали, технології і методи виконання. Він також розглядає специфіку різних типів будівель і споруд, зокрема житлових, промислових та інженерних споруд.

Навчальний посібник призначений для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 192 "Будівництво та цивільна інженерія", фахівців будівельної галузі.

Копіювання, сканування, запис на електронні носії і тому подібне книжки в цілому або будь-якої її частини заборонено

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ З ПРОВЕДЕННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ І РЕМОНТУ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД.....	7
1.1. Роль реконструкції житлових будівель в рішенні соціальних, містобудівних та архітектурних задач	7
1.2. Строк служби будівель і їх фактичний знос.....	10
1.3. Попередня оцінка можливості та доцільності реконструкції житлових будинків.....	13
2. РЕКОНСТРУКЦІЯ І РЕМОНТ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	15
2.1. Мета і задачі реконструкції і технічного переоснащення промислових підприємств.....	15
2.2. Довговічність і знос виробничих будівель	18
2.3. Особливості реконструкції промислових будівель	19
2.4. Необхідність проведення реконструкції промислових будівель і споруд.....	21
3. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ ПО ОБСТЕЖЕННЮ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД.....	24
3.1. Задачі обстежень	24
3.2. Методи обстеження стану будівель і конструкцій	24
3.3. Техніка безпеки при обстеженні будівель	29
3.4. Забезпеченість обстеження приладами і інструментами	30
3.5. Методика обстеження будівель та споруд, пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій, бойових дій та терористичних актів.	35
4. ДІАГНОСТИКА БУДІВЕЛЬ І СПОРУД	38
4.1. Визначення деформацій будівель і споруд.....	38
4.2. Оцінка деформацій окремих конструкцій	40
4.3. Дефектоскопія конструкцій. Визначення тріщиноутворення в елементах будівель	42
4.4. Визначення міцності матеріалів конструкцій	44
неруйнівними методами	44
4.5. Встановлення ступеня корозійного і температурного ураження елементів будівель і споруд	50
4.6 Натурні випробування	52

5. ОЦІНКА СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ	54
5.1.Класифікації конструктивних елементів за ступенем зносу	54
5.2. Обстеження основ і фундаментів	54
5.3. Методика діагностики бетонних і залізобетонних конструкцій	56
5.4. Обстеження кам'яних і армокам'яних конструкцій	64
5.5. Особливості діагностики металевих конструкцій	66
5.6. Дефектоскопія дерев'яних елементів.....	68
5.7. Складання висновків про технічний стан будівель і споруд	69
6. ЗАГАЛЬНОБУДІВЕЛЬНІ ЗАХОДИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ	73
6.1. Підсилення основ	73
6.2. Відновлення гідроізоляції і вологісного режиму.....	76
6.3. Покращення зовнішнього вигляду будівель	80
6.4. Заміна та підсилення дахів, перегородок та інших елементів.....	83
6.5. Усунення дефектів конструкцій	87
7. ЗАМІНА НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	91
7.1. Конструкції для заміни перекриттів.....	91
7.2. Полегшені конструкції покриттів.....	95
7.3. Застосування монолітного залізобетону	96
7.4. Елементи з незнімною опалубкою	97
7.5. Заміна сходів і балконів.....	100
8. ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ І КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	102
8.1. Основні принципи проєктування підсилення	102
8.3. Поліпшення і підсилення кам'яних конструкцій	120
8.4. Підсилення балок і прогонів	127
8.5. Підсилення плит перекриттів і покриттів.....	130
8.6. Установка додаткових закладних деталей і підсилення стиків.....	133
8.9. Підсилення підкранових балок і безбалкових перекриттів	137
9. ПІДСИЛЕННЯ МЕТАЛЕВИХ І ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ	139
9.1. Методи підсилення металевих конструкцій.....	139
9.3. Принципи підсилення дерев'яних конструкцій.....	146
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	153

ПЕРЕДМОВА

Реконструкція будівель і споруд - це їх перебудова з метою повної або часткової зміни функціонального призначення, установки нового більш ефективного обладнання, поліпшення забудови територій, приведення у відповідність до сучасних збільшених нормативних вимог.

Листом від 30.04.03 р. N 7/7-401 (v-401509-03) на адресу центральних та місцевих органів виконавчої влади Держбуд України роз'яснив, що **капітальний ремонт будівлі** - це комплекс ремонтно-будівельних робіт, який передбачає заміну, відновлювання та модернізацію конструкцій і обладнання будівель у зв'язку з їх фізичною зношеністю та руйнуванням, поліпшення експлуатаційних показників, а також покращення планування будівлі і благоустрою території без зміни будівельних габаритів об'єкту. Капітальний ремонт передбачає призупинення на час виконання робіт експлуатації будівлі в цілому або її частин (за умови їх автономності). **Поточний ремонт** - це комплекс ремонтно-будівельних робіт, який передбачає систематичне та своєчасне підтримання експлуатаційних якостей та попередження передчасного зносу конструкцій і інженерного обладнання. Якщо будівля в цілому не підлягає капітальному ремонту, комплекс робіт поточного ремонту може враховувати окремі роботи, які класифікуються як такі, що відносяться до капітального ремонту (крім робіт, які передбачають заміну та модернізацію конструктивних елементів будівлі). Поточний ремонт повинен провадитись з періодичністю, що забезпечує ефективну експлуатацію будівлі або об'єкта з моменту завершення його будівництва (капітального ремонту) до моменту постановки на черговий капітальний ремонт (реконструкцію).

Реконструкція будівель та споруд є частинами загальної програми, що передбачає відновлення виробничих підприємств, житлових масивів, культурних установ, міських кварталів та соціально-побутових об'єктів. Також реконструкція може бути проведена під час технічного переозброєння підприємств, але витрати на будівельно-монтажні роботи не повинні перевищувати 10% загальних капіталовкладень. Процес реконструкції може

включати збільшення висоти приміщень, перепланування, часткове розбирання та заміну конструкцій, поліпшення фасадів будівель, а також надбудову, підсилення та прибудову.

За період війни з російською федерацією, країна агресорка створила значні руйнування та знищення інфраструктури, будівель, доріг та інших об'єктів. У зв'язку з цим, актуальністю стають ремонтно-відновлювальні роботи, які є необхідним кроком для повернення жителів до нормального життя.



Рис. 1 – Наслідки атак на житлові будинки у м. Бахмут

За даними Мінрегіону на квітень 2023 року близько 2,4 мільйона громадян України залишилися без житла.

Для розв'язання завдання забезпечення кожної сім'ї окремою квартирою в умовах гострого дефіциту житла і прийняттого фізичного стану існуючого житлового фонду комунального заселення, потрібно реалізувати комплекс заходів з реконструкції і модернізації житлового фонду.

Основні напрямки реалізації такого комплексу заходів мають бути наступними:

- реконструкція та надбудова малоповерхових і особливо п'ятиповерхових будівель 1950-1960 років з метою створення квартир для родинного заселення. Для цього необхідно виконувати роботи з підвищення стійкості будівель до дії сейсмічних навантажень, заміни зношених інженерних мереж, забезпечення максимального комфорту проживання;

- реконструкція багатоповерхових житлових будинків дореволюційної і довоєнної забудови з метою створення квартир для родинного заселення, підвищення рівня благоустрою та встановлення сучасного інженерного обладнання. Для цього необхідно виконувати роботи з утеплення будівель, заміни зношених інженерних мереж, забезпечення максимального комфорту проживання;

- будівництво нових житлових будинків з метою забезпечення необхідної кількості житла постраждалому від війни населенню. При цьому необхідно виконувати роботи з використання сучасних матеріалів та технологій, забезпечення максимального комфорту проживання, введення нових інженерних систем та мереж.

Крім того, важливо забезпечити ефективне використання наявних територій. Наприклад, в містах можна використовувати території, що раніше використовувалися для промисловості або залізниць, для будівництва нового житла. Також можна розглядати можливість будівництва більш високих будинків, що може дозволити забезпечити більше квартир на обмеженій території.

Важливо розробити ефективну систему державної підтримки молодих сімей та інших груп населення, що потребують житла. Це може включати в себе фінансову допомогу для придбання житла, пільгові кредити, податкові пільги, зниження податків на нерухомість для молодих сімей, а також програми державного житлового будівництва.

У країнах з найбільш успішними програмами житлового будівництва і забезпечення житлом населення використовуються різні методи, такі як соціальна оренда житла, кооперативне будівництво, масштабні програми державного будівництва житла, націлені на певні категорії населення.

Таким чином, забезпечення кожної сім'ї окремою квартирою є важливим завданням для держави, яке може бути досягнуте шляхом реконструкції і модернізації існуючого житлового фонду, ефективного використання наявних територій.

Реконструкція будівель і споруд має на меті відновлення експлуатаційних показників та зміцнення несучих елементів. Ці роботи потребують індивідуального підходу, відмінного від підходів до нового будівництва. Процес реконструкції виробничих будівель часто супроводжується складнощами через необхідність забезпечення мінімальної зупинки роботи підприємств, що може призвести до втрат продуктивності. Однак загальні витрати часу на реконструкцію менші, ніж на нове будівництво, що дозволяє прискорити введення виробничих та житлових будівель, і вирішувати економічні, соціально-побутові та містобудівні завдання.

Курс «Реконструкція будівель і споруд» носить комплексний характер і базується на таких профільюючих дисциплінах, як «Архітектура будівель і споруд», «Залізобетонні і кам'яні конструкції», «Металеві конструкції», «Дерев'яні конструкції», «Основи і фундаменти», «Технологія будівельного виробництва», «Організація і планування будівельного виробництва», «Економіка будівництва».

Метою цього посібника та курсу є навчити студентів основам реконструкції та ремонту, зокрема проектування та безпосереднього проведення робіт з реконструкції та ремонту житлових, цивільних та промислових будівель та споруд, використовуючи сучасні матеріали, конструкції, технології, машини та механізми.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ З ПРОВЕДЕННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ І РЕМОНТУ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

1.1. Роль реконструкції житлових будівель в рішенні соціальних, містобудівних та архітектурних задач

Український житловий фонд відрізняється великою різноманітністю забудови, будівельних типів та квартир, що з'явилися у різні періоди містобудівної діяльності. Метою реконструкції існуючого житлового фонду є його перебудова для поліпшення планувальних рішень, підвищення рівня комфорту життя та зручності інженерного обладнання будівель, створення квартир для сучасної родини, які відповідають сучасним соціологічним та демографічним вимогам [1, 2].

При реконструкції житлової забудови беруться до уваги соціальні та містобудівні завдання, а також економічна та технічна ефективність її здійснення. Соціальні завдання реконструкції полягають у докорінному оновленні забудови та структури житлового фонду, що передбачає покращення життєвих умов мешканців старих та нових районів населених пунктів відповідно до перспективних та сучасних вимог [3, 4].

Містобудівні завдання реконструкції полягають у покращенні планувальної структури населених пунктів, поліпшенні житлового середовища, підвищенні архітектурно-просторових якостей забудови, вдосконаленні мережі магістралей вулиць, площ, транспортних та пішохідних зв'язків, а також в узгодженості систем інженерного обладнання та комунального господарства.

У нашій країні характерними об'єктами для реконструкції є житлові будівлі, які прослужили від 50 до 100 років і більше. Ці будівлі складають більшість житлового фонду великих і малих міст країни. Більшість з цих об'єктів є багатоповерховими житловими будівлями, які можуть бути використані для тривалої експлуатації в зв'язку з їхнім технічним станом. Однак, архітектурні якості цих будівель мають надзвичайне значення для містобудівної сфери. Від вигляду старих житлових будівель залежить

оригінальність старих міських районів, зокрема центральних частин міст. Тим не менш, більшість старих житлових об'єктів мають значний фізичний та моральний знос. Реконструкція та реставрація цих об'єктів є важливим архітектурним, містобудівним і складним технічним завданням, яке вимагає значних зусиль (Рис.1.1).

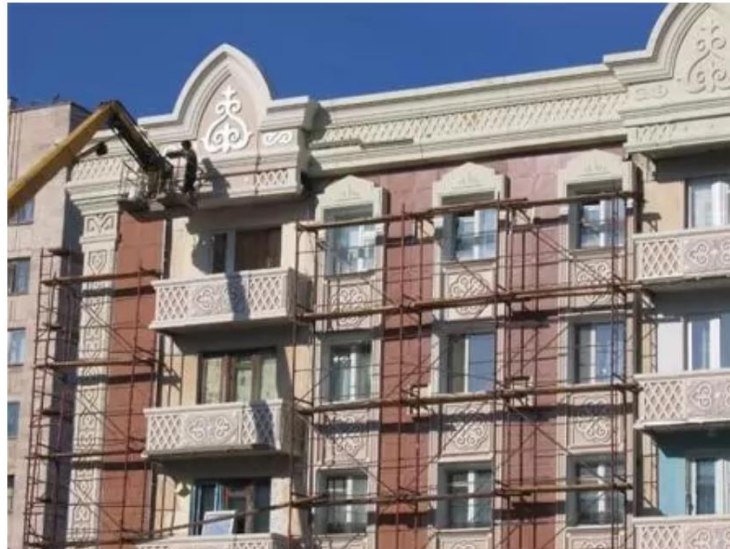


Рис. 1.1 – Реставрація фасаду житлової будівлі

Важливим аспектом реконструкції старих житлових будівель є збереження їх історичної та культурної цінності. Це може включати збереження архітектурного стилю, матеріалів, оригінальної конструкції та деталей, які вказують на історію будівлі і культурний контекст часу, коли вона була збудована [5, 6].

Однак, реконструкція старих будівель може також включати модернізацію технічних систем, що забезпечують комфорт і безпеку мешканців, таких як системи опалення, електропостачання, водопостачання та каналізації. Це може вимагати значних зусиль і витрат, але є необхідним для забезпечення довготривалої експлуатації будівель.

У разі успішної реконструкції старих житлових будівель можна отримати багато переваг, таких як збільшення кількості житла, покращення житлових умов для мешканців, збільшення енергоефективності будівлі та підвищення її вартості. Однак, реконструкція старих будівель може також вимагати уваги до різних викликів, таких як збільшення вартості робіт,

відповідність будівельним та енергетичним нормам, використання сталих та екологічно чистих матеріалів та інші.

У цілому, реконструкція старих житлових будівель є складним завданням, яке вимагає відповідального підходу та великих зусиль. Однак, успішна реконструкція може принести багато переваг і допомогти зберегти історичне та культурне надбання нашої країни.

Практика відновлення об'єктів громадської інфраструктури ще не настільки розвинена, як би могло бути, і, головне, вона неодноразова. Остання причина пояснюється великою кількістю різних будівель громадського профілю різного обсягу та функціонального призначення, що не дозволяє проводити реконструкцію за єдиною схемою. Серед об'єктів, що відновлюються, є будівлі спеціально побудовані для конкретного призначення та ті, що адаптуються з інших будівель.

Більшість робіт з відновлення громадських будівель проводиться в старих районах міста, де більшість з них були побудовані давно і зазнали фізичного та морального зносу. Проблема несумісності функціонального процесу з будівлями, в яких вони знаходяться, постійно зростає. Особливо ця проблема загострюється в наш час, коли високий рівень технічного оснащення є необхідністю для всіх видів діяльності (див. рис. 1.2). Через такі причини, навіть старі будівлі, які будувалися та експлуатувалися за своїм первісним призначенням (навчальні заклади, лікарні тощо), не задовольняють поточним вимогам. У наш час змінилися вимоги до планування та рівня інженерного благоустрою будівель, а також до їх розмірів та принципів розташування.

Зважаючи на постійний розвиток технологій, реконструкція громадських будівель стає актуальною задачею, щоб забезпечити їх відповідність сучасним вимогам та потребам.

Однією з ключових проблем під час реконструкції є збереження історичної та культурної спадщини, яка пов'язана з цими будівлями [7-9].

Реконструкція громадських будівель може відігравати важливу роль у відновленні економічного потенціалу міст та розвитку туризму.

При реконструкції громадських будівель потрібно враховувати також екологічні та енергоефективні аспекти, щоб зменшити негативний вплив на довкілля та знизити витрати на опалення та кондиціонування приміщень.

Успішна реконструкція громадських будівель вимагає не тільки професійних знань та вмінь з планування та дизайну, але й врахування думки громади та її потреб у використанні цих будівель.



Рис. 1.2 – Реконструкція центру адміністративних послуг в м. Кропивницький (колишній кібернетико-технічний коледж)

Все, що було наведено вище, стосується не тільки будівель, що були побудовані до революції, але й до багатьох тих, що були зведені в перші роки після неї. Отже, більшість громадських будівель, розташованих у старих районах, має потенціал для реконструкції в майбутньому.

1.2. Строк служби будівель і їх фактичний знос

Термін "строк служби конструкцій" відноситься до календарного періоду, протягом якого під впливом різних факторів вони досягають стану, коли подальша безпечна експлуатація стає неможливою, а відновлення стає економічно не вигідним. У термін "строк служби" також входить час, витрачений на ремонт. Час служби будівель визначається тривалістю служби незмінних конструкцій, таких як каркаси, стіни та фундаменти.

Нормативний строк експлуатації будівель та інженерних споруд є середнім показником, який залежить від ступеня капітальності будівель [10].

Строк експлуатації будівель та інженерних споруд

Найменування	Орієнтовне значення розрахункового строку експлуатації T_{ef} , років
Будівлі:	
житлові та громадські	100
виробничі та допоміжні	60
складські	60
сільськогосподарські	50
мобільні збірно-розбірні (у тому числі промислові, житлові та інші)	20
мобільні контейнерні	15
Інженерні споруди:	
мости, в залежності від типу	80-100
греблі	120
тунелі	120
резервуари для води	80
Резервуари для нафтопродуктів	40
Резервуари для хімічної промисловості	30
Ємнісні конструкції для сипких матеріалів	20-30
Башти і щогли, в залежності від призначення	20-40
Димові труби	30
теплиці	30
Примітка. Наведенні значення T_{ef} не призначені для нарахування амортизаційних відрахувань або для інших цілей, відмінних від оцінювання надійності.	

Під час експлуатації будівлі та споруд піддаються зносу як матеріальному, так і моральному, і цей параметр не залежить від їх капітальності чи класу. Фізичний знос передбачає поступову втрату початкових технічних властивостей будівлі та її конструктивних елементів під впливом природних факторів, таких як вода і погода [11,12]. Ступінь матеріального

зносу залежить від різних факторів, включаючи фізичні властивості матеріалів, які були використані при будівництві, геометричні розміри та характер конструкцій, умови експлуатації та розташування будівлі на місцевості [10].

Моральний знос виникає в результаті невідповідності будівлі технологічному або функціональному призначенню, зазвичай через технічний прогрес. Цей тип зносу зазвичай настає раніше, ніж матеріальний знос. Багато будівель можуть існувати ще тривалий час, хоча їх основні конструкції можуть потребувати перебудови через моральний знос.

Характеристики морального зносу житлових будинків включають в себе недостатню відповідність сучасним стандартам планування квартир (захоплення простору декількома сім'ями, наявність темних та прохідних кімнат, неприбрані санвузли), відсутність відповідності інженерним стандартам та вимогам нормативних документів, перенаселеність житлових кварталів та неадекватне благоустрій та озеленення.

За досвідом будівництва, більшість конструкцій зберігає свої фізико-механічні якості відповідно до нормативного терміну експлуатації в нормальних умовах. Проте, важливість фактору морального зносу підтверджується прикладами повнозбірних будинків першого покоління, які зберегли достатню міцність, але не забезпечують комфорт та відповідають сучасним стандартам [10].

Економічний термін служби будівлі - це приблизний період, після закінчення якого необхідна реконструкція будівлі або заміна її конструкцій. Його враховують при розрахунках ефективності витрат на ремонт та амортизацію. Норми амортизації на будівлі обчислюються на основі термінів служби основних конструкцій, при цьому вартість конструкцій з меншим терміном служби становить понад 50% вартості будинку [8].

Різноманітність архітектурно-планувальних рішень та показників експлуатації повнозбірних будівель і споруд першого покоління потребує індивідуального підходу до питання їх подальшого використання. Приблизно 25% п'ятиповерхових будівель мають конструктивні рішення та технічний

рівень ремонтно-будівельного виробництва, що не дозволяють економічно ефективної реконструкції або модернізації. У цьому випадку доцільніше здійснювати капітальний ремонт з подальшим частковим розселенням та компенсацією недостатнього комфорту підвищеною нормою житлової площі.

У більшості п'ятиповерхових будівель, де технічні характеристики дозволяють, можливі реконструкція (зміна об'ємно-планувальних характеристик, прибудова тощо) або модернізація (перепланування квартир) з метою поліпшення структури квартирної фонду, функціонального зонування приміщень, докорінного покращення якості квартир на першому та останньому поверхах, а також установки ліфтів і т.д. [13, 14].

1.3. Попередня оцінка можливості та доцільності реконструкції житлових будинків

Під час реконструкції центрів великих міст на даному етапі важливо максимально зберегти сформовану забудову, яка придатна для подальшої експлуатації. Це обумовлено тим, що стара забудова становить значну частину житлового фонду міста. Надмірний знос при реконструкції будівель, придатних для проживання, гальмує приріст житлової площі в містах, тому його потрібно зменшити [15].

Комплексна реконструкція житлової забудови повинна відбуватися з урахуванням генерального плану розвитку міста. Вона складається з трьох етапів: обстеження і аналіз існуючої забудови, прогнозування реконструктивних заходів на основі результатів обстеження, генерального плану міста та перспективних розробок, і розробка проектів реконструкції житлових кварталів на термін реалізації генерального плану та після його завершення [16].

Роботи по реконструкції вважаються рентабельними, якщо їх витрати не перевищують 70% вартості нової будівлі, але це не стосується історичних або архітектурних пам'яток. Реконструкція також ефективна, оскільки підвищує якість квартир і дозволяє підвищити щільність забудови в умовах дефіциту вільних міських територій. В структурі одноразових витрат на реконструкцію

загальносоюзних серій, питома вага реконструкції становить 50-60%, а решта витрат пов'язані з усуненням морального зносу і поліпшенням умов проживання.

Часові межі проведення реконструктивних заходів є головним чинником, який впливає на їх ефективність. Дослідження показують, що найбільш доцільно повністю реконструювати будівлі віком 30-60 років з моменту їх введення в експлуатацію. Якщо реконструкцію відкладати, то її ефективність значно знизиться, оскільки потрібно буде вкладати значні ресурси у відновлення будівлі від фізичного та морального зносу.

Для того щоб проектувати реконструкцію житлових будинків, важливо вивчати існуючий житловий фонд та систематизувати його архітектурні, конструктивні та містобудівні особливості [17-19]. Таке дослідження повинно проводитися для кожного міста, області, республіки або регіону в цілому, щоб розділити фонд на групи з різними техніко-економіко-технологічними характеристиками. Це є вихідним матеріалом для проектування комплексного оновлення та реконструкції міст та районів. На стадії проектування реконструкції будівель і мікрорайонів ці дані уточнюються і конкретизуються. Для кожного рівня проектування повинен бути конкретний вихідний матеріал: для міста (району) - комплексна схема капітального ремонту (перебудови) житлового фонду, для мікрорайону або окремої будівлі - проектна пропозиція (принципове рішення) по реконструкції.

2. РЕКОНСТРУКЦІЯ І РЕМОНТ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

2.1. Мета і задачі реконструкції і технічного переоснащення промислових підприємств

Для задоволення зростаючих суспільних потреб необхідно збільшувати обсяги виробництва продукції, що може бути досягнуто шляхом інтенсифікації виробництва. Це передбачає внесення якісних змін в матеріально-технічний базис виробництва, які дозволять повніше використовувати виробничі потужності, всі види сировини і палива, полегшити працю робітників, зробити її більш привабливою та продуктивною. Кінцевою метою є технічне переозброєння та реконструкція виробництва. При цьому необхідно також враховувати перехід виробництва на виготовлення нових видів продукції. Рисунок 2.1 показує схему факторів, які викликають потребу в реконструкції та технічному переозброєнні.

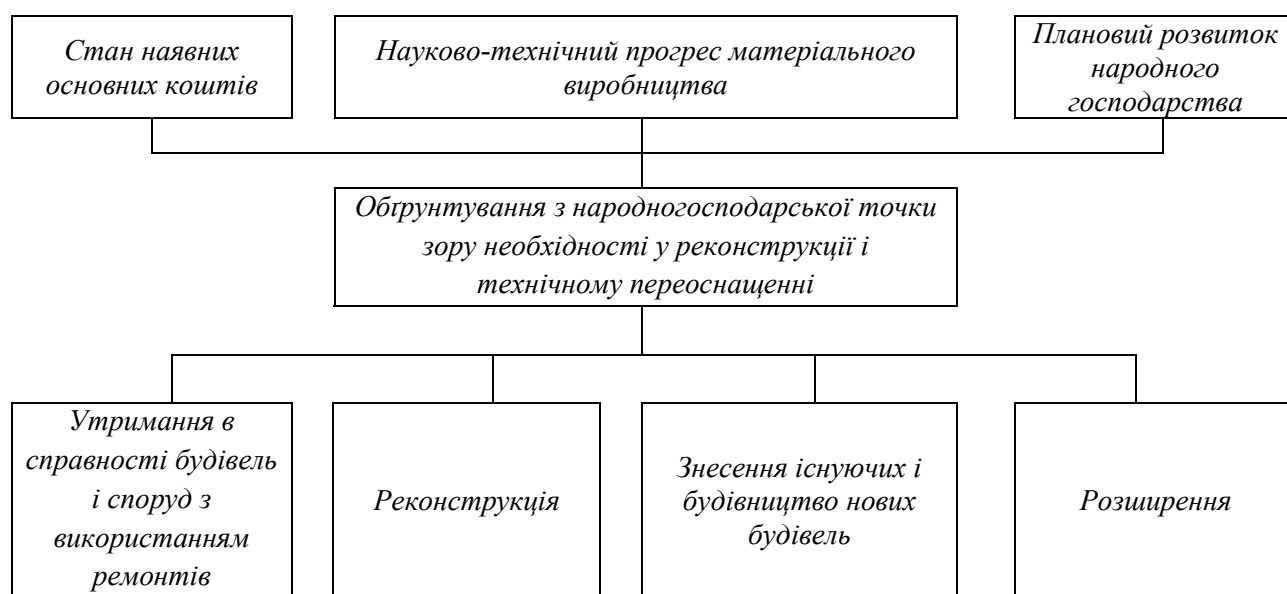


Рис. 2.1 – Схема факторів, які викликають потребу у реконструкції і технічному переоснащенні

Для здійснення реконструкції необхідно замінити застарілу техніку на більш сучасну, провести модернізацію обладнання, механізувати та автоматизувати виробництво, поліпшити технологічні процеси, покращити організацію виробництва, розвивати спеціалізацію та кооперування,

використовувати більш ефективну сировину, підвищувати якість продукції та вдосконалювати організацію праці [20].

Для упорядкування планування, проектування, фінансування та обліку будівельного виробництва під час технічного переозброєння та реконструкції використовуються такі поняття, як розширення, реконструкція та технічне переозброєння підприємств.

Розширення діючих підприємств означає будівництво нових виробництв, розширення існуючих цехів і об'єктів основного, підсобного та обслуговуючого призначення на території або прилеглих до неї майданчиках з метою створення додаткових або нових виробничих площ, а також будівництво філій і виробництв, які не будуть знаходитись на самостійному балансі після введення в експлуатацію [21].

Якщо під час проектного опрацювання виявилася необхідність і економічна доцільність провести реконструкцію діючих цехів і об'єктів основного, підсобного та обслуговуючого призначення одночасно з розширенням підприємства, то відповідні роботи та витрати включають до складу проекту розширення підприємств [20].

Реконструкція діючих підприємств полягає у перебудові наявних цехів і об'єктів основного, підсобного та обслуговуючого призначення з метою підвищення їх техніко-економічного рівня. Це здійснюється шляхом використання досягнень науково-технічного прогресу і комплексної розробки проекту на реконструкцію підприємства з метою збільшення виробничих потужностей, покращення якості продукції та зміни її асортименту. Цей процес зазвичай не супроводжується розширенням наявних будівель та споруд основного призначення, а головною метою є покращення умов праці працівників та охорони довкілля без збільшення чисельності працівників [21].



Рис. 2.2 – Реконструкція з розширенням заводу з виробництва плитки АТЕМ

При реконструкції діючих підприємств можуть здійснюватися розширення окремих будівель і споруд основного, підсобного та обслуговуючого призначення у випадках, коли нове високопродуктивне і більш досконале за технічними показниками обладнання не може бути розміщено в існуючих будівлях; будівництво нових і розширення існуючих цехів і об'єктів підсобного та обслуговуючого призначення з метою ліквідації диспропорцій; будівництво нових будівель і споруд замість ліквідованих на території діючих підприємств, подальша експлуатація яких з технічних і економічних умов недоцільна.

Технічне переозброєння діючих підприємств - це комплекс заходів, які спрямовані на підвищення техніко-економічного рівня окремих виробництв, цехів і ділянок за допомогою впровадження передової техніки і технології, механізації і автоматизації, модернізації та заміни застарілого і фізично зношеного устаткування новим більш продуктивним. Також в рамках такого комплексу заходів можуть проводитися вдосконалення загальнозаводського господарства і допоміжних служб. Відмінністю від реконструкції є те, що при

технічному переозброєнні не здійснюються розширення окремих будівель і споруд та не будується нових об'єктів на території діючих підприємств [20].

Метою технічного переозброєння діючих підприємств є універсальне підвищення продуктивності виробництва, збільшення випуску продукції та покращення її якості, одночасно зі зростанням продуктивності праці та зменшенням числа робочих місць. Досягнення цієї мети передбачає зниження вартості виробництва, економію ресурсів та покращення інших техніко-економічних показників підприємства [21]. Завдання, що пов'язані з поліпшенням використання та збільшенням виробничих потужностей, зниженням собівартості та матеріаломісткості продукції, а також з капітальними вкладеннями на будівельно-монтажні, проектно-вишукувальні та підрядні роботи, мають бути передбачені в зведеному плані технічного переозброєння та реконструкції. Необхідно пам'ятати, що частка будівельно-монтажних робіт не повинна перевищувати 10% капітальних вкладень на технічне переозброєння.

2.2. Довговічність і знос виробничих будівель

Рішення про подальше використання будівель збереженням або зміною функцій, їх реконструкцію або знесення, як і в житлових будівлях, залежить від ступеню їх зносу. Протягом експлуатації будівлі та споруди промислових підприємств піддаються різним природним і технологічним впливам, які враховуються під час вибору матеріалів та конструкцій. Однак на практиці може відбуватися прискорений знос будівель і споруд через поєднання характеристик будівельних матеріалів і конструкцій, які можуть відрізнятися від встановлених нормативними документами та внаслідок дії різних факторів, особливо в гальванічних цехах та очисних спорудах [20].

Розвиток промисловості вимагає збільшення швидкості технологічних потоків, тиску, температури та збільшення агресивних середовищ. Це призводить до більш швидкого руйнування споруд при впливі більш агресивних середовищ та механічних навантажень.

Фізичний знос та можливі пошкодження конструкцій промислових будівель та споруд можуть бути класифіковані за наступними ознаками: причини їх виникнення, механізм корозійного процесу руйнування конструкцій, значення наслідків руйнування та труднощі відновлення будівель.

Моральний знос, тобто втрата економічної ефективності виробничих будівель, може мати дві форми прояву. Перша форма зумовлена зменшенням їх первісної вартості з часом і виникає в результаті зниження величини суспільно необхідної праці на будівництво аналогічних об'єктів у більш пізні періоди. Це впливає на доцільність збереження будівлі та її функцій, при обліку її залишкової вартості.

Залишкова вартість визначається як різниця між відновною вартістю та сумою нарахованої амортизації на її відновлення. Друга форма морального зносу виникає, коли існуючі будівлі не відповідають вимогам реорганізації виробництва порівняно з більш прогресивними об'єктами аналогічного призначення, такими як будівля-еталон. Це може бути зумовлено не оптимальними розмірами сітки колон, конфігурацією в плані, висотою поверхів, несучою здатністю конструкцій, потужністю вентиляції, кондиціонуванням та іншими чинниками.

Одним з найважливіших завдань при реконструкції будівель є впорядкування забудови на основі функціонального зонування території, завдяки якому створюються оптимальні умови для відновлення виробничого процесу [21].

2.3. Особливості реконструкції промислових будівель

Під час реконструкції виробничих споруд розв'язуються наступні основні завдання:

- адаптація об'ємно-планувальної структури будівлі до вимог оновленого виробництва, а в разі зміни функціонального призначення - до вимог цехів або служб;
- підвищення експлуатаційних характеристик існуючих несучих і огорожувальних конструкцій відповідно до нових вимог виробництва;

- зміна основних будівельних параметрів будівлі (конфігурації, плану, висоти приміщень, сітки колон), пов'язаних з розвитком виробництва, а також з умовами проведення будівельних робіт, в тому числі без зупинки технологічного процесу;
- модернізація інженерних систем з метою забезпечення потреб оновленого виробництва та створення необхідних умов праці для працюючих згідно норм;
- вдосконалення архітектурно-художніх характеристик будівлі та її інтер'єру з урахуванням сучасних вимог до загальної композиції підприємства та промислової естетики.

У більшості випадків технічне переозброєння та реконструкція виробництв супроводжується заміною технологічного обладнання, переплануванням приміщень та зміною співвідношення різних ділянок і відділень. Необхідність у переплануванні може визначатися зміною санітарних та пожежних характеристик виробництва. Підвищення культури виробництва також потребує реорганізації внутрішнього простору з урахуванням створення ясного композиційного рішення інтер'єру та чіткого зонування площ цехів.

Формування архітектурних рішень при реконструкції підприємств визначається такими факторами, як широке впровадження нових технологічних процесів і обладнання, що підвищують продуктивність праці і вимагають підтримки постійних мікрокліматичних умов в цехах, підвищення вимог до інженерного забезпечення виробництва, комплексна механізація та автоматизація виробничих процесів, створення систем автоматизованого управління виробництвом та перехід до нових форм територіальної організації виробництва, що викликає зміни в планувальній структурі будівель та функціональних зонах.

Виконання робіт у ситуаціях діючого виробництва має значні відмінності від нового будівництва, оскільки це стикається з низкою факторів, які не властиві зведенню нових об'єктів. Обмеженість умов виконання робіт, а також необхідність їх поєднання з основною діяльністю підприємства

ускладнюють процес. Крім того, обсяжно-планувальні та конструктивні рішення будівель, які реконструюються, обмежують можливість використання оптимальних комплектів будівельних машин і потокової організації будівельно-монтажних робіт, що призводить до збільшення трудомісткості, непродуктивних витрат робочого часу, низької ефективності використання будівельних машин і значних економічних втрат, які не завжди компенсуються діючими поправочними коефіцієнтами до кошторисних норм.

Особливо це стосується демонтажу та монтажу будівельних конструкцій. Реконструкція вимагає виконання різноманітних робіт, які не є необхідними для нового будівництва, такі як демонтаж, підсилення конструкцій, заміна окремих конструктивних елементів та розбирання споруд. При цьому демонтажні та підсилювальні роботи зазвичай супроводжуються роботами забезпечення стійкості будівельних конструкцій, що зберігаються, і механізація їх проведення ускладнюється умовами діючого цеху. Головними засобами монтажу в цьому випадку є прості монтажні пристосування, такі як лебідки, талі, поліспасти, домкрати що призводить до збільшення витрат на організацію робочих місць та збільшення витрат на виробництво робіт.

Такі роботи можна віднести до категорії технологічно складних і вимагають використання спеціальних методів і технологій, а також високо кваліфікованих фахівців. Часто такі роботи вимагають індивідуального підходу і розробки унікальних рішень, що збільшує їх вартість і час виконання. До таких робіт можуть входити, наприклад, зміна конфігурації промислового обладнання, реконструкція стін і перегородок, заміна підлогових покриттів і т.д. Оскільки такі роботи можуть бути важкими і небезпечними, вони вимагають відповідного обладнання і технологій безпеки.

2.4. Необхідність проведення реконструкції промислових будівель і споруд

У сучасних умовах інтенсивного промислового розвитку в Україні та за кордоном, випуск продукції та технічне обладнання промислових підприємств змінюються швидко, але будівлі та споруди залишаються незмінними на

протязі 50-100 років. Проте, заміна технологій та обладнання відбувається значно швидше: у машинобудуванні кожні 10-15 років, у хімічній промисловості - менше 6-8 років, а в електронній - через 5 років. Це означає, що при експлуатації будівель і споруд зміна технології відбувається кілька разів, що вимагає оновлення та реконструкції існуючих промислових будівель і споруд.

Інтенсивний промисловий розвиток не тільки змінює види продукції та оснащеність підприємств, але й збільшує ефективність виробництва та конкурентоспроможність на ринку.

Реконструкція промислових будівель та споруд не тільки забезпечує сучасні умови праці, але й зменшує споживання енергії та забруднення довкілля.

Для проведення реконструкції промислових будівель необхідні комплексні дослідження, щоб знайти оптимальні параметри відповідно до концепції оновлення основних фондів.

У процесі реконструкції промислових будівель і споруд, необхідно враховувати вимоги безпеки праці та відповідність нормам пожежної безпеки.

Крім оновлення промислових будівель, необхідно забезпечити їх енергоефективність та зменшення витрат на експлуатацію.

Оновлення та реконструкція промислових будівель може бути складним та дорогим процесом, тому необхідно забезпечити раціональне використання ресурсів та ефективну управлінську стратегію.

У процесі реконструкції промислових будівель і споруд необхідно забезпечити відповідність їх екологічним вимогам та нормам охорони довкілля.

Перед початком реконструкції підприємства необхідно провести комплексне дослідження для визначення параметрів, що визначають концепцію оновлення основних фондів (див. рис. 2.3).



Рис. 2.3 – Концепція загального оновлення основних фондів

Застосування запропонованої стратегії планування робіт з реконструкції промислових підприємств має потенціал вирішити кілька проблем, пов'язаних з ефективним використанням ресурсів та збільшенням продуктивності:

- Дослідження витрат на проведення робіт та їх впливу на існуючу інфраструктуру дає змогу зрозуміти, які саме зміни необхідно внести для досягнення максимальної ефективності виробництва.
- Розробка оптимальних технологічних рішень може поліпшити умови виробництва та рівень життя підприємства, що дозволяє зменшити витрати на ремонт і підтримку.
- Інженерна підготовка може допомогти зменшити витрати на проведення реконструкції та збільшити продуктивність робіт завдяки кращому плануванню та використанню ресурсів.

Отже, використання цієї стратегії може підвищити ефективність виробництва, збільшити прибуток та знизити витрати на ремонт та підтримку промислових підприємств.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ ПО ОБСТЕЖЕННЮ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

3.1. Задачі обстежень

Оцінка технічного стану будівель та споруд - найважливіший етап у процесі їх оцінки. Під час обстеження необхідно визначити дійсну несучу здатність та експлуатаційну придатність будівельних конструкцій та основ. Крім того, потрібно знайти найбільш оптимальне конструктивно-планувальне рішення та спосіб можливого підсилення несучих конструкцій з урахуванням технологічності, забезпечення мінімуму витрат трудових, матеріальних ресурсів і часу на виконання робіт з реконструкції.

Звертаючись до різних матеріалів, таких як метал, камінь, залізобетон, дерево та фундаменти, необхідно використовувати відповідні методи розрахунку за граничними станами відповідно до чинних норм [23-25].

Для встановлення нормативних та розрахункових значень навантажень необхідно дотримуватися чинних державних норм [26-34]. Після проведення основних етапів обстеження необхідно здійснювати оцінку технічного стану будівельних конструкцій об'єкта та складати технічний висновок, у якому дається загальна оцінка експлуатаційної придатності розглянутих несучих конструкцій.

3.2. Методи обстеження стану будівель і конструкцій

Групи інженерно-технічних працівників з відповідною кваліфікацією виконують обстеження будівель і споруд, підготовлені і оснащені необхідними спеціальними приладами та обладнанням. У склад таких груп можуть входити проектні та науково-дослідні інститути, конструкторські бюро, служби експлуатації будівельних об'єктів, науково-дослідні підрозділи, а також студентські проектно-конструкторські бюро вищих навчальних закладів [15, 35].

Групи обстеження конструкцій повинні керуватися діючими нормативними та інструктивними документами з реконструкції та обстеження

будівель і споруд, а також актуальними на даний момент державними стандартами на проектно-вишукувальні роботи, будівництво та експлуатацію відповідних об'єктів.

Підготовка до обстеження включає в себе вивчення досвіду проектування та будівництва, конструктивних рішень та будівельних матеріалів за історичний період, що охоплює час будівництва та експлуатації будівель і споруд, які підлягають реконструкції.

Завдання, в якому вказано мета реконструкції та відповідні основні вимоги до конструкцій, орієнтовні планові технологічні навантаження та впливи, планувальні рішення та загальні умови експлуатації після реконструкції, є підставою для проведення обстеження. Крім того, важливо мати дані про технічні можливості будівельної організації, яку планується залучити до роботи по посиленню та ін.

Для здійснення огляду та затвердження технічних рішень до основної комісії залучаються представники підприємства, такі як служби головного архітектора, відділу капітального будівництва та інші, а іноді й представники підрядних та субпідрядних організацій.

Зазвичай роботи з огляду складаються з двох етапів: попереднього та детального огляду, але можуть проводитися і в один етап. В ході огляду конструкцій виконуються наступні роботи: попередній огляд конструкцій, дослідження технічної документації, вивчення особливостей майбутнього технологічного процесу та режимів експлуатації, інженерно-геодезичні, інженерно-геологічні та інженерно-гідрометеорологічні дослідження, детальний натурний огляд, обміри конструкцій та виявлення дефектів, відбір та лабораторний аналіз зразків матеріалів конструкцій, визначення планових навантажень та впливів, встановлення розрахункової схеми та виконання перевірочних розрахунків.

При необхідності можуть проводитися випробування конструкцій в натурних умовах. Важливо зазначити, що деякі види робіт можуть проводитися як на першому, так і на другому етапі огляду.

Розпочинаючи попередні або загальні дослідження, необхідно оглянути споруду та її конструкції, а також ознайомитися з технічною документацією та іншими матеріалами, що допоможуть зрозуміти об'єкт дослідження. На цьому етапі слід перш за все виявити ділянки та окремі конструкції, які перебувають у аварійному стані, та застосувати заходи для їх тимчасового підсилення.

Вивчення проектно-технічної документації має відповісти на різні питання, включаючи історичні дані, наприклад, початок та тривалість будівництва, капітальних та інших ремонтів, перепланування, змін експлуатації або технологічних процесів, а також захисту від аварій та серйозних порушень умов експлуатації. Крім того, слід ознайомитися з об'ємно-планувальними та конструктивними рішеннями, робочими кресленнями та розрахунковими навантаженнями та впливами, а також з інженерно-геологічними умовами будівництва та експлуатації.

Для забезпечення повної інформації про будівництво та експлуатацію споруд, окрім основної проектно-технічної документації, розробленої організацією-проектувальником, необхідно використовувати також додаткові матеріали, такі як акти передачі в експлуатацію, акти на приховані роботи, паспорти-сертифікати, журнали виробництва робіт, журнали експлуатації, документи про проведені ремонти, реконструкції та інші.

Для отримання додаткової інформації про будівництво та експлуатацію споруд можна проводити опитування робітників та інженерно-технічного персоналу обстежуваних підприємств.

Перед проведенням будь-яких робіт необхідно здійснити попередні обстеження, щоб виявити можливі відхилення від проектних даних по об'ємно-планувальним, конструктивним рішенням, по виду і характеру навантажень, включаючи природно-кліматичні та інші [19].

Якщо немає проектно-технічної документації або вона неповна, то перед початком будь-яких робіт необхідно виконати попередні обміри конструкцій та основних креслень будівель та споруд.

Під час вимірювальних робіт слід фіксувати наступні параметри: відхилення конструкцій від допустимих значень, розміри перетинів та положення елементів в просторі, якість сполучень та з'єднань, міцність матеріалів та їхні дефекти. Для зручності та систематизації даних, споруди рекомендується розділяти на зони за матеріалом, типом конструкції та її призначенням. Попередні або загальні обстеження допомагають провести орієнтовну оцінку технічного стану будівельних конструкцій та розробити програму для детального обстеження. Останнє проводиться з метою отримання найбільш достовірних даних для оцінки технічного стану конструкцій, що є основою для вибору конструктивного рішення під час реконструкції будівель та споруд.

Після детального обстеження будівельних конструкцій рекомендується отримати точну проектно-технічну документацію та обмірювальні креслення, які зафіксують положення будівельних конструкцій в плані і по висоті з урахуванням несучих елементів, переміщень, зсувів та інших відхилень. Потім необхідно виконати комплекс робіт з встановлення фактичних значень фізико-механічних характеристик матеріалів за допомогою руйнівних і лабораторних методів випробувань. Деталізовано уточнюються та систематизуються дефекти та пошкодження конструкцій, їх вузлів та сполучень, а також збираються відомості про експлуатаційне середовище, що впливає на конструкції та основи, визначається величина статичних та динамічних навантажень та впливів, включаючи дані вібродіагностики. На основі цього приймається розрахункова схема несучих конструкцій для проведення остаточних повірочних розрахунків окремих елементів конструкцій і споруд в цілому.

У разі детального обстеження може використовуватися суцільне або вибіркове обстеження. Суцільне обстеження необхідно проводити для об'єктів з коефіцієнтом надійності, що дорівнює одиниці, а також у випадках, коли відсутня проектна документація, або виявлено дефекти, що знижують несучу здатність будівельних конструкцій, різні властивості матеріалів, умови навантаження та інші небезпечні умови експлуатації.

При виконанні комплексу робіт по інструментальному визначенню фізико-механічних і фізико-хімічних властивостей матеріалів конструкцій слід виділити елементи, які експлуатуються в умовах дії підвищених і високих температур, знижених і низьких температур, агресивних середовищ і ін.

Аналіз стану конструкцій, які перебувають під впливом підвищених і високих температур, необхідно проводити, звернувши увагу на джерело тепловиділень, вид нагріву (конвективний, променистий), температурний режим (циклічний нагрів, постійний нагрів, вологість, тиск і ін.).

При виконанні всіх видів робіт з обстеження будівельних конструкцій необхідно вести суворий облік отриманих даних в спеціальних журналах, оформляти акти обстежень на різні види робіт і т.п., прагнути до оформлення інформації в табличній формі і її систематизації.

Якщо під час повного огляду було виявлено, що не менше 20% однакових конструкцій з загальної кількості понад 20 штук знаходяться в гарному технічному стані, то можна обмежитись вибіркоvim оглядом решти неперевіраних конструкцій. Кількість елементів, які потребують вибіркового огляду, повинна бути визначена залежно від конкретних умов (не менше 10% від кількості однакових конструкцій, але не менше трьох).

Під час детального огляду, при виконанні вимірювальних робіт, проводять інженерно-геодезичні дослідження з метою точного створення креслень будівель та споруд і визначення точних геометричних параметрів несучих конструкцій та їх викривлень для уточнення розрахункових схем.

Рекомендується проводити інженерно-геологічні дослідження у випадку відсутності робочих креслень фундаментів реконструйованих споруд, виконавчих документів на їх зведення та матеріалів про інженерно-геологічні умови ділянки будівництва об'єкта. Це особливо важливо, якщо об'єкт знаходиться на основах, складних в інженерно-геологічному відношенні.

Спеціальні інженерно-гідрогеологічні та гідрометеорологічні дослідження проводяться з одного боку під час реконструкції об'єктів, що знаходяться на підтоплених або потенційно підтоплених територіях, а також при експлуатації будівель та споруд в умовах негативного впливу фізико-геологічних та гідрометеорологічних чинників.

3.3. Техніка безпеки при обстеженні будівель

Для забезпечення безпеки під час проведення діагностики будівель і споруд необхідно дотримуватися наступних вимог:

- заздалегідь попередити відповідні органи про проведення робіт;
- проводити діагностику тільки при наявності належної кваліфікації, знань і досвіду;
- перед початком робіт необхідно оцінити ризики, визначити можливі небезпечні фактори та захистити працівників від них;
- забезпечити безпеку під час виконання робіт у зоні впливу електромагнітних полів, а також під час роботи з електроприладами і електроінструментами;
- забезпечити безпеку під час виконання робіт на висоті, у котлованах, а також під час роботи з будівельними конструкціями, що можуть обвалюватися або падати;
- використовувати захисні засоби і пристрої, які зменшують ризик виникнення небезпеки;
- керуватися інструкціями з техніки безпеки та дотримуватися правил техніки безпеки, що стосуються проведення певного виду робіт;
- надавати необхідну медичну допомогу при необхідності;
- дотримання цих вимог допоможе забезпечити безпеку під час проведення діагностики будівель і споруд, запобігти небажаним наслідкам і зберегти здоров'я працівників [36].

3.4. Забезпеченість обстеження приладами і інструментами

Для визначення геометричних характеристик конструкцій застосовуються різноманітні лазерні прилади, такі як лазерні нівеліри, лазерні теодоліти, лазерні дальноміри тощо. З їх допомогою можна визначити довжини, відстані, кути нахилу, висоту, рівність поверхонь, заміри прогинів, величину деформацій і переміщень.

Для виявлення дефектів в матеріалах конструкцій використовуються прилади дефектоскопії, які дозволяють виявити наявність тріщин, включень, корозійних пошкоджень, деформацій тощо [37]. До таких приладів належать магнітні дефектоскопи, ультразвукові дефектоскопи, рентгенівські дефектоскопи, термографи.

Також у процесі діагностики використовуються прилади для вимірювання рівня вібрацій, звуку, освітленості, температури та інших параметрів, які можуть впливати на стан конструкцій і споруд.

Важливим етапом діагностики є лабораторне дослідження зразків матеріалів, з яких виготовлені конструкції. Для цього застосовуються спеціальні прилади, які дозволяють визначити фізико-механічні та фізико-хімічні властивості матеріалів.

При виборі приладів для діагностики технічного стану конструкцій необхідно керуватися їхньою точністю, надійністю та можливостями застосування в конкретних умовах. Також необхідно дотримуватися вимог техніки безпеки та забезпечувати належне зберігання та обслуговування приладів.

Прилади для визначення міцності бетону в конструкціях будівель і споруд, що експлуатуються

Характеристика методів	Прилади	Розробник методу	Нормативні документи, підприємство-виробник
Механічні методи			ГОСТ 22690.0-77 ГОСТ 22690.4-77
1. Методи пластичної деформації:			
засновані на вдавненні штамп у поверхню розчину, бетону і еталонів	Дискові прилади ДПГ-4 і ДПГ-5	ВНИИГИМ. Братскгэсстрой	ГОСТ 22690-1-77; Інструкція по контролю міцності бетону в конструкціях приладами механічної дії (М., 1972)
	Універсальний маятниковий прилад УМП	Минпромстрой УССР	Те саме
	Прилади типу «Штамп НИИЖБ»	НИИЖБ	Інструкція по контролю міцності бетону в конструкціях приладами механічної дії (М., 1972)
	ОПР-9-300, ОПР-4-300	НИИЖБ і ЦНИИСК Госстроя СССР	Те саме
	ОМР-2-250, РМП-5	НИИЖБ	Те саме
	Прилад КМ (комплексний метод)	ЦНИИСК	Те саме
	Прилад ДорНИИ	СоюздорНИИ	Те саме
	Еталонний молоток Н.П. Кашкарова	НИИМосстрой	ГОСТ 22690.2-77; завод НИИМосстроя
	Прилад Польді-Вайцмана	ЧСФР	По типу ГОСТ 22690.2-77
	Підпружинений молоток типу ХПС	Німеччина	Стандарт ДІН 4240; завод машин (м. Лейпциг)
	Пружинний молоток «Кремиковец»	Болгарія	Стандарт БДС-3816-65 (Болгарія) «Механічні неруйнівні методи визначення міцності бетону»
засновані на пострілі або вибуху (метод пострілу, забивки стержнів, вибуху)	Будівельно-монтажні пістолети СМП і ПЦ	-	-
	Прилад «Вінздор Проуб»	США	-
2. Методи випробувань на відрив і сколювання			
засновані на відокремлюванні бетону від бетону шляхом відриву зі сколюванням	Гідравлічні прес-насоси ГПНВ-5 і ГПНС-4	Донецкий ПромстройНИИпроект	ГОСТ 21243-75

Продовження табл. 3.1

Характеристика методів	Прилади	Розробник методу	Нормативні документи, підприємство-виробник
шляхом відриву	Гідравлічний прес-насос ГПНВ-5	ЦНИЛ ГлавКиевгорстроя	ГОСТ 22690.3-77
шляхом сколювання ребра конструкції	Гідравлічний прес-насос ГПНВ-5 і додатковий прилад УРС	Донецкий ПромстройНИИпроект	ГОСТ 22690.4-77
3. Методи пружного відскоку	Склерометри: прилад КМ (комплексний метод)	ЦНИИСК	ГОСТ 22690.1-77: «Вказівки по дослідженню міцності бетону в конструкціях неруйнівними методами. Інструкція по контролю міцності бетону в конструкціях приладами механічної дії» (М., 1972)
Фізичні методи			ГОСТ 17624-87
1. Ультразвукові методи:			
засновані на визначенні швидкості розповсюдження пружних хвиль (повздовжніх і поперечних ультразвукових)	Бетон 5 Бетон 8-УРЦ УКБ-1 УКБ-1М УК-10п УФ-90пц УК-16п УК-12п	ВНИИжелезобетон	Дослідний завод ВНИИжелезобетон
засновані на імпульсному ударі (хвилі удару)	Прилади типу АМ, ПИК-6, МК-1, «Удар-1», «Удар-2»	СоюздорНИИ, ЛКВВИА им. А.Ф. Можайского и ВНИИНК ВНИИжелезобетон	ГОСТ 17623-87; Дослідний завод ВНИИжелезобетон
2. Радіоізотопні методи, засновані на визначенні щільності по зміні інтенсивності гама-випромінювання	РПП-1 РПП-2 ИПР-Ц, РПБС	ВНИИГИМ ВНИИжелезобетон Оргэнергострой	Те саме Те саме Експериментальні майстерні Оргэнергостроя

Для визначення характеристик міцності та деформативних властивостей матеріалів, з яких створені споруди та конструкції, використовуються різноманітні прилади. Найбільш достовірні дані можуть бути отримані шляхом прямих випробувань зразків матеріалів, вибірково вилучених з конструкцій. Проте, вилучення дослідних зразків із конструкцій може бути проблемою, тому неруйнівні методи випробувань надають перевагу при обстеженні існуючих конструкцій.

Більшість приладів, які використовуються для визначення міцності бетону в виробках та конструкціях, є неруйнівними механічними та фізичними методами, що можна знайти в табл. 3.1 і 3.2. Для вимірювання динамічних характеристик використовуються різні механічні та електричні прилади, такі як вібрмарки, індикатори годинникового типу, тензорезистори та осцилографи. Для заміру деформацій використовуються комплекти приладів типу K001.

При проведенні дефектоскопії будівельних конструкцій та матеріалів залучають прилади, які використовуються для визначення міцності бетону за фізичними методами (див. табл. 3.1). Для вимірювання ширини розкриття тріщин використовуються мікроскопи типу МПБ-2 та МИР-2.

Фізико-хімічні параметри, які характеризують властивості матеріалів і визначають їхню стійкість до хімічної агресії, температурних та вологих впливів, вимірюються з використанням спеціальних приладів та обладнання за допомогою випробування зразків матеріалів, що вилучені з конструкції в лабораторних умовах.

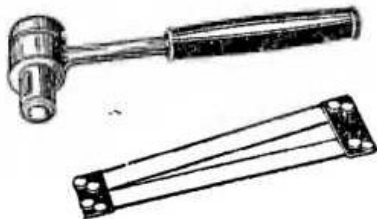
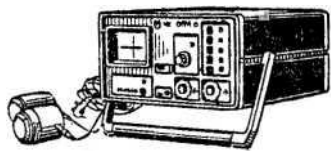
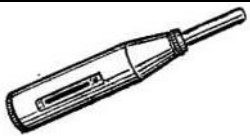
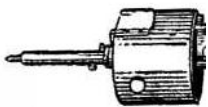
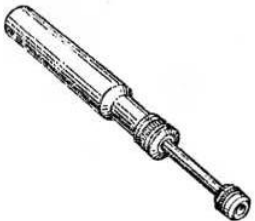
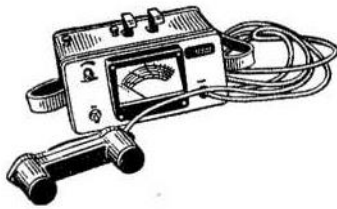
Під час обстеження може виникнути необхідність випробування існуючих конструкцій для визначення їхньої жорсткості та несучої здатності. Для цього використовуються традиційна апаратура та пристрої, які застосовуються для проведення статичних та динамічних випробувань будівельних конструкцій будівель та споруд.

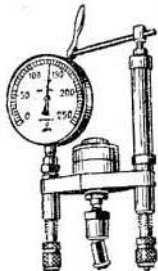
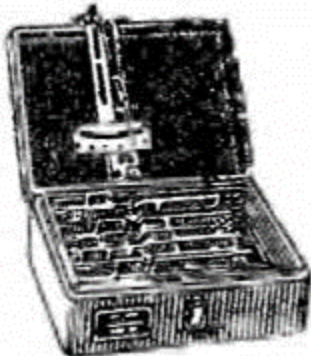
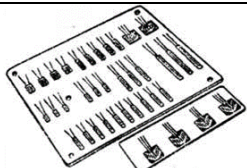
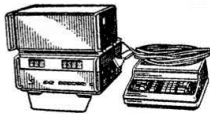
Застосовують різні прилади для вимірювання зусиль, що передаються на конструкції за допомогою домкратів, лебідок, талей тощо, такі як гідравлічні та пружинні динамометри переміщень (деформацій), прогиноміри, компаратори,

індикатори годинникового типу, тензометри (включаючи Гугенбергера, Н.Н. Аїстова), та електричні тензометри з використанням різних типів тензорезисторів, таких як ТЦМ, ІДС, та осцилографи. Крім того, клінометри використовуються для вимірювання прогинів та кутів повороту конструкцій, а геодезичні прилади - для вимірювання переміщень конструкції в цілому та її вузлів. Прилади для вимірювання зусиль, що передаються на конструкції, дозволяють визначити їх прогини та кути повороту, а також переміщення конструкції в цілому та її вузлів.

Таблиця 3.2

Деякі прилади для визначення деформативно-міцнісних характеристик матеріалів і конструкцій

Назва приладу	Ескіз	Назва приладу	Ескіз
Еталонний молоток Кашкарова з кутовим масштабом		Ультразвуковий прилад УК-10ПМ	
Прилад типу КМ		Індикатор часового типу	
Склерометр Шмідта		Віброграф ВР-1	
Молоток Физделя		Мікроскоп типу МПБ-2	
Прилад типу ПМ		Прилад типу ИЗС-2	

Гідравлічний прес-насос ГПНВ-5		Прогиномір типу ПМ-3 Конструкції Н.Н. Максимова	
Тензometri Гугенбергера		Вимірювач деформацій типу АИД	
Тензорезистори для вимірювання деформацій		Те саме, типу ЦТМ-5	

3.5. Методика обстеження будівель та споруд, пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій, бойових дій та терористичних актів.

Актуальність обстеження будівель та споруд, пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій, бойових дій та терористичних актів загострилася після 20 лютого 2014 року та початку повномасштабної війни 23 лютого 2022 року.

Основним документом регламентуючим методику обстеження є «Методика обстеження будівель та споруд, пошкоджених внаслідок надзвичайних ситуацій, бойових дій та терористичних актів» затверджена Наказом Міністерства розвитку громад та територій України 28.04.2022 року № 65.

Обстеження пошкоджених об'єктів проводиться відповідно до Порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва,

затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2017 р. № 257.

Роботи з проведення обстеження повинні забезпечуватись замовником, який має залучати фахівців з відповідною кваліфікацією визначених пунктами 2 та 21 Порядку. Інші фахівці відповідної кваліфікації можуть бути залучені до проведення обстеження за потреби.

Роботи з фінансування обстеження повинні здійснюватись за рахунок фізичних або юридичних осіб, коштів державного та/або місцевих бюджетів, а також інших коштів в порядку, визначеному законодавством.

Основні етапи проведення обстеження включають підготовку до проведення обстеження, попереднє та/або основне (детальне) обстеження та складення звіту про результати обстеження із рекомендаціями щодо подальшої експлуатації. Кількість етапів та обсяг робіт, що виконуються за кожним із етапів обстеження, визначається технічним завданням залежно від мети та задач обстеження.

Під час виконання робіт з обстеження пошкоджених об'єктів слід дотримуватись правил пожежної безпеки та охорони праці відповідно до законодавства. У разі виявлення небезпечних предметів, вибухових пристроїв, останків загиблих, запаху газу або інших характерних запахів, пробою електричного струму, роботи слід негайно припинити та невідкладно повідомити територіальні органи ДСНС та правоохоронні органи.

Оцінювання технічного стану конструкцій та об'єкта в цілому слід виконувати відповідно розділу 5 ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану» (далі – ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016). При цьому слід брати до уваги наявні аварійні пошкодження, а також інші дефекти та пошкодження, що утворились під час виготовлення, транспортування, монтажу, зведення та експлуатації та можуть знижувати експлуатаційні показники будівельних конструкцій та елементів інженерних систем об'єкта (з урахуванням класифікаційних ознак технічного стану конструкцій відповідно додатку В ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016, а

для сталевих конструкцій ДСТУ Б В.2.6-210:2016 «Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються»).

З метою врахування галузевої специфіки споруд інженерно-транспортної інфраструктури слід враховувати положення нормативно-правових актів, а також будівельних норм та національних стандартів у відповідній сфері, зокрема: ДСТУ 8954:2019 «Оцінювання рівня дефектності дорожнього одягу»,

ДСТУ 8745:2017 «Методи вимірювання нерівностей основи і покриття дорожнього одягу», ДСТУ 8746:2017 «Методи вимірювання зчіпних властивостей поверхні дорожнього покриття», ДСТУ Б В.2.3-42:2016 «Автомобільні дороги. Методи визначення деформаційних характеристик земляного полотна та дорожнього одягу» – при обстеженні автомобільних доріг; ДБН В.2.3-6:2009 «Мости та труби. Обстеження і випробування», ДСТУ 9123:2021 «Настанова з обстеження та випробування мостів і труб», ДСТУ 8748:2017 «Настанова щодо проведення динамічних випробувань автодорожніх мостів», ДСТУ-Н Б В.2.3-23:2012 «Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів» – при обстеженні мостів.

4. ДІАГНОСТИКА БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

4.1. Визначення деформацій будівель і споруд

Методами інженерної геодезії можна вимірювати різноманітні деформації будівель і споруд. Деформації можуть бути загальними, коли виявляється зміщення і деформація всієї конструкції, і місцевими, коли виявляється зміщення, прогини і повороти в певному місці конструкції або в межах вузла сполучення. Однією з головних причин загальних деформацій є нерівномірність осідання фундаментів. Надмірне зміщення може бути наслідком помилок у визначенні несучої здатності фундаментів під час проектування або через порушення умов експлуатації. Часто ці порушення пов'язані з гідрогеологічними умовами, замочуванням ґрунтів, відтаванням льодових прошарків, аваріями систем водо- і теплопостачання тощо.

Щоб виміряти зміщення, крені та зсуви будівель і споруд, застосовують методи інженерної геодезії. Вимірювання осідань проводять шляхом порівняння відміток реперів та осадових марок. Репери закладають на глибину так, щоб вони стояли на нестискаємому ґрунті, такому як піщаники, щільні мергелі чи глини древніх відкладень. Репери розташовують на відстані 30-120 м від будівлі.

При будівництві споруд закладають осадові марки по периметру фундаменту, а номери записують на стінах олійною фарбою. Щоб визначити крен споруди, можна скористатися проектуванням допоміжної точки, вимірюванням горизонтальних кутів або бічним нівелюванням. Для цього використовуються різні прилади, такі як теодоліти, клінометри та кренометри. Для вимірювання переміщень конструкцій і споруд використовують теодоліти, а способи визначення зсуву поділяють на метод струни, оптичного створу, "ламаного базису", мікротріангуляції та метод непрямого виміру. Робочим приладом у цьому випадку служать теодоліти.

Методи інженерної фотограмметрії застосовуються для визначення положення кількох точок будівлі або споруди в одній площині або в просторі,

виконання зйомок та обмірів споруд, контролю точності будівельно-монтажних робіт та деформацій великорозмірних конструкцій під час статичних та динамічних навантажень. Методи інженерної фотограмметрії включають фотограмметричний та стереограмметричний підходи. Слід зауважити, що фотограмметричні методи є доцільними для застосування у випадках, коли інші способи обмірювання неможливі.

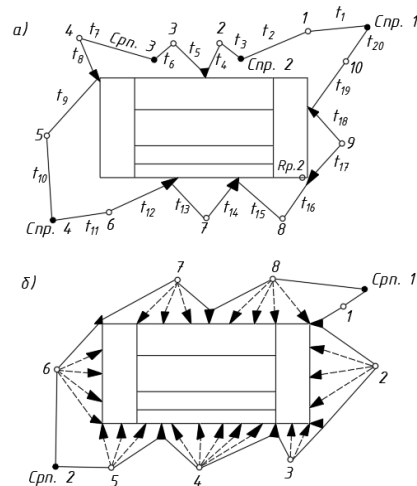


Рис. 4.1 – Схеми нівелювання:

а - опорних реперів; б - осадкових марок; 1..10 - номери станцій; С_{рп1} ... С_{рп4} - пальові репери; Δ - осадкові марки; R_{р2} - стінний репер; l₁ ..., l₂₀ - відстані між станціями, пальовими реперами і осадковими марками

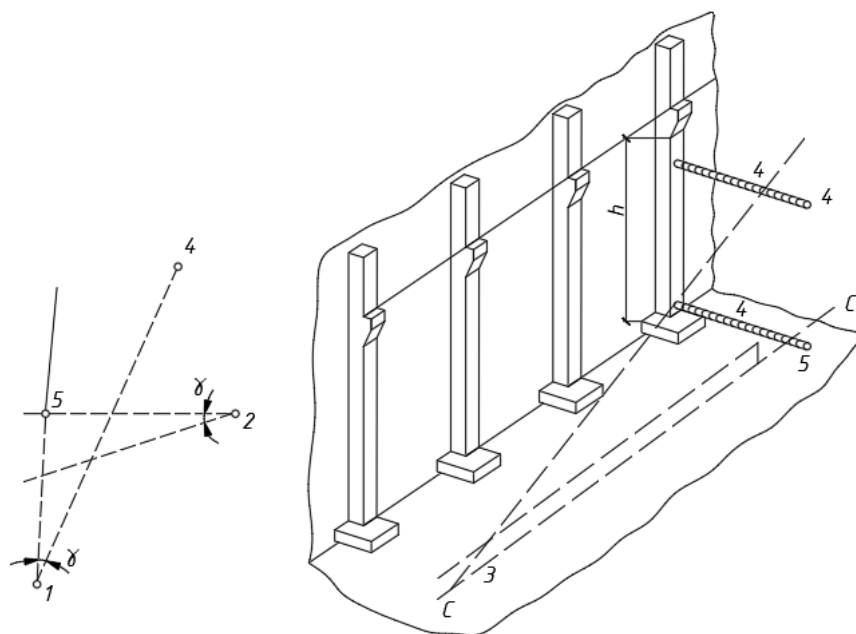


Рис. 4.2 – Схема визначення крену:

а – вимірюванням горизонтальних кутів; б – методом бічного нівелювання; 1, 2, 3 – місця розташування теодоліту; А, А₁ – віддалені предмети місцевості; В – марка на верху стіни; СС – створ; 4, 5 – положення рейок для зняття відліків а₁ і а₂.

4.2. Оцінка деформацій окремих конструкцій

Місцеві деформації окремих конструкцій і їх частин включають прогини і кути повороту в різних площинах [38-40]. Важливо мати на увазі, що такі деформації відбуваються постійно, але не повинні перевищувати нормативно встановлені граничні значення для залізобетонних і сталевих конструкцій. Для залізобетонних конструкцій прогини зазначені в табл. 4.1, а для сталевих елементів, що згинаються і відносних відхилень колон, - в табл. 4.2 та 4.3.

Зазвичай прогини конструкцій визначають відносно базових точок (наприклад, опорних столиків балки) за допомогою геометричного і гідростатичного нівелювання. При геометричному нівелюванні виміри здійснюють за допомогою нівеліра і рейок, які шарнірно підвішують до точок конструкції або встановлюють вертикально на конструкцію. Графіки прогинів будують на основі отриманих вимірів в різних точках.

Таблиця 4.1

Значення гранично допустимих прогинів залізобетонних конструкцій

Елементи конструкцій	Гранично допустимі прогини
1. Підкранові балки при кранах: ручних електричних	1/500 1/600
2. Перекриття з плоскою стелею і елементи покриття (крім вказаних в поз. 4) при прольотах, м: $l < 6$ $6 \leq l \leq 7,5$ $l > 7,5$	1/200 3 см 1/250
3. Перекриття з ребристою стелею і елементи сходів при прольотах, м: $l < 5$ $5 \leq l \leq 10$ $l > 10$	1/200 2,5 см 1/400
4. Елементи покриття сільськогосподарських будівель виробничого призначення при прольотах, м: $l < 6$ $6 \leq l \leq 10$ $l > 10$	1/150 4 см 1/250
5. Навісні стінові панелі при прольотах, м: $l < 6$ $6 \leq l \leq 7,5$ $l > 7,5$	1/200 3 см 1/250
Примітка: l – проліт балок або плит; для консолей приймається значення рівне подвійному вильоту.	

Значення гранично допустимих відносних прогинів сталевих конструкцій

Елементи конструкцій	Гранично допустимі прогини
1. Балки і ферми кранових шляхів під крани: легкого режиму роботи (включаючи ручні крани, тельфери і талі) середнього режиму роботи важкого і дуже важкого режиму роботи	1/400 1/500 1/600
2. Балки робочих майданчиків виробничих будівель при наявності рельсових шляхів: ширококолісних вузькоколісних	1/600 1/400
3. Балки робочих майданчиків виробничих будівель при відсутності рельсових шляхів і балки міжповерхових перекриттів: головні балки інші балки і косоури сходів сталевий настил	1/400 1/250 1/150
4. Балки і ферми покриттів і горищних перекриттів: які несуть підвісне підйомно-транспортне або технологічне обладнання які не несуть підвісне обладнання прогони профільований настил	1/400 1/250 1/200 1/150
5. Елементи фахверку: ригелі прогони скління	1/300 1/200

Примітка: для консолей необхідно приймати проліт l , який дорівнює подвійному вильоту консолі. При наявності заштукатуреної поверхні прогин балок перекриття тільки від короткочасного навантаження не повинен перевищувати $1/350$ довжини прольоту.

Гідростатичний нівелір або гідравлічний прогиномір, який виробляється серійно, складається з базової трубки та мірної трубки, які пов'язані між собою гумовим шлангом. Гідростатичне нівелювання засноване на принципі сполучених посудин, де різниця між рівнями рідини в базовій трубці та мірній трубці вказує на перевищення однієї точки над іншою. Порівняно з геометричним нівелюванням, гідростатичне є більш точним та простішим у використанні, не потребує великої кількості вільного простору та дозволяє зіставляти точки в сусідніх приміщеннях.

Величина відносного прогину конструкції встановлюється за зміщенням штанги відносно горизонтальної планки або за кутом нахилу планки за допомогою механічного прогиноміра.

Щілиноміри різної конструкції використовуються для вимірювання вертикальних та горизонтальних відносних зміщень частин будівель, які з'єднуються на температурно-осадових швах. Якщо доступ до швів обмежений, для вимірювання використовують оптичні прилади, наприклад теодоліти.

Таблиця 4.3

Значення гранично допустимих відносних відхилень сталевих колон на рівні верхнього пояса підкранових балок

Напряг горизонтального відхилення	Відносне відхилення	
	у відкритих підкранових естакадах	в будівлях і спорудах з кількістю циклів навантаження 2×10^8 і більше
Поперечне: при плоскій розрахунковій схемі	1/4000	1/2500
при просторовій розрахунковій схемі	-	1/4000
Повздовжнє	1/4000	1/4000

Примітка: h – висота колони від низу бази до головки рельсу підкранової балки

4.3. Дефектоскопія конструкцій. Визначення тріщиноутворення в елементах будівель

До завдань дефектоскопії будівельних матеріалів та конструкцій входить виявлення різноманітних дефектів, таких як мікро- та макротріщини, пустоти, включення сторонніх тіл та інші. Крім того, за допомогою методів дефектоскопії можна без розтину бетону визначити розташування арматури в залізобетонних конструкціях, а також перетин металевих конструкцій, які приховані в товщі стін або перекритті [41].

Для виявлення дефектів в бетоні та сталі використовують методи ультразвукової дефектоскопії, які засновані на здатності ультразвукових хвиль відбиватися від кордонів матеріалів з різною щільністю. Існують методи відлуння та наскрізного проникання, які разом дозволяють визначити наявність та місце розташування дефектів з високою точністю.

Ширину розкриття тріщин у будівельних конструкціях зазвичай визначають за допомогою мікроскопів МПБ-2 з ціною поділки 0,02 мм та приладу СВІТ-2 з межами вимірювання від 0,015 до 0,6 мм. Для спостереження за динамікою розвитку тріщин в часі використовують маяки різних типів, такі як гіпсові, скляні та металеві маяки. Гіпсові та скляні маяки кріплять до очищеної від штукатурки стіни за допомогою алебастрового або цементного розчину, а металеві маяки кріплять цвяхами або клеєм і фарбують. На маяках ставлять номер та дату, а дані заносять в спеціальний журнал.

Для встановлення глибини тріщин використовують голки та дротяні щупи разом з ультразвуковими методами. Оптичний прилад РВП-451 застосовують для оцінки поверхневого стану будівельних конструкцій у важкодоступних місцях на відстані до 7,5 м [43]. Для визначення наявності металу в перекриттях, стінах та інших конструкціях використовують металошукач МІ-1, який випускається заводом АКХ ім. К.Д. Панфілова.

Для вимірювання діаметра арматури, товщини захисного шару бетону залізобетонних конструкцій і перерізу металевих елементів конструкцій, які приховані в перекриттях, стінах і т. п., застосовують прилади типу ВІМ, ІЗС, ТЗС, ІСМ і ін. [42]. Принцип їх дії заснований на вимірюванні магнітної проникності матеріалів відповідно до стандартів ДСТУ 1.5-93 та ДСТУ 1.7-2001 або на радіаційних методах відповідно до стандарту [44].

Прилад ІНТ-М2, разом з виносними датчиками ВД-1 і ВД-2, можна використовувати для вимірювання механічних напружень, які виникли в металі внаслідок процесу зварювання, і для виявлення тріщин відповідно до вимог [44].

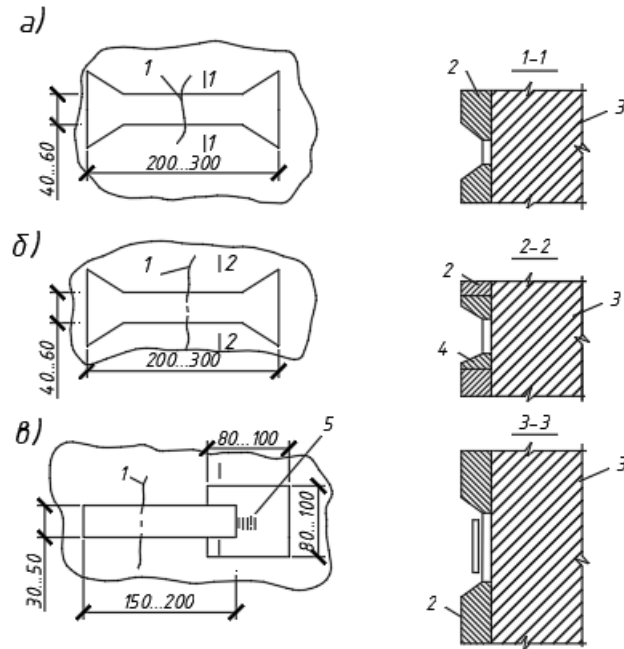


Рис. 4.3 – Види маяків:

а – гіпсовий; б – скляний; в – металевий; 1 – тріщина; 2 – оштукатурена поверхня; 3 – стіна; 4 – алебастровий розчин; 5 – риски через 2...3 мм.

4.4. Визначення міцності матеріалів конструкцій неруйнівними методами

Найбільш прийнятним для визначення фізико-механічних характеристик будівельних матеріалів є застосування неруйнівних методів, особливо для виявлення характеристик міцності та деформації конструкцій. Для лабораторних випробувань слід встановлювати місця відбору зразків та проведення випробувань руйнівними методами на характерних ділянках конструкцій з урахуванням діючих навантажень та напружено-деформованого стану обстежуваних елементів. Можна використовувати групи однотипних конструктивних елементів для отримання статистичних даних. Важливо забезпечити несучу спроможність та придатність до експлуатації конструкцій,

підлягаючих відбору зразків (проб). Градувальні таблиці та графіки можуть бути уточнені за результатами випробувань бетонних зразків, вирізаних з тіла конструкцій, або за допомогою випробувань методом відриву з сколюванням, згідно [45].

У таблиці 3.1 наведено основні методи випробування, які використовуються для визначення міцності бетону в конструкціях будівель і споруд, що експлуатуються. Один із найбільш поширених механічних методів - метод пластичної деформації, базується на взаємозв'язку між R та розмірами відбитків на бетонній поверхні, що отримуються під час вдавнення штампа за статичного або динамічного навантаження. Геометричні розміри відбитку на бетонній поверхні вказують на пластичну або пружно-пластичну деформацію бетону під час навантаження пресом, або ударом за динамічного навантаження.

Метод випробування на відрив зі сколюванням ґрунтується на визначенні R за зусилля P , яке необхідне для відриву та сколювання шматка бетону з тіла конструкції. Це досягається завдяки встановленню анкерних пристроїв у висвердлені отвори бетону, які потім виривають спеціальними приладами. Також можна встановити R шляхом вимірювання міцності бетону на відриві, використовуючи спеціальні прилади для відриву сталевого диска, приклеєного до поверхні бетонного елемента епоксидним клеєм. Міцність бетону можна визначити й за допомогою вимірювання зусилля сколювання частини бетону в ребрі конструкції. Для випробування міцності пористих бетонів використовують метод, що полягає в висмикуванні гвинтових стрижнів, що вкручуються в тіло бетону.

Методом, заснованим на вимірі відскоку пружних молотків (склерометри) від бетонної поверхні, характеризують міцність бетону за величиною відскоку при ударі об бетон.



Рис. 4.4 – Молоток Шмідта (склерометр)

Імпульсні та радіоізотопні методи є фізичними способами визначення міцності бетону у конструкції, які стали популярними. Ультразвукові методи є одним з найбільш широко використовуваних методів. Вони базуються на вимірюванні часу розповсюдження ультразвуку в бетоні та його базі проникання. Швидкість ультразвукової хвилі є функцією міцності бетону R . Метод хвилі удару ґрунтується на вимірюванні швидкості поширення в бетоні поздовжніх хвиль, які викликаються механічним ударом ручним або електричним молотком. По залежності R - v уд можна визначити міцність бетону.

Радіоізотопний метод дає можливість визначити щільність бетону ρ та за допомогою заздалегідь встановлених залежностей R - ρ виявити міцність пористих бетонів. Цей метод базується на використанні γ -променів, джерелом яких є радіоактивні ізотопи.

При дослідженні бетонних та залізобетонних конструкцій часто необхідно визначати міцність бетону за допомогою неруйнівних методів. Для зменшення помилок рекомендується виконувати комплексні випробування, що включають визначення міцності бетону руйнівними методами на зразках, отриманих з обстежуваної конструкції, а також застосування декількох неруйнівних методів. Отримані результати дозволяють встановити достовірне значення величини R . Бажано використовувати механічні та фізичні методи визначення міцності бетону.

Для визначення деформативних характеристик бетону в експлуатованій конструкції можна застосовувати метод випробування бетону шляхом сколювання. За допомогою спеціального пристрою можна отримати значення абсолютної деформації бетону при ступінчастому навантаженні, що дозволяє обчислити модуль деформації бетону. Будуються залежності «деформація - напруга» або «деформація - відносне напруження».

Загальні рекомендації щодо вибору методів випробувань в залежності від області застосування наведені в табл. 4.4., а в залежності від міцності бетону – в табл. 4.5.

Таблиця 4.4

Рекомендації по вибору методів випробувань

Методи	Прилади і способи виконання	Область застосування
Методи випробування міцності в зразках, бетон яких ущільнений спільно з конструкцією	Буріння з подальшим випробуванням кернів. Розпилювання виробів на куби	Для вибіркового контролю міцності у виробих, технологія виготовлення яких значно відрізняється від технології приготування кубів, з метою встановлення перехідних коефіцієнтів від $R_{ст}$ виробу до $R_{ст}$ в кубах. Для проведення попередніх випробувань з метою отримання тарувальних залежностей, використовуваних для контролю міцності бетону (невідомих складів) іншими методами
Метод пластичної деформації розчинної складової	Прилади ДПГ-4, ДПГ-5, ПМ, ХПС, еталонний молоток Н.П. Кашкарова і ін.	Для випробування міцності бетону у виробих і конструкціях товщиною 40 ... 60 см. Прилади ДПГ-4 і ДПГ-5 більш зручні при випробуваннях на горизонтальних площинах, але для випробування нижніх горизонтальних площин непридатні
Метод пластичної деформації бетону	Прилади типу «Штамп НИИЖБ»	Сфера застосування та сама. Товщина виробів (залежно від типу приладу) до 30 см. Прилад менш зручний в роботі, але забезпечує велику точність випробувань

Продовження табл. 4.4.

Методи, засновані на відділенні бетону від бетону	Відрив зі сколюванням, прилади ГПНВ-5, ГПНС-4	Для визначення міцності бетону в конструкціях товщиною не менше 15 см. Метод дозволяє враховувати вплив міцності крупного заповнювача і ступеня його зчеплення з розчином на $R_{ст}$ бетону. Метод придатний для випробування бетону високих марок
	Відрив, прилад ГПНВ-5	Сфера застосування та ж, що і для відриву зі сколюванням, а також для випробування тонкостінних конструкцій
	Сколювання ребра конструкцій, прилади УРС і ГПНВ - 5	Для випробування конструкцій товщиною не менше 4 см з шириною випробуваного ребра і його довжиною відповідно не менше 18 і 20 см.
Метод пружного відскоку	Прилад КМ, склерометри Шмідта	Для випробування міцності бетону в виробах і конструкціях товщиною не менше 100 мм.
	Прилад Царіцина - Корниловича - Осадчука	Те саме, але тільки для вертикальних поверхонь.
Резонансний метод	ИЧМК – 2, ИЧЗ – 5, ИЧЗ - 6	Для лабораторних досліджень і випробувань зразків бетону.
	Вібростенд	Для випробування збірних виробів і конструкцій типу прямолінійного бруса (в дослідному порядку).
Імпульсний ультразвуковий метод	Ультразвукові прилади УКБ -1, УКБ – 1М, «Бетон – 8», УРЦ, УК-16П, УК – 10П, УФ – 90ПЦ	Для контролю міцності і однорідності бетону в конструкціях при відомих заповнювачах
Радіоізотопний метод	8УРЦ, РПП – 1, РПП – 2, ИПР – Ц	Для випробування ніздрюватих бетонів і бетонів на пористих заповнювачах.

Для визначення міцності бетону в конструкціях, рекомендовано використовувати метод випробувань на відрив і сколювання, який з усіх фізико-механічних способів є найбільш достовірним. Цей метод слід застосовувати разом з іншими, щоб контролювати та уточнювати результати випробувань.

Характеристики міцності цегли, бетонних та природних каменів та кладки з них, визначаються шляхом випробувань зразків, відібраних безпосередньо з кладки на лабораторному обладнанні згідно [26].

Для встановлення фізико-механічних характеристик металевих конструкцій і арматури залізобетонних конструкцій, проводяться випробування зразків, вирізаних з експлуатованих елементів. Марка металу та його якість перевіряються за допомогою статичного розтягу зразків, випробувань на ударну в'язкість при температурах -20 і $+20^{\circ}\text{C}$, хімічного аналізу сталі та виявлення поширення сірчистих включень методом відбитків за Бауманом.

Таблиця 4.5

Рекомендації по вибору типу приладу в залежності від міцності бетону

Методи випробовування	Прилади	Границі міцності бетону, МПа
Метод пластичної деформації:		
розчину	Еталонний молоток, прилади ДПГ – 4 , ХПС, ПМ	5...20
бетону	ДПГ – 5 , НИИЖБ	20...55 10...55
Метод пружного відскоку	КМ Склерометр Шмідта	10...40 5...50
Метод відриву зі сколюванням	ГПНВ – 5 зі стержнями, ГПНС – 5 з розжимним конусом, ГПНС – 4 з дисками	10...80 10...50 10...50
Метод сколювання ребра конструкцій	УРС	10...70
Ультразвуковий імпульсний метод	УКБ – 1 ,УКБ – 1М, «Бетон – транзистор», УК – 10П, УФ – 90ПЩ	10...50 (для легких бетонів 7,5...50)

Відповідно до стандарту [27], зразки для механічних випробувань вирізають із листової та фасонної сталі. Для листової сталі зразки вирізають поперек напрямку прокатки, а для фасонної - вздовж. Для визначення хімічного складу використовують металеву стружку, яку можна відбирати шляхом висвердлювання ручною дриллю. Ударна в'язкість сталі при нормальній та пониженій температурі встановлюється на плоских зразках з V-подібним надрізом.

При випробуваннях використовують проби, що відбираються від партії елементів однотипного прокату з однаковими номерами, товщинами, марками сталі та вхідними складовими, які відносяться до одного періоду виготовлення

або однієї поставки. При виборі кількості зразків для випробувань можна скористатися даними, наведеними в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Рекомендації по вибору кількості зразків для визначення фізико – механічних характеристик сталі

Вид випробувань	Кількість елементів від партії	Кількість проб (зразків)	
		Від елемента	Всього від партії
Випробування на розтяг	2	1	2
Хімічний аналіз	3	1	3
Ударна в'язкість при:			
+20°C	2	3	6
-20°C	2	3	6
Відбитки по Бауману	2	1	2

Зі стержнів елементів залізобетонних конструкцій відбирають (вирізають) мінімум по 2 зразки арматури для механічних випробувань. Важливо забезпечити міцність і стійкість ослаблених елементів, відбираючи зразки на ділянках найменших силових впливів. Для визначення міцності деревини в дерев'яних конструкціях можна застосовувати неруйнівні методи, наприклад, вогнепальний спосіб, що базується на залежності між глибиною проникнення кулі, щільністю та межею текучості на стиск. Ультразвукові прилади також можуть використовуватися для встановлення межі текучості, враховуючи швидкість поширення ультразвуку в деревині і її динамічний модуль пружності. Прилад Певцова може бути використаний для вимірювання діаметру відбитка кульки при падінні з висоти 50 см, що дозволяє визначити межу текучості за градуальною залежністю.

4.5. Встановлення ступеня корозійного і температурного ураження елементів будівель і споруд

Взаємодія агресивного середовища з залізобетонними конструкціями може призвести до корозії бетону, арматури та закладних деталей, що знижує несучу здатність всієї конструкції. Під час обстеження необхідно визначити

ділянки корозійного пошкодження бетону, арматури та закладних деталей за допомогою фізико-хімічного аналізу проб бетону та арматурної сталі, включаючи характер, вид, ступінь та глибину корозійних пошкоджень.

Для цього необхідно визначити глибину нейтралізуючого шару бетону за допомогою фенолфталеїну та відповідної реакції на свіжооброблений скол захисного шару, очікувану глибину карбонізації та нейтралізації бетону агресивними газами та вид та кількість продуктів корозії. Крім того, необхідно встановити ступінь та вид враження металу корозією, яке може бути рівномірним або місцевим, залежно від розмірів та кількості виразок на одиницю площі. Для цього використовуються методи диференційного термічного та фазового рентгенівського аналізу, а також оптично-мікроскопічні дослідження структури цементного каменю та концентрацію водневих іонів в водяній витяжці.

Під час проведення огляду необхідно встановити характер та ступінь корозії металу - чи загальну, чи місцеву. Характеристика ступеня пошкодження матеріалу, спричиненого рівномірною корозією, визначається порівнянням перерізів вражених ділянок з проектними. Якщо має місце місцева корозія, то встановлюють розміри виразок та їх кількість на площині.

Одним з часто виникаючих дефектів на промислових будівлях є промаслювання бетонних конструкцій через неправильну експлуатацію. Недосконалий бетон з тріщинами та порами може просочуватися різними мастилами на велику глибину, що знижує міцність матеріалу вдвічі. Дослідження повинні бути спрямовані на виявлення стійкості бетону до впливу високих і низьких температур, особливо на ті елементи залізобетонних конструкцій, які піддаються специфічним температурним впливам. Вогнева устійкість та термічна стійкість будівельних конструкцій в Україні регулюється низкою нормативних документів, які визначають вимоги до вогнестійкості будівельних матеріалів та конструкцій, їх методів випробувань та класифікації.

Одним з найважливіших нормативних документів, який визначає вимоги до вогнестійкості будівельних конструкцій в Україні, є [46], який містить

вимоги до вогнестійкості конструкцій та їх елементів, включаючи стіни, перекриття, сходи, двері та вікна.

Термічна стійкість будівельних конструкцій також регулюється низкою нормативних документів, включаючи [47], які містять вимоги до теплоізоляції та теплової стійкості будівельних конструкцій.

Під час пожежі, коли температура короткочасно збільшується, фізико-механічні властивості бетону та сталевих арматур зазнають змін. Важкий бетон втрачає свою призмову міцність при температурах 60 °C та 90 °C на відповідно 35% та 21%, а при нагріванні до 400 °C зменшується ще більше, до 35% при 600 °C та до 52% при 700 °C. Модуль пружності також зменшується при нагріві до 100 °C на 30%, при 500 °C на 57% та при 700 °C на 82%. Зниження зчеплення арматури з бетоном відбувається при нагріві до 100 °C на 25%, а при 450 °C зчеплення повністю порушується. Хоча нагрів до 200 °C не знижує зчеплення у залізобетонних конструкціях з гарячекатаною арматурою періодичного профілю, вищі температури призводять до зниження зчеплення до 25% при 450 °C. Будівельні конструкції, які експлуатуються в умовах позмінного заморожування та відтавання, можуть зазнавати значних втрат міцності матеріалів.

Морозостійкість бетону визначається за допомогою зразків, вирізаних з конструкції та інших лабораторних методів, що проводяться в спеціальних кліматичних камерах відповідно до [48].

4.6 Натурні випробування

При вивченні споруд та будівель, які використовуються, зазвичай встановлюють несучу здатність будівельних конструкцій на основі даних про міцність матеріалів, розрахункових схем, навантажень та геометричних розмірів. У деяких випадках можуть знадобитися безпосередні випробування конструкцій, їх фрагментів або вузлів [42].

Конструкції можна випробувати в проектному стані або після демонтажу. Зазвичай, в першому випадку, контрольні розрахункові навантаження фіксують прогини, кути повороту, тріщиноутворення і,

базуючись на цих даних, визначають несучу здатність. При цьому важливо враховувати можливість спільної роботи конструкцій, граничні умови та інші фактори, які можуть вплинути на роботу елементів за навантаженням.

Випробування конструкцій після їх демонтажу проводять рідко, зазвичай вже в процесі реконструкції, коли розбирають частину споруди. В такому випадку випробування проводять на стендах у спеціальних випробувальних лабораторіях або в польових умовах.

5. ОЦІНКА СТАНУ КОНСТРУКЦІЙ

5.1. Класифікації конструктивних елементів за ступенем зносу

Дефекти та пошкодження будівельних конструкцій можуть мати різні характеристики, впливаючи на їх несучу здатність та експлуатаційну придатність. Щоб оцінити ці фактори, корисно класифікувати конструкції шляхом систематизації їх за виявленими характерними ознаками деформацій та дефектів, що зводиться до "відомості дефектів". Встановлюючи категорію технічного стану конструкцій на основі детальних ознак пошкоджень будівельних елементів та інших відхилень від норми, визначаються пріоритетні заходи щодо їх підсилення.

5.2. Обстеження основ і фундаментів

При реконструкції будівель та споруд необхідно встановити несучу здатність основ і фундаментів, що вимагає проведення інженерно-геологічних і гідрогеологічних досліджень майданчика забудови, інженерно-геологічного обстеження ґрунтів основ та інженерного обстеження стану фундаментів відповідно [31].

Обстеження основ повинні бути проведені у випадках виявлення деформацій надземних конструкцій будівель та споруд, які можуть бути спричинені нерівномірними усадками основи.

Інженерно-геологічне обстеження ґрунтів основи фундаментів та самого фундаменту потрібно виконувати в випадках реконструкції з збільшенням або зменшенням характеру навантаження, перебудовою з влаштуванням підвальних приміщень, спорудженням нових будівель поруч з існуючими, зміною технологічного процесу, що може впливати на фундаменти агресивними рідинами, підвищеними або пониженими температурами тощо.

Для перевірки стану основ та фундаментів використовують відкриті шурфи, що розміщують по найбільш навантажених та ненавантажених ділянках, на зовнішніх та внутрішніх стінах, колонах, фундаментах під обладнання і біля деформованих конструкцій. Кількість та місце розташування

шурфів визначаються для кожного випадку окремо, а при відсутності робочої документації має бути достатньою для складання планів і розрізів фундаментів і встановлення несучої здатності основ. Глибину шурфів встановлюють не менше 0,5...1,0 м нижче підосви фундаменту.

Необхідно звернути увагу на те, що недопустимо підтоплення основ розкритих фундаментів через шурфи і їх промерзання. Після завершення робіт по обстеженню основ і фундаментів шурфи потрібно засипати пошаровою укладкою ґрунту з трамбуванням і відновити порушені водозахисні ізоляційні покриття.

Якщо є проектна виконавча документація на основи і фундаменти і будівельні конструкції знаходяться в задовільному стані, допустимо виконувати тільки контрольне шурфування.

Після визначення конструкції, розмірів, глибини закладання та наявності гідроізоляції фундаментів, проводять визначення їх фізико-механічних та фізико-хімічних характеристик. Під час цього виявляють дефекти, пошкодження та відхилення від проєкту.

При огляді палевих фундаментів визначають їх діаметр, кількість та глибину, яку можна встановити як шурфуванням, так і за допомогою геофізичних методів.

Для визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів в шурфах застосовують неруйнівні та експрес-методи. Наприклад, модуль деформації та міцність при одноосьовому стиску можна визначити за допомогою електронно-акустичного методу, який полягає у вимірюванні швидкості поширення акустичного імпульсу в ґрунті та розрахунку деформативно-міцнісних характеристик на основі відомих залежностей. Щільність та пористість ґрунтів можна визначити за допомогою тарувальних кривих на основі даних замірів інтенсивності гамма або нейтронного випромінювання імпульсів.

З метою встановлення фізико-механічних характеристик ґрунтів з непорушеною та порушеною структурою, проводяться лабораторні

випробування на питому вагу, щільність, вологість та опір ґрунту при зрізі. Для просадкових ґрунтів, досліджують коефіцієнт просадковості.

Дослідження показують, що значення опору збільшується до 25% під дією опресування основ в залежності від виду ґрунту та його вологості. Під час дослідження проб ґрунту безпосередньо з основи існуючих споруд, необхідно враховувати дійсний напружений стан ґрунту та умови його експлуатації.

Нормальні та дотичні напруження на контакті фундаментів, конструкцій підземних споруд та ґрунту можна визначити різноманітними методами, такими як мембрано-балочний, мембранний, струнний тощо. Результати обстежень основ та фундаментів слід аналізувати згідно з вимогами глав [31].

5.3. Методика діагностики бетонних і залізобетонних конструкцій

Під час інспекції бетонних та залізобетонних конструкцій будівель та споруд, які перебудовуються, слід дотримуватися вимог, встановлених у [32,49].

За діючих принципів проектування та розрахунку несучих конструкцій за граничними станами, при інспекції потрібно класифікувати всі виявлені дефекти (відхилення від нормативних вимог) на два типи: дефекти, які можуть призвести до зниження несучої спроможності та дефекти, які не припустимі з міркувань придатності конструкцій до нормальної експлуатації.

При цьому слід пам'ятати, що одні й ті самі дефекти можуть вказувати на незадовільний стан як по несучій здатності, так і по придатності до експлуатації. Наприклад, ширина розкриття тріщин, які знаходяться нормально до поздовжньої осі згинаючого елемента (без попереднього напруження), в розтягнутій зоні що, свідчить про перевищення вимог другої групи граничних станів, які обмежують ширину розкриття тріщин величиною 0,3 мм, і одночасно вказує на можливість досягнення межі текучості арматурної сталі А300, що призводить до втрати несучої здатності елемента.

Розглядаючи бетонні та залізобетонні конструкції, найбільш поширеними дефектами є тріщини. Згідно з вимогами [45], гранично допустима

ширина розкриття тріщин в умовах неагресивного середовища залежить від категорії тріщиностійкості, виду арматури, напруженого стану перерізів та тривалості розкриття. Відповідно до цих вимог, допустима ширина може коливатися від $a_{crc} \gg 0,1$ мм до $a_{crc} \gg 0,4$ мм. Для конструкцій з високою тріщиностійкістю, яка пов'язана з умовами експлуатації, утворення тріщин заборонено.

У бетонних та залізобетонних конструкціях відрізняють тріщини, що виникли в процесі їх виготовлення, транспортування та монтажу, та тріщини, спричинені експлуатаційними навантаженнями та навколишнім середовищем. До перших належать усадкові тріщини, що виникли внаслідок швидкого висихання поверхневого шару бетону та скорочення його об'єму, а також тріщини, що виникли від набухання бетону. У масивних конструкціях можуть з'являтися тріщини, які спричинені великим гідратаційним нагрівом при твердінні бетону. Також можуть виникати тріщини технологічного походження, які з'явилися в збірних залізобетонних елементах в процесі виготовлення. З них до 60% є дефектами в збірних залізобетонних конструкціях. Інші тріщини в збірних залізобетонних елементах можуть бути викликані неправильним складуванням, транспортуванням та монтажем.

Можна поділити тріщини, що з'явилися під час експлуатації, на наступні види: тріщини, що виникли через температурні деформації внаслідок порушення вимог щодо температурних швів або неправильного розрахунку статично невизначеної системи на температурні впливи; тріщини, що зумовлені нерівномірністю осадки ґрунтової основи, що може бути пов'язане з порушенням вимог щодо влаштування осадкових деформаційних швів, аварійним змочуванням ґрунтів, проведенням земляних робіт у безпосередній близькості до фундаментів без забезпечення спеціальних заходів; та тріщини, що виникли внаслідок силових впливів, які перевищують здатність залізобетонних елементів сприймати розтягуючі напруження.

Для аналізу тріщин, що мають силовий характер, необхідно враховувати напружено-деформований стан залізобетонної конструкції. У елементах, які

згинаються за балочною схемою, виникають тріщини, які перпендикулярні (нормальні) до повздовжньої вісі, внаслідок появи розтягуючих напружень в зоні дії максимальних згинаючих моментів, та тріщини, нахилених до повздовжньої вісі, які викликані головними розтягуючими напруженнями в зоні дії значних згинаючих моментів (рис. 5.1). Максимальна ширина розкриття нормальних тріщин знаходиться в крайніх розтягнутих волокнах перетину елемента.

Виснаження несучої здатності конструкції може бути виявлене шляхом подрібнення бетону стисненої зони перерізу елементів, що згинаються. На нижній розтягнутій поверхні плит з різноманітним співвідношенням сторін може розвиватись характерний ряд тріщин силового походження (рис. 5.2), причому бетон стисненої зони може залишатися неушкодженим. Зминання бетону стисненої зони може бути ознакою небезпеки повного руйнування плити. У стиснених елементах поява повздовжніх тріщин вздовж арматури (рис.5.3) свідчить про руйнування, що пов'язані з втратою стійкості, зокрема з випучуванням повздовжньої стиснутої арматури через недостатню кількість поперечної (додаткової) арматури.

Одним із показників виснаження конструкції є зміна форми перерізу. Якщо переріз втрачає свою первісну геометрію та стає більш витягнутим, то це може свідчити про пошкодження та виснаження конструкції.

У разі виявлення ознак виснаження необхідно вжити заходів для запобігання подальшого пошкодження та руйнування конструкції. Це може включати в себе ремонт або підсилення конструкції, або ж заміну її на нову. Відсутність вчасної дії може привести до небезпечних ситуацій, таких як обвалення частини будівлі або структури.

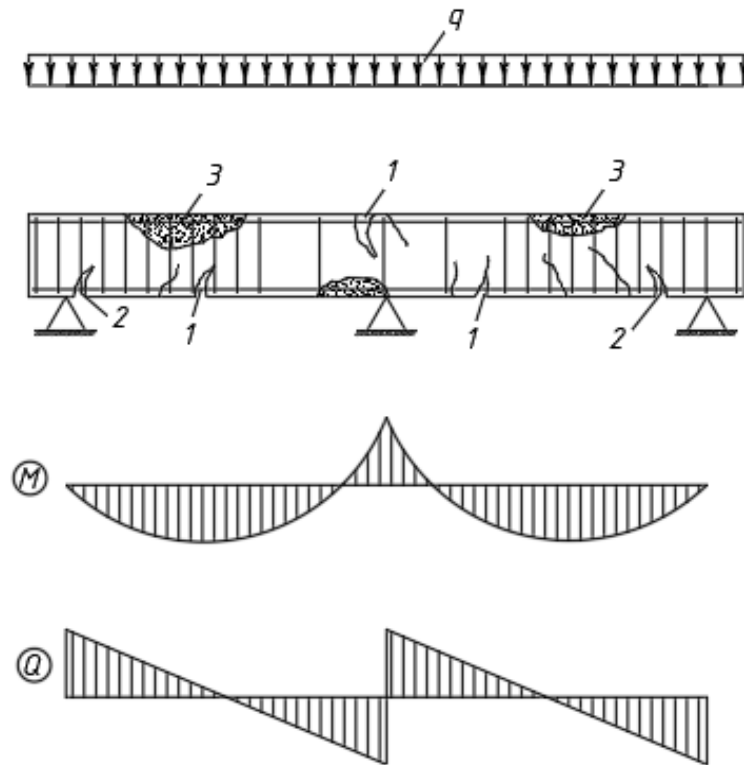


Рис. 5.1 – Характерні тріщини в залізобетонних елементах що згинаються, працюючих по балковій схемі:

1 – нормальні тріщини в зоні максимального згинаючого моменту; 2 – наклонні тріщини в зоні максимальної поперечної сили; 3 – тріщини і роздроблення бетону в стиснутій зоні елемента

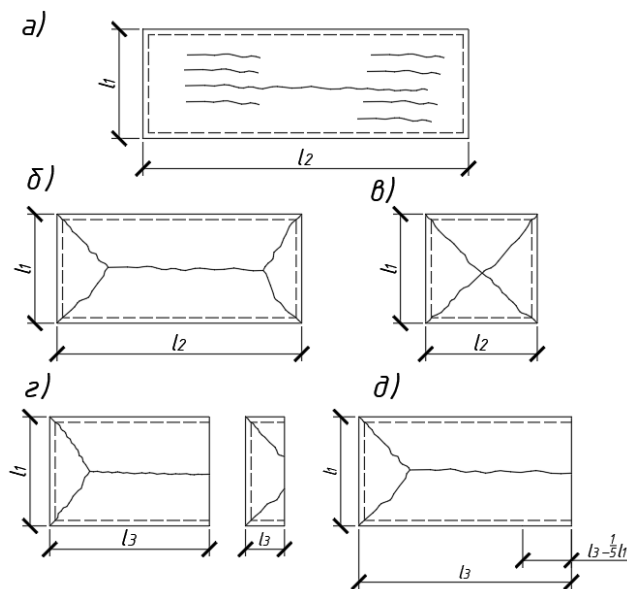


Рис. 5.2 – Характерні тріщини по нижній поверхні плит:

а – працююча по балочній при $l_2/l_1 > 3$; б – опертих по контуру при $l_2/l_1 > 3$; в – те саме, при $l_2/l_1 > 1$; г – опертих по трьом сторонам при $l_3/l_1 > 1,5$

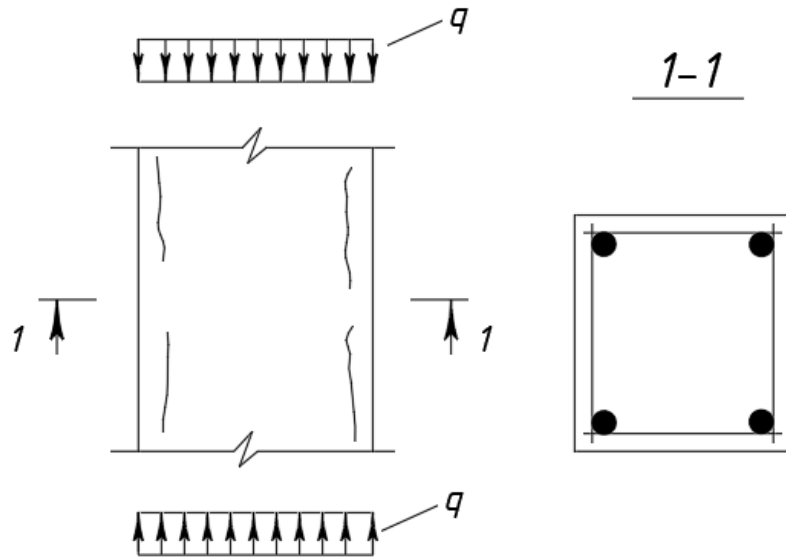


Рис. 5.3 – Тріщини вздовж поздовжньої арматури в стиснутих елементах

Дефекти, такі як тріщини і відшарування бетону вздовж арматури залізобетонних елементів, можуть бути викликані корозійними пошкодженнями арматури, що призводить до порушення зчеплення з бетоном. Ці дефекти можна виявити простукуванням поверхні бетону, при цьому часто прослуховуються пустоти. Повздовжні тріщини вздовж арматури з порушенням зчеплення можуть бути викликані температурними напруженнями під час експлуатації конструкцій зі збільшенням температури до понад 300 градусів за Цельсієм або після дії пожежі.

Поява поперечних тріщин практично перпендикулярної повздовжній вісі елемента, яка проходить через увесь перетин, може бути пов'язано з дією додаткового згинаючого моменту в горизонтальній площині, що перпендикулярна до площини дії основного згинаючого моменту (наприклад, внаслідок горизонтальних сил в підкранових балках).

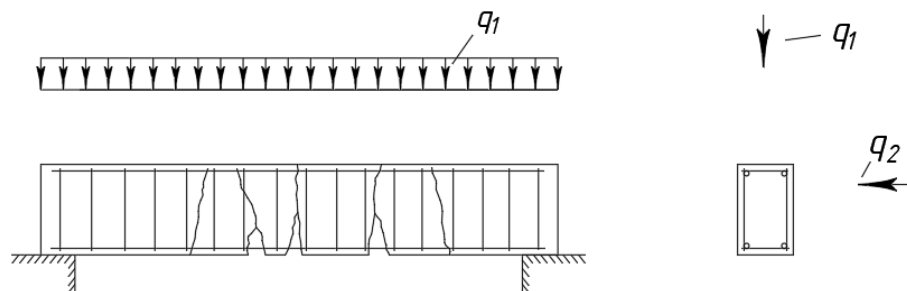


Рис. 5.4 – Тріщини по всій висоті перерізів елементів згинаємих в двох площинах

Тріщини в розтягнутих залізобетонних елементах мають подібний характер, але їх можна помітити на всіх поверхнях елементів. Особливу увагу необхідно приділяти тріщинам, що виявлені на опорних ділянках з торців залізобетонних конструкцій.

Тріщини з торців попередньо напружених елементів, які розташовані вздовж арматури, можуть свідчити про порушення анкеровки арматури. Це можна зрозуміти також з нахилених тріщин на приопорних ділянках, що перетинають зону розташування попередньо напруженої арматури та простягаються до нижньої грані краю опори (див. рис. 5.5).

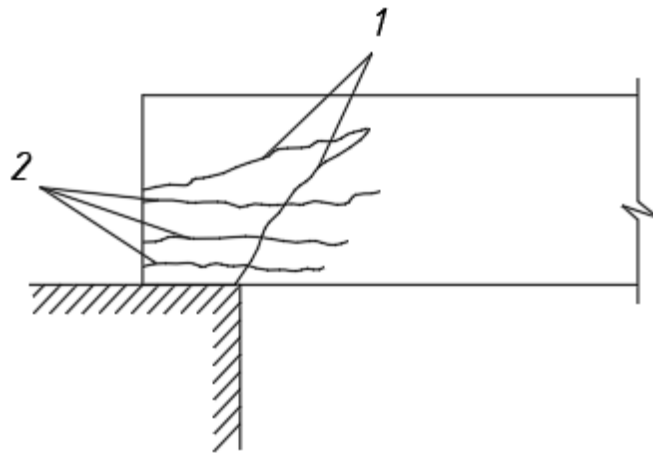


Рис. 5.5 – Тріщини в опорній частині попередньо-напруженого елементу: 1 – при порушенні анкеровки напруженої арматури; 2 – при недостатності бічного армування перерізу на дії зусилля обтиснення

Зазначені залізобетонні ферми можуть бути піддані стиску, розтягу та перерізаючим силам в опорних вузлах. Руйнування деяких ділянок таких ферм може призвести до пошкоджень, які зображені на рисунку 5.6. Наприклад, у опорному вузлі можуть виникнути не тільки тріщини 1 та 2 (рис. 5.5), але й пошкодження типу 1, 2 та 4 (рис. 5.6). Поява горизонтальних тріщин типу 4 (рис. 5.6) у нижньому попередньо напруженому поясі свідчить про недостатність поперечного армування в обтиснутому бетоні [50, 51]. Поява нормальних тріщин типу 5 (рис. 5.6) перпендикулярно до повздовжньої вісі в розтягнутих стержнях може свідчити про відсутність тріщиностійкості елементів. Зняття зовнішнього навантаження може призвести до закриття

тріщин типу 5, але спричинити збільшення розкриття горизонтальних тріщин типу 3.

Поява тріщин типу 2 свідчить про вичерпання міцності бетону на окремих ділянках стиснутого поясу ($\sigma_b = R_b$) або на опорах. У елементах, що згинаються, поява тріщин може супроводжуватися збільшенням прогинів та кутів повороту. Якщо прогини елементів, що згинаються, перевищують $1/50$ прольоту, а ширина розкриття тріщин в розтягнутій зоні більше 0,5 мм, то це можна вважати неприпустимими (аварійними) показниками граней.

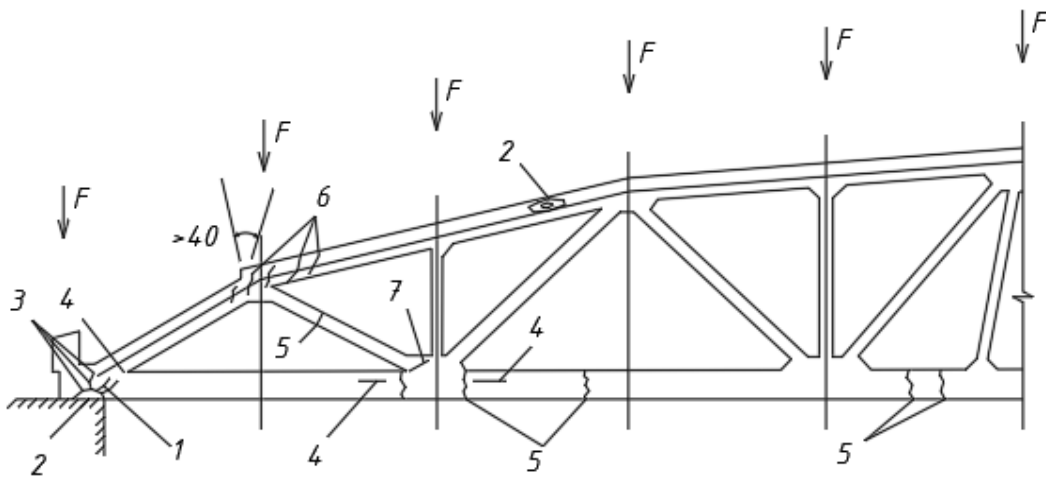


Рис. 5.6 – Характерні пошкодження силового походження в залізобетонних фермах з нижнім попередньо напруженим поясом

Під час проведення попереднього огляду, часто потрібно оцінювати приблизну міцність бетону та арматурної сталі. Для оцінки міцності бетону можна використати таблицю 5.1 та метод простукування поверхні конструкції слюсарним молотком, маса якого складає від 0,4 до 0,8 кг. Важливо враховувати, що дзвінкий звук при простукуванні відповідає більш міцному та густому бетону. У попередньо-напружених конструкціях, отримання проб бетону шляхом буріння кернів та визначення міцності бетону подрібненням малих об'ємів необхідно здійснювати на достатній відстані від ділянок анкерування арматури [52]. Для попереднього оцінювання міцності арматури, можна використати таблицю 5.2, в якій наведено найменші значення меж текучості арматурних сталей, відповідно до їх зовнішнього вигляду.

Міцність бетону, що встановлюється шляхом простукування поверхні
(попередня оцінка)

Результати одного удару середньої сили молотком масою 0,4...0,8 кг		Міцність бетону, МПа
беспосередньо по поверхні бетону	по зубилу, встановленому «жалом» на бетон	
На поверхні бетону залишається слабо помітний слід, навколо якого можуть відколюватися тонкі лещадки	Неглибокий слід, лещадки не відколюються	Більше 20
На поверхні бетону залишається помітний слід, навколо якого можуть відколюватися тонкі лещадки	Від поверхні бетону відколюються гострі лещадки	20...10
Бетон кришиться і осипається; при ударі по ребру відколюються великі шматки	Зубило проникає в бетон на глибину до 5 мм, бетон кришиться	10...7
Залишається глибокий слід	Зубило забивається в бетон на глибину більше 5 мм	Менше 7

Для оцінювання міцності залізобетонних конструкцій використовувався метод допустимих напружень, в якому коефіцієнт однорідності та бракувальний мінімум межі текучості сталі є контрольованими величинами. Для попереднього оцінювання несучої здатності конструкцій можна скористатись табл. 5.2, де наведено найбільші величини межі текучості сталі. Проте, для підвищення цієї величини необхідні лабораторні випробування зразків сталевих арматур, вирізаних з конструкції, або підтверджуюча технічна документація. Зазначимо, що для забезпечення точності результатів випробувань проб бетону слід отримувати на відстані від ділянок анкерування арматури [53, 54].

Під час діагностики залізобетонних конструкцій корисно організувати отримані дані інформативним способом, щоб було зручно аналізувати та систематизувати їх. Для цього можна скласти таблиці, які містять результати обстежень, або карти дефектів та пошкоджень, на яких зображені знайдені проблеми та їх розташування в конструкції. Це допоможе визначити ступінь пошкодження, встановити зони особливої уваги та зробити висновки про стан конструкції в цілому.

Таблиця 5.2

Межа міцності арматурних сталей, що визначається за зовнішнім виглядом (максимальна величина для попередньої оцінки несучої здатності конструкцій)

Зовнішній вигляд арматури	Межа текучості сталі, МПа	Межа текучості сталі по бракувальному мінімуму, МПа
Гладка в будівлях забудови:		
до 1938 р.	190	-
після 1938 р.	-	230
Періодичного профілю з ребрами:		
гвинтового напрямлення	-	300
утворюючими ялинку	-	400
Жорстка з прокатних профілів	-	200

5.4. Обстеження кам'яних і армокам'яних конструкцій

Під час діагностики кам'яних та армокам'яних конструкцій важливо спочатку визначити несучі елементи, на які потрібно звернути особливу увагу. За допомогою візуального огляду та відповідних приладів необхідно встановити відхилення від нормативних вимог та проектних рішень. Крім того, потрібно з'ясувати розміри конструктивних елементів, сполучення між стінами та конструкціями перекриття та елементами каркасу, деформацію в площині та перпендикулярно до неї, стан сталевих арматур та закладних деталей, а також розміри руйнування, включаючи сколи, тріщини та інші дефекти, та їх причини.

Можливі причини дефектів включають механічні, динамічні, корозійні, температурні та вплив вологості, а також дефекти, спричинені нерівномірністю деформацій основи. Останні можуть бути обумовлені різницею у завантаженні сусідніх ділянок стін (наприклад, торцевих - самонесучих і поздовжніх - несучих) або різницею геологічних умов на суміжних ділянках [55, 56]. Також вони можуть бути наслідком вимивання ґрунту під фундаментом ґрунтовими або аварійними водами, замочуванням просадкових ґрунтів та іншими факторами.

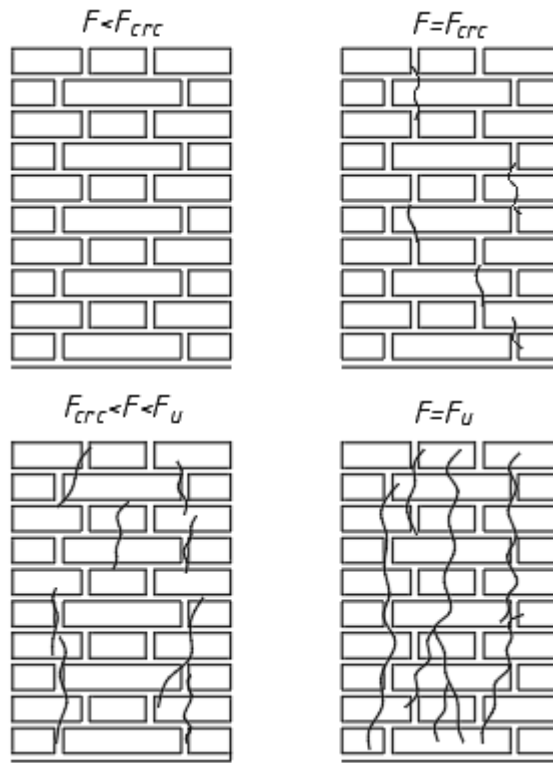


Рис. 5.7 – Стадії роботи кладки на стиск
 F – зусилля в кладці, F_{crc} – зусилля в кладці при якому утворюються тріщини; F_u – руйнуючі зусилля

Під час обстеження несучих кам'яних конструкцій доцільно встановлювати маяки на тріщинах для визначення їх зростання в часі. Також використовують геодезичні методи для спостереження за прогинами та усадками, які можуть бути описані вище.

При оцінці тріщин в несучих кам'яних конструкціях важливо враховувати роботу кладки під навантаженням на стиск (див. рис. 5.7). Варто також враховувати можливість появи тріщин в результаті порушення технології зведення кладки, наприклад, в зимовий період, а також від усадкових і температурних деформацій.

Одним із важливих етапів обстеження кам'яних конструкцій є встановлення деформативно-міцнісних характеристик кладки. Слід перевірити якість виконання кладки, відповідність її проектним або іншим технічним вимогам, заповнення швів розчином, дотримання горизонтальності рядів, товщини горизонтальних швів та здійснення необхідної перев'язки швів.

Для визначення міцності цегли і каменів необхідно відповідно до вимог [57, 58].

Для випробувань відбирають зразки з малонавантажених елементів конструкцій з однаковими матеріалами. Зразки цегли та каменів повинні бути цілими і без тріщин. Якщо камені неправильної форми, виготовляють кубики або циліндри. Для розчинів використовують куби з двох пластин розчину, склеєних гіпсовим розчином. Зразки випробовують на стиск з використанням стандартного лабораторного обладнання.

Ділянки цегляних (кам'яних) кладок, з яких відбирають зразки, повинні бути повністю відновлені для забезпечення початкової міцності конструкції.

Обстеження кам'яних і армокам'яних конструкцій необхідно виконувати з урахуванням вимог [49]. Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій будівель та споруд.

5.5. Особливості діагностики металевих конструкцій

Сталеві будівельні конструкції широко використовуються в промислових будівлях та спорудах. Обстеження металевих конструкцій повинно ґрунтуватися на положеннях [27]. Роботи з обстеження сталевих конструкцій мають свої особливості порівняно з аналогічними залізобетонними та кам'яними елементами. Перерізи металевих елементів зазвичай легко доступні, що спрощує їх вимірювання (у залізобетонних елементах арматура прихована у бетоні). Точні методи розрахунку дозволяють проектувати сталеві конструкції з мінімальними запасами міцності, що вимагає підвищених вимог до якості виконання та відповідності проектному рішенню.

При проведенні огляду сталевих конструкцій, головну увагу слід приділити стиснутим елементам, оскільки їх перерізи частіше обмежуються стійкістю, а не міцністю через тонкостінність. Вузлові з'єднання є надзвичайно відповідальними елементами конструкцій, тому на початковій стадії обстеження необхідно перевірити відповідність проекту перерізів елементів і вузлів, наявність з'єднувальних планок і прямолінійність стержнів, зокрема в стиснутих стержнях. Також потрібно виявити будь-які перевищення

нормативних прогинів, кутів повороту і переміщень елементів. Висока якість сталі та технологія виготовлення і монтажу, такі як якість зварювання, мають важливе значення для підвищення надійності конструкцій.

При огляді сталевих конструкцій необхідно звернути увагу на вузли і деталі з високими місцевими напруженнями від зосереджених навантажень, на різкі перепади перерізів елементів, зближення вузлів і різкі зміни напрямів зварних швів в елементах конструкцій, а також їх з'єднання з ексцентриситетом відносно центру ваги зварних швів тощо, орієнтованими впоперек напряму діючих розтягуючих напружень.

Необхідно провести ретельне обстеження зварних заклепочних і болтових з'єднань, особливо зварних швів, які є найбільш поширеними. Виявлення дефектів зварних швів здійснюється за допомогою візуального огляду, а також методами контролю, зокрема засвердлюванням та фізичними методами контролю. Для певних видів конструкцій необхідно звернути увагу на відповідальні елементи та притаманні їм дефекти, такі як тріщини в стикових накладках та вузлових фасонках, стан опорних столиків і щільність опирання фланців, а також зварні з'єднання закладних деталей залізобетонних плит зі стропильною конструкцією. Для контролю якості зварних з'єднань використовуються фізичні методи, такі як просвічування рентгенівськими і γ – променями, магнітографічний і радіографічний, електромагнітний і ультразвуковий.

Під час огляду різних типів конструкцій можна ідентифікувати ключові елементи, які несуть найбільшу відповідальність і пов'язані з певними дефектами. Наприклад, у сталевих покриттях слід звернути увагу на тріщини в стикових накладках і фасонках поясів стропильних та підстропильних ферм, особливо розтягнутих, на опорні вузли ферм, де необхідно перевірити стан опорних столиків та щільність опирання фланців, а також на вузли опирання панелей покриття та прогонів, які повинні мати необхідні площі опирання та зварні з'єднання закладних деталей залізобетонних плит зі стропильною конструкцією.

У сталевих колонах варто звернути увагу на наявність механічних пошкоджень в місцях технологічних проїздів та на ділянках складування матеріалів, стан анкерних кріплень колон у фундаментах, а також вузлів обпирання підкранових балок на консолі, переконатися в збереженні вузлів кріплення зв'язків.

У підкранових балках найбільш небезпечними дефектами є тріщини у верхніх поясних швах, в стінці під короткими ребрами жорсткості та в швах кріплення ребер до верхнього поясу, прогини та поперечні тріщини верхнього поясу балки. При цьому слід звернути увагу на стан кріплення гальмівного листа або фасонки гальмівної ферми та загалом на кріплення гальмівної конструкції до колони, кранових рельс, стикових рельс та вузлів рельс до балки.

На обстежуваному об'єкті треба виділити для детальної перевірки такі конструкції, які експлуатуються поблизу джерел високого тепловиділення, в зонах дії динамічних навантажень, хімічно агресивних середовищ та інших специфічних впливів.

5.6. Дефектоскопія дерев'яних елементів

Дерев'яні конструкції в забудові рідко використовують як несучі елементи, але вони зустрічаються у будівлях старої забудови як елементи горищної покрівлі, перекриттях житлових та громадських будівель, сільськогосподарських та виробничих спорудах. При обстеженні дерев'яних конструкцій необхідно перевірити умови їх експлуатації, виявити погано вентильовані приміщення з високою вологістю та місця, де дерев'яні елементи систематично замочуються. Насичення водою може стати причиною загнивання та розвитку дефектів, спричинених появою грибків, які живляться речовинами клітин деревини та дерев'яних конструкцій.

Для виявлення пошкоджень необхідно відібрати зразки деревини для мікологічного аналізу розміром близько 15х10х5 мм з грибковими утвореннями [2, 5]. Для перевірки стану важкодоступних місць необхідно використовувати вибіркові розтини підлог, перегородок, підшивки стель, опор балок і ферм. В

міжповерхових перекриттях розтини здійснюють на ділянках між балками на площі не менше 0,5 м². На накатах слід прибирати засипку, а з поверхні перегородок і стель – штукатурку на ділянках 30х30 см. Розтин доцільно проводити і в місцях проходження водопровідних і каналізаційних труб.

Сучасне будівництво рідко використовує дерев'яні конструкції як несучі елементи, але вони все ще зустрічаються у старих будівлях як стропильні елементи горищних покрівель, стропильні конструкції покріттів, перекриття житлових і громадських будівель, а також у деяких сільськогосподарських та виробничих спорудах [3, 6]. При обстеженні дерев'яних конструкцій важливо звернути увагу на умови їх експлуатації, зокрема на погано вентильовані приміщення з підвищеною вологістю та місця систематичного замочування дерев'яних елементів, оскільки насичення водою може призвести до загнивання та поширення дефектів, викликаних грибками.

Для встановлення пошкоджень необхідно відібрати зразки деревини для лабораторного мікологічного аналізу та перевірити стан важкодоступних місць, таких як підлоги, перегородки, стелі, опори балок та ферм. Також важливо звернути увагу на якість металевих елементів, таких як накладки, болти, скоби, хомуті та дрiт, оскільки їх пошкодження може вплинути на міцність з'єднань [2, 9]. Для визначення міцності деревини можна користуватися нормативними характеристиками або проводити випробування вирізаних зразків. Усі роботи по обстеженню дерев'яних конструкцій повинні відповідати вимогам [60].

5.7. Складання висновків про технічний стан будівель і споруд

Після завершення всього циклу досліджень будівель і споруд складається висновок про їх технічний стан. У висновку міститься інформація про завдання роботи, використані джерела, дату і виконавців обстеження, архітектурне та технічне призначення об'єкту, результати натурного обстеження, включаючи фізико-механічні характеристики конструкцій і виявлені дефекти, результати перевірочних розрахунків, висновки щодо несучої здатності конструкцій і заходи по підсиленню, якщо вони необхідні, а також питання техніки безпеки. Головним питанням, яке вирішується у висновку, є

несуча здатність конструкцій будівель і споруд. Вона визначається під час перевірного розрахунку, де враховуються результати обстеження та норми. При реконструкції будівель і споруд, навантаження і впливи враховуються на основі проведених обстежень.

Для визначення реальних постійних навантажень від власної ваги конструкцій необхідно встановлювати щільність і фактичні розміри елементів. Щоб визначити нормативні навантаження, можна скористатися методом статистичної обробки результатів зважування зразків, обсяг яких повинен бути не менше п'яти. Цей метод особливо підходить для матеріалів зі значною змінністю густини, таких як легкий і ніздрюватий бетон, засипки, утеплювачі тощо. Щодо сталей і важкого бетону, щільність можна встановити за довідковими даними.

Щоб визначити тимчасові тривалі навантаження, потрібно враховувати розташування елементів на основі паспортних даних або робочих креслень. У випадку їх відсутності, можна використовувати обмірювальні креслення або метод зважування. При визначенні тимчасових короткочасно діючих навантажень, які діють на експлуатовані об'єкти, можна використовувати нормативні або паспортні дані, але варто враховувати фактичний характер і величину навантаження. Наприклад, при визначенні вертикальних кранових навантажень, дозволяється враховувати фактичне розміщення кранів і наближення кранового візка до колон при умові, що є обмежувачі зближення і переміщення кранів і візків або інші гарантуючі міри обмеження зони дії кранів.

Під час будівництва будівель необхідно дотримуватися норм по навантаженням для періоду зведення і можна зменшувати значення снігових, вітрових, ожеледних і кліматичних температурних навантажень. Також можна приймати нормативні значення еквівалентних рівномірно розподілених навантажень від обладнання і складованих матеріалів по фактичним навантаженням.

Перевірочні розрахунки обстежуваних конструкцій будівель і споруд можна розділити на 2 етапи: визначення несучої здатності окремих елементів та визначення зусиль в конструкціях від зовнішніх навантажень і впливів.

Якщо конструкції виконані згідно з проектом і не мають дефектів, перевірочні розрахунки можуть бути виконані в обмеженому об'ємі. Це включає співставлення внутрішніх зусиль з несучою здатністю конструкцій, яка приведена в технічній документації. Перевірочні розрахунки несучої здатності існуючих конструкцій повинні виконуватися з урахуванням фактичних розмірів перерізів, міцнісних і деформативних характеристик матеріалів, дефектів і пошкоджень. Доцільно виділити 2 групи конструкцій для перевірки розрахунком: не маючі дефектів (пошкоджень) і з дефектами (пошкодженнями), які можуть знизити несучу здатність елементів.

Якщо конструкції першої групи експлуатуються під проектним навантаженням не менше 10 років і запропоновані зміни навантажень не збільшать внутрішні зусилля (M , N , Q), то їх можна перевірити розрахунком за нормами, які діяли під час їх проектування. В іншому випадку необхідно виконувати розрахунок конструкцій за діючими на момент обстежень нормами. При цьому необхідно обирати розрахункові величини міцнісних характеристик матеріалів з уважністю, згадуючи, що для залізобетонних конструкцій клас бетону і арматурної сталі мають міцнісні нормативні і розрахункові характеристики забезпеченістю 0.95, що відповідає сучасному технологічному рівню підприємств будівельної індустрії в металургійній галузі. Для визначення вихідних міцнісних характеристик матеріалів і конструкцій, зведених в минулому, потрібно використовувати методику обробки даних, яка наведена нижче, і порівнювати їх з тими, що вказані в проекті. При розрахунках важливо виявляти приховані резерви несучої здатності елементів, оскільки значне їх збільшення може розкрити просторову роботу конструкцій, що була раніше розрахована як плоска. У статично невизначених конструкціях бажано враховувати розвиток пластичних деформацій та вести розрахунок з урахуванням схеми попередньо виявленого розташування пластичних шарнірів.

Зокрема, в залізобетонних конструкціях пластичні шарніри часто з'являються у вузлових з'єднаннях нерозрізних ригелів з колонами через недостатність площі опорної арматури, неякісно виконаного зварного з'єднання, відсутність співвісності стикованих арматурних стержнів ригеля і колони тощо.

Нижче наведено методику обробки даних для визначення міцності конструкцій:

Зібрати всю необхідну інформацію про конструкцію, включаючи дизайн, матеріали, історію експлуатації, результати іспитів та обстежень;

- визначити розрахункові величини, такі як внутрішні зусилля, напруження та деформації, використовуючи підходи, що діяли на момент проектування;
- застосувати методи визначення міцності матеріалів, використовуючи класифікацію і нормативні вимоги, що були актуальними на момент проектування;
- порівняти розрахункові величини з реальними даними, що були зібрані під час обстеження конструкції;
- виявити можливі приховані резерви несучої здатності елементів і додатково врахувати розвиток пластичних деформацій;
- розробити план заходів для підвищення міцності конструкції, якщо виявляться недоліки;
- здійснити контроль за ефективністю заходів для підвищення міцності конструкції та забезпечення її безпеки.

6. ЗАГАЛЬНОБУДІВЕЛЬНІ ЗАХОДИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ

6.1. Підсилення основ

Під час проектування об'єктів реконструкції необхідно перевірити вплив будівель, що будуються, на усадку існуючих споруд. Якщо фундамент нової споруди складається з суцільної плити, то розрахунок додаткових усадок існуючих будівель не потрібен за умови, що відстані між фундаментами відповідають вимогам [31]. Для уникнення впливу будівель, що зводяться, можна використовувати роздільні стінки, консольні фундаменти та розміщувати нові фундаменти раціонально. Якщо нові фундаменти закладаються нижче існуючих, необхідно дотримуватися вимог [31] і виконати огорожі у вигляді шпунту, паль або "стіни в ґрунті", а також можна застосувати хімічні методи закріплення ґрунтів, такі як силікатизація, смолизація, цементизація та термічний обпал.

Необхідно звернути особливу увагу на надійне кріплення та опору плит перекриття і покриття, стропильних конструкцій, підкранових балок, стінових панелей, в'язей і правильне виконання деформаційних швів при реконструкції споруд на просадкових ґрунтах.

Для підсилення існуючих фундаментів при збільшенні навантажень, рекомендується влаштовувати огорожуючі конструкції із паль або шпунтів, але не допускається відрив підошви фундаменту від основи.

У слабких ґрунтах, таких як пухкі піски, глинисті ґрунти з високим показником текучості, мули та торфи, не рекомендується використовувати палі або шпунти для підсилення основи.

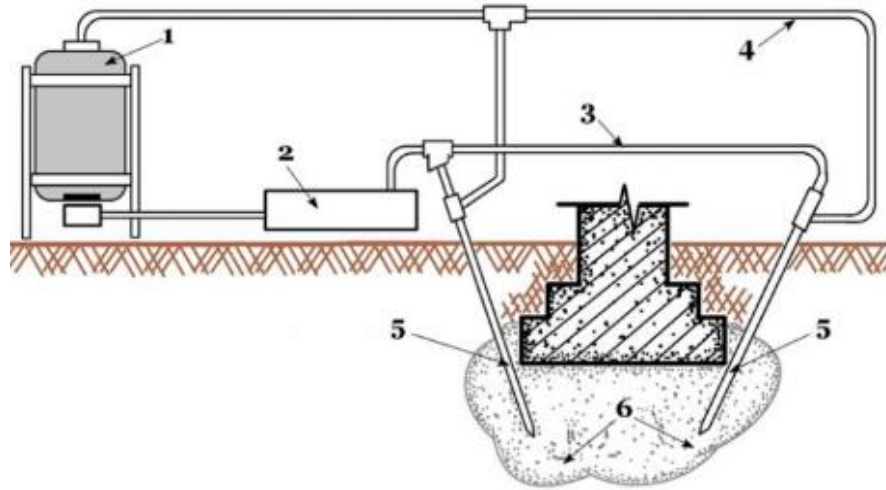


Рис 6.1 – Схема зміцнення основи цементизацією або силікатизацією:

1 – ємність з розчином; 2 – насос для розчину; 3 – напірний трубопровід;
4 – зворотний трубопровід; 5 – ін'єктори; 6 – закріплений ґрунт.

Метод силікатизації основи можна використовувати для підсилення пілуватоглинистих ґрунтів з вологістю не вище 0,75, а також в насипних та піщаних ґрунтах. Він особливо ефективний в разі неможливості зупинки технологічного процесу, аварійних ситуацій та складних умов виробництва робіт з підсилення основ і фундаментів.

Однак, використання силікатизації для укріплення основи не допускається в ґрунтах, які просочені нафтовими продуктами та мастилами.

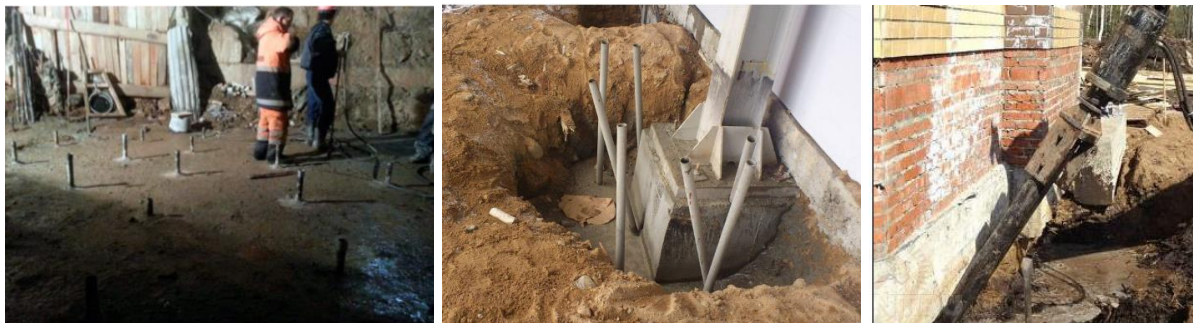


Рис 6.2 – Приклади виконання підсилення основи силікатизацією

Укріплення ґрунтів термічним способом рекомендується в глинистих ґрунтах за умови, якщо вони розташовані вище встановленого рівня ґрунтових вод.

Застосування термічного методу укріплення ґрунтів рекомендується для глинистих ґрунтів з пластичністю $l_p = 0,05 \dots 0,20$ яка не перевищує встановленого рівня ґрунтових вод.

При влаштуванні огорожуючих конструкцій із паль або шпунтів по периметру фундаменту, несуча здатність основ збільшується значно. Це стає можливим завдяки тертю між ґрунтом і огорожею, що призводить до передачі частини вертикального навантаження на палі (шпунти). Останні, у свою чергу, за рахунок тертя по бічній поверхні, залучають масив ґрунту навколишньої стінки, при цьому зона залученого в роботу ґрунту лінійно зростає з глибиною під кутом $\varphi/4$ (див. рис. 6.3).

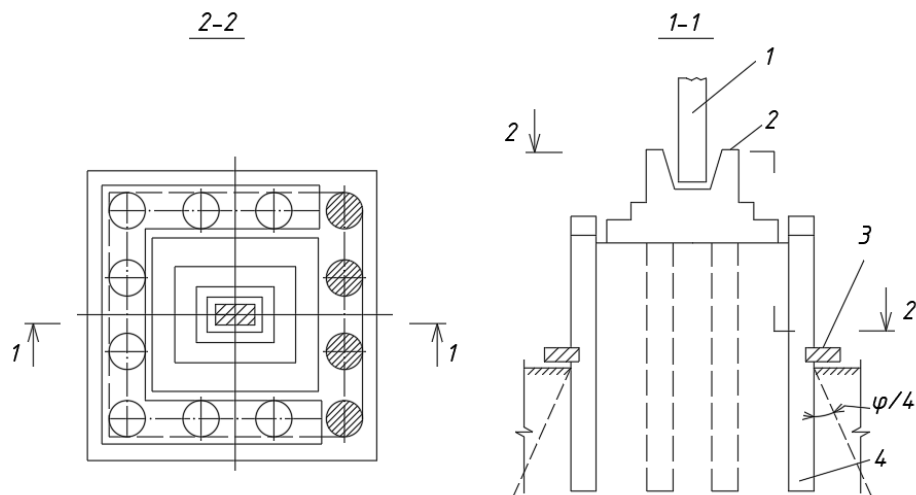


Рис 6.3 – Підсилення основи огорожуючими палями:

1 – колона; 2 – фундамент; 3 – обв'язуюча балка; 4 – паля підсилення

Крім того, частина вертикального навантаження від фундаменту передається через огорожу на ґрунти, що лежать нижче паль (шпунтів), які, як правило, мають значно більш високий допустимий тиск, ніж ґрунт під подошвою фундаменту. При влаштуванні огороження варто прагнути до того, щоб відстань між палями (шпунтом) і обрізом встановлюваного фундаменту була мінімальною з умов виробництва робіт. Відстань між осями паль визначається з умови, що ґрунт в момент продавлювання переходить в пластичний стан.



Рис. 6.4 – Приклад підсилення основи огорожуючими палями

Для розрахунку огороження з суцільним розташуванням паль (шпунтів) застосовується методика, аналогічна тій, що використовується при розрахунку силосних ємностей. У такому випадку коефіцієнт бічного тиску λ_y приймається сталою величиною для одного й того ж ґрунту, незалежно від глибини. ($\lambda_y = \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) < 1$).

При огорожі з окремих паль, розрахунок проводиться відповідно до рекомендацій [49]. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. Палі вважаються ідеально пружними, а ґрунт ідеалізується як Вінклерова основа з коефіцієнтом постелі, який лінійно зростає з глибиною. Несуча здатність підсиленої основи визначається максимальним горизонтальним навантаженням на огорожуючу конструкцію (палю).

При підсиленні основи контурним огороженням рекомендується влаштування обв'язочної балки на верхівці огороження. Це допоможе знизити переміщення паль і згинаючі моменти вздовж них, що в свою чергу збільшить несучу здатність підсиленої основи.

6.2. Відновлення гідроізоляції і вологісного режиму

Забезпечення якісної гідроізоляції є дуже важливим аспектом будівельного процесу, особливо коли мається на увазі будівництво підземних споруд і підвалів. Відсутність або неякісне виконання гідроізоляції може

призвести до ряду проблем, таких як затоплення приміщень, пошкодження матеріалів і конструкцій, а також ускладнення експлуатації будівель.

Для забезпечення надійної гідроізоляції важливо дотримуватися правил будівельного процесу, використовувати якісні матеріали та технології. Наприклад, монолітний залізобетон є надійним матеріалом для створення гідроізоляційних бар'єрів, якщо виконання робіт проводиться з використанням відповідних технологій та забезпечується якісне зчеплення нового і старого бетону.

Також важливо забезпечити належний дренаж будівельних споруд, який запобігає затопленню підвалів і підмиванню фундаментів. Використання сучасних технологій дозволяє створювати надійні системи дренажу, які не тільки запобігають проникненню води, але і забезпечують її відведення від будівлі.

Отже, забезпечення надійної гідроізоляції та належного дренажу є важливими аспектами будівництва, які забезпечують довговічність та надійність будівельних конструкцій, а також знижують витрати на їх подальше обслуговування та ремонт [5,7].

Для перевірки надійності гідроізоляції підземних споруд необхідно виявляти наявність вологи та води у внутрішній частині підвалу, а для ємностей - контролювати рівень рідини відносно проектної відмітки. Щоб визнати ємність водонепроникною, необхідно переконатися, що втрати рідини не перевищують 3 л на 1 м² змочуваної поверхні на третю добу від заповнення.

Підземні споруди потребують складного процесу відновлення гідроізоляції та контролю вологісного режиму, оскільки виявлення дефектів може бути дуже складним. Сирість та протікання можуть виявитися в одному місці, а їх викликані дефекти - в іншому. Зазвичай, стіни підвалів мають велику кількість швів та виконуються з цегли або бетонних блоків, що не забезпечує їх водонепроникність. Зовнішня гідроізоляція часто швидко руйнується під дією ґрунтових вод. Найбільш небезпечне порушення гідроізоляції відбувається під дією агресивних ґрунтових та техногенних вод.

Щоб боротися з сирістю, необхідно покращувати повітребмін, встановлювати приточно-витяжну вентиляцію, відводити атмосферні води, організовувати відповідне водовідведення з покрівлі, правильно планувати територію навколо будівлі та ремонтувати відмостки. Значні дефекти потребують влаштування гідроізоляції з зовнішньої сторони. Також важливо забезпечити правильний вибір матеріалів для гідроізоляції. Для цього можна використовувати спеціальні гідроізоляційні мастичні матеріали, які наносять на поверхню стіни підвалу або на зовнішню сторону фундаменту. Також можна використовувати мембрани з полімерних матеріалів, які можна наклеїти на поверхню стіни або розгорнути на зовнішній стороні фундаменту. При цьому важливо дотримуватися всіх технологічних вимог виробника для забезпечення надійної гідроізоляції.

Для запобігання подальшого протікання води та руйнування конструкцій, необхідно проводити регулярні перевірки та діагностику стану гідроізоляції підземної частини будівлі. Також можна використовувати ін'єкцію цементного розчину з зовнішньої сторони, щоб виявити та запобігти передбачуваним протіканням. Для забезпечення ефективної гідроізоляції стін підвалу, які мають недостатню товщину, можна влаштовувати потовщену цементну штукатурку або залізобетонну сорочку [6]. Перед цим слід влаштовувати водопониження або відводити воду за допомогою спеціальних труб. Під час реконструкції здійснюється відновлення зовнішньої гідроізоляції за допомогою наклейки кількох шарів гідроізолу з проклеєною склотканиною. Для захисту вертикальної гідроізоляції від механічних пошкоджень при зворотній засипці ґрунту, її зазвичай захищають цегляною кладкою з керамічної цегли пластичного пресування або азбестоцементними листами.

Для забезпечення надійної гідроізоляції покрівлі варто дотримуватися кількох принципів:

По-перше, необхідно використовувати якісні матеріали для укладання покрівлі. Наприклад, для металевих покрівель можна використовувати

спеціальні фарби з високою стійкістю до атмосферних впливів. Для рулонних покрівель важливо вибрати матеріали з достатньою густиною та міцністю.

По-друге, необхідно правильно обладнати водовідведення, включаючи воронки та водостоки. Вони повинні бути розташовані в оптимальних місцях, щоб забезпечити швидке відведення води з покрівлі.

По-третє, слід враховувати характеристики конструкції будівлі та її розташування. Наприклад, якщо будівля знаходиться в зоні сильних вітрів, покрівля повинна бути додатково закріплена, щоб уникнути її зносу або пошкодження.

По-четверте, регулярний огляд та обслуговування покрівлі допомагає попередити появу дефектів. Наприклад, необхідно вчасно очищувати від сміття та листя водостоки, проводити огляд на наявність тріщин або інших дефектів у покрівлі та вчасно їх усувати.



Рис. 6.5 – Приклад розповсюдженого дефекту рулонної покрівлі

Помітні пошкодження в покрівлях виникають у майстернях з підвищеною вологістю, таких як бетонозмішувальні вузли, місця розташування пропарочних камер, бані та інші, де пара конденсується на стелі, бетон стає вологим, а утеплювач покрівлі зволожується через капілярне підсмоктування. Це приводить до зниження теплоізоляційних властивостей, що може призвести

до поступового руйнування плит покриття, корозії арматури, відшарування захисного шару і навіть обвалення всієї конструкції.

Для усунення цих дефектів можна влаштувати ефективну примусову вентиляцію, знизити втрати пару, захистити внутрішні поверхні плит плівковим покриттям, здійснити гідрофобізацію та інші заходи.

6.3. Покращення зовнішнього вигляду будівель

Пошкодження зовнішніх стін можуть бути спричинені систематичним впливом вологи, позмінного заморожування та відтаювання, а також вивітрюванням поверхневого шару. Основними причинами цих пошкоджень можуть бути використання матеріалів різної міцності, водопоглинання, морозостійкості та довговічності, таких як силікатна цегла, шлакоблоки тощо.

Додатковими причинами можуть бути різна деформативність несучих торцевих і поздовжніх стін, використання силікатної цегли в приміщеннях з підвищеною вологістю, ослаблення перев'язки, потовщення швів, недостатнє спирання несучих конструкцій, відхилення по вертикалі та значні ексцентриситети, промерзання розчину і перевищення відстаней між температуро-усадковими швами, зволоження карнизів, парапетів, архітектурних деталей, балконів, лоджій, штукатурки стін та інших виступаючих частин будівлі, а також порушення при кладці зимою [3].

Для усунення цих дефектів та поліпшення зовнішнього вигляду будівлі потрібно вживати заходів в кожному конкретному випадку. Наприклад, при деформаціях стін, спричинених нерівномірною усадкою фундаментів та появі тріщин, необхідно відведення води від будівлі, виконати водонепроникні вимощення та заробити тріщини водо-цементною сумішшю. У деяких випадках можуть рекомендуватися також обтиснення стін металевими тяжами та поштукатурення їх потім по металевій сітці.



Рис 6.6 – Руйнування цегли на фасаді в наслідок замокання

Як було відзначено раніше, більшість проблем з будівлями та спорудами, які зводяться з цегли, пов'язані з виконанням робіт взимку. Якщо використовувати якісний розчин і вчасно його застосовувати, він зможе набрати міцність при негативних температурах. Але якщо розчин ніякісний, то його міцність може знизитися на 30-50% під час затвердіння на морозі. Такий розчин має крихку структуру, погіршує зовнішній вигляд кладки та знижує її міцність після вбирання талої води. Також слід зазначити, що розчин може відтаивати нерівномірно весною, зі зростанням міцності розчину в тих частинах будівлі, які знаходяться на південь, і останніми на підвальних приміщеннях. Це може призвести до появи додаткових тріщин в кладці та перерозподілу навантажень на конструкції стін.

При виявленні дрібних дефектів в кладці, таких як тріщини та відшарування, їх можна відремонтувати цементними розчинами з додаванням полімерів. При реконструкції будівель часто виникає необхідність у ремонті та відновленні штукатурки фасадів та внутрішніх стін у разі появи в них тріщин, раковин та відшарувань [4]. Дефекти в штукатурці можуть бути викликані поганою якістю розчину, виконанням робіт при низьких температурах та несприятливими умовами твердіння. Відомі випадки обвалення великих

ділянок штукатурного шару завтовшки 40-60 мм, який утворився в результаті нанесення штукатурного шару без очищення попереднього. Обвалення штукатурки відбувається також при протіканні на горищні та міжповерхові перекриття.

Під час дрібного ремонту штукатурки, тріщини виправляють шпаклюванням і розшиванням, а в разі серйозних дефектів, штукатурку повністю знімають і наново її наносять. Важливу увагу приділяють забезпеченню зчеплення штукатурного шару з несучими елементами перекриття. Для цього на залізобетонних перекриттях кріплять сітку (до арматури плит і до штирів, забитих в шви між плитами), а при дерев'яних перекриттях забивають цвяхи, за якими натягують тонкий дріт. Зважаючи на складність цих робіт, під час ремонту штукатурки, часто використовують підшивні матеріали, такі як оргаліт, гіпсокартонні листи, дерев'яна декоративна обшивка або листові матеріали з легких сплавів.

Фасади багатьох будинків оздоблені природними кам'яними матеріалами, керамічними плитками або лицьовою цеглою. При неякісному закріпленні облицювання металевими скобами і цементним розчином, може відбуватися їх випадання, що неодноразово приводить до нещасних випадків. Причинами відшарування облицювання є потрапляння вологи в шви між каменями та попереми́нне заморожування і розтаювання її. Ремонт погано закріпленого облицювання виконують, установлюючи його на тонкому шарі розчину та закріплюючи штирями, які прокладають через тіло облицювання і заглиблюються в кладку на глибину 8-10 см. Просвердлені отвори з лицьового боку закладають розчином на білому цементі складу 1:3.

Легкобетонні стінові панелі, які вже на заводі облицюють керамічними плитками, часто використовуються для будівель. Однак, під час наповнення форм бетонною сумішшю, металеві скоби-анкери, які мають кріпити облицювальні плити до тіла бетону, часто випадають зі свого місця або зміщуються. Це призводить до порушення анкерування та випадання плит, що ускладнює їх ремонт. Для очищення забруднених фасадів використовуються

різні методи, такі як піскоструминні апарати, гідрозмив, мокре очищення м'якими ганчірками, щітками тощо.

Для поліпшення зовнішнього вигляду будівель можна використовувати різні методи, такі як поліпшена штукатурка та фарбування, облицювання керамічною плиткою, встановлення нових балконів, декоративних екранів тощо. Останнім часом у нашій країні при реконструкції центральних частин великих міст звертають серйозну увагу на відновлення історичного вигляду міста та його традиційного національного колориту, що сприяє покращенню зовнішнього середовища для проживання людей.

6.4. Заміна та підсилення дахів, перегородок та інших елементів

При реконструкції старих житлових, громадських і промислових будівель, часто необхідно посилити або повністю замінити покрівлю. Такі покрівлі можуть бути різних типів, таких як односхила, двосхила, вальмова, напіввальмова, мансардна і т.д. Зазвичай несучі конструкції покрівель виконують з дерева, а огорожувальні - з листової сталі, азбестоцементних хвилястих листів, плоских плиток або черепиці. Кут нахилу покрівлі залежить від виду покриття та архітектурних і кліматичних вимог.

При повній заміні покрівлі часто застосовують залізобетонні конструкції, такі як крокви, прогони, великі плити. А при частковій заміні та ремонті тільки несучих конструкцій даху, можна використовувати дерев'яні дощаті крокви індустріального виготовлення.

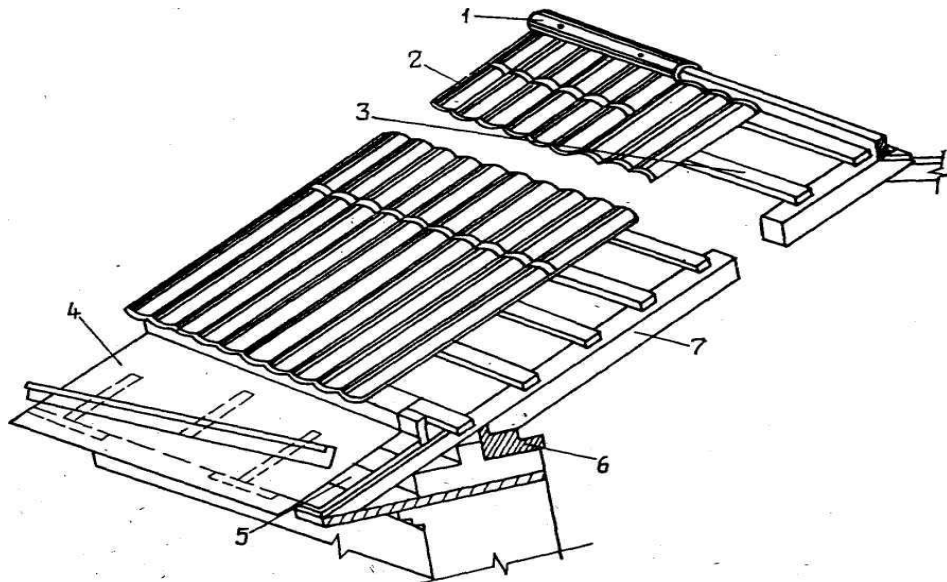


Рис. 6.7 – Послідовність розбирання елементів даху з азбестоцементним покриттям

Для кута нахилу ската $22...30^\circ$ та відстані між несучими стінами від 4 до 8 м, збірні конструкції дерев'яних крокв з кроком 1,5 м та кроквяними ногами з двох дощок перетином 5 x 18 см, скріплених цвяхами діаметром 5 мм, довжиною 150 мм, використовуються. Кроквяні ноги впираються в мауерлат з дошки перетином 5x18 см, довжиною 70 см.

У разі повної заміни покриття рекомендується використовувати залізобетонні конструкції покрівлі, такі як таврові крокви або ребристі укрупнені панелі, які можуть бути розташовані на зовнішніх стінах або на коньковому залізобетонному прогоні з цегляних стовпів. Якщо відсутні поздовжні стіни, то залізобетонні крокви спираються на зовнішні стіни та з'єднуються затяжками з круглої сталі, при цьому крок крокв складає 1,5...2 м, а на них розташовуються дерев'яні бруски обрешітки перетином 60x60 мм, які кріпляться до крокв хомутами.

Харківським інженерно-будівельним інститутом були розроблені «скелетні» плити покриттів зі зниженою матеріаломісткістю (рис. 6.8) як можлива альтернативна стропильна конструкція для знову проєктованих або реконструйованих покрівель.

Армоцементні тонкостінні просторові конструкції або елементи з дрібнозернистого бетону є ефективними матеріалами для несучих і огорожувальних конструкцій при реконструкції покрівель. Для цієї мети також можна використовувати армоцементні панелі таврового перетину з прольотом до 9 м та шириною 1,5 м.

У будівництві з використанням склопластикових панелей є позитивний досвід експлуатації покриттів протягом більше 40 років. Склопластикові панелі мають такі переваги як світлопрозорість, довговічність, малу масу, зручність для транспортування, укладання та кріплення.

При реконструкції покрівель з рулонних матеріалів нормальна експлуатація можлива при періодичному відновленні їх еластичності. Ремонт рулонних покрівель полягає в фарбуванні їх тими ж смолистими матеріалами, що входять до складу просоченого картону, відновленні покриття в місцях руйнування, відшарування або механічного пошкодження. Для відшаруваних ділянок покрівлі необхідно приклеїти їх до очищеної від бруду основи на відповідній мастиці. Потім рулонне покриття хрестоподібно розрізають до основи, всі верстви ретельно очищають, приклеюють мастикою та заклеюють розріз руберойдом. Наклейка руберойду проводиться при температурі мастики не менше 160°C.

При реконструкції будівель різного призначення часто потрібно перепланувати приміщення шляхом установки нових перегородок. Для цього можна використовувати як малогабаритні перегородки з гіпсо- і шлакобетонних блоків, так і каркасні перегородки з гіпсо-деревоволокнистих плит. Також можна встановлювати гіпсобетонні та залізобетонні панелі, що дозволяють відокремити кімнати одна від одної.

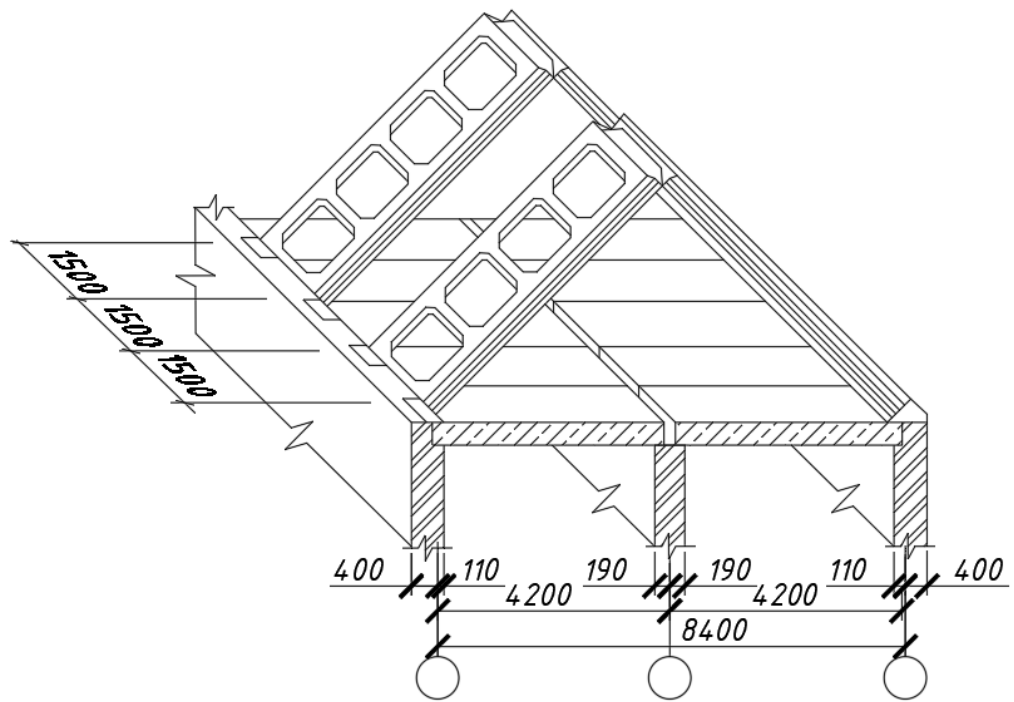


Рис. 6.8 – Кроквяні конструкції з «скелетних» плит

Каркасні перегородки складаються з дерев'яних стійок розміром 5х5 см, верхньої і нижньої обв'язок з брусків розміром 4х8 см і гіпсоволокнистих плит розміром 120х300х40 мм. Такі перегородки мають високу стійкість до гвинтів та забезпечують добру звукоізоляцію.

Гіпсобетонні перегородки виготовляють з гіпсобетону або бетону класу В2,5. Їх висота може досягати 3 м, а довжина - до 6 м. Для забезпечення міцності та стійкості до деформацій, перегородки армують брусками перетином 40х25 мм по контуру та ромбічними ґратами з брусків перетином 25х15 мм.

Перегородки між кімнатами встановлюють безпосередньо на залізобетонні плити перекриття, а міжквартирні - на спеціальні залізобетонні балки. Міжкімнатні перегородки складаються з двох рядів панелей з зазором 40 мм.

У підвальних приміщеннях можуть виникати тріщини, деформації або повна руйнування перегородок з дрібнозернистих елементів, зведених на бетонній підготовці або чистій підлозі, на насипних ґрунтах, які при затопленні підвалів техногенними водами дають додаткове просідання. Подібні дефекти

можуть виникати також у результаті зведення перегородок на замерзлих ґрунтах, які осідають при відтаванні.

Щоб виправити невеликі дефекти, рекомендується ущільнювати ґрунт в місці проблеми, застосовуючи щебінь та грубозернистий пісок, після чого поруч з перегородкою вбивають обрізки стрижнів або труб діаметром 30-50 мм. На верхню частину цих обрізків насипають щебінь або бетон і трамбують його. Потім перегородки кріплять за допомогою цементного розчину. Якщо дефекти значні, перегородки повністю демонтують і встановлюють нові, що враховують основу та мають ущільнення.

6.5. Усунення дефектів конструкцій

Під час будівництва та експлуатації будівель та споруд можуть виникати дефекти та відхилення, які не становлять безпосередньої небезпеки для об'єкта, проте погіршують його зовнішній та внутрішній вигляд. Якщо не вживати заходів по їх усуненню, це може призвести до аварійних ситуацій.

Бетон та залізобетон є довговічними матеріалами, але не є універсальними, оскільки мають низьку міцність на розтяг та інші недоліки. Дефекти бетонних конструкцій можуть бути спричинені недоліками під час будівництва, а також несприятливими умовами експлуатації, що погіршують їх експлуатаційні характеристики та можуть призвести до руйнування [61].

Дефекти монолітного бетону часто пов'язані з зимовим бетонуванням, коли заморожування раннього бетону призводить до зниження здатності бетону до зростання міцності [62]. Це може спричинити лущення, розпушення та навіть руйнування конструкцій при великих навантаженнях. Щоб усунути такі дефекти, потрібно провести вторинну теплову обробку затверділого бетону, ін'єкцію в зазори та пустоти, влаштування підсилень у вигляді обойм, розчистку відшарованої та ослабленої поверхні, торкретування або оштукатурення по сітці тощо.



Рис 6.9 – Реконструкція заводу «АТЕМ» в м. Києві

Крім того, корозія арматури може бути спричинена також невідповідною якістю самої арматури, яка може містити дефекти, такі як тріщини, включення і корозійно-активні зони. Крім того, на ступінь розвитку корозії арматури впливають такі фактори, як вологість, температура, наявність кислотних середовищ, солей, хлоридів і інших агресивних речовин у середовищі [63]. Для попередження корозії арматури важливо проводити регулярні огляди та діагностику стану залізобетонних конструкцій, а також застосовувати заходи захисту, такі як застосування антикорозійних покриттів, регулярне обслуговування та ремонт конструкцій.



Рис. 6.10 – Приклад втрати захисного шару в залізобетонних конструкціях

Металева арматура, яка вкладається в бетонні конструкції, може кородувати з часом. Щоб запобігти корозії, використовують гідроксид кальцію, який утворюється при змішуванні цементу з водою. Проте, ефективність захисту залежить від товщини і щільності бетонного захисного шару, кількості гідроксиду кальцію в ньому та інтенсивності проникнення агресивних речовин через цей захисний шар.

Під час ремонтних робіт з поверхневим руйнуванням бетону відновлюють пошкоджену ділянку шляхом видалення пошкодженого або ослабленого матеріалу, очищення від бруду та пилу, а також встановлення нового шару бетону або торкрету, якщо необхідно, з додатковою арматурою. Для дрібних дефектів можуть використовуватись розчини з полімерів, синтетичних смол, полімерні плівки тощо. Якщо виявлені порожнечі або раковини, вони можуть бути заповнені цементним розчином під тиском. Часто такі пошкодження знаходяться в складнодоступних зонах або на ділянках, що насичені арматурою [64].

Погана якість стиків і швів між бетонними елементами конструкції може призводити до втрати тепла, промерзання, зволоження та зменшення теплоізоляційних властивостей будівлі. Ці дефекти можуть бути усунені заповненням швів бетоном або розчином відповідного складу та консистенції, пошаровою зачеканкою ударним способом, затиркою поверхні або обетонуванням. Для якісного ремонту швів вони повин

Під час експлуатації багатьох великопанельних житлових будівель виявлено, що через високу щільність легкобетонних стінових панелей їх теплозахисні властивості не достатні, що призводить до охолодження приміщень, відсирівання і потемніння огорожувальних конструкцій. Для вирішення цих проблем застосовують внутрішнє утеплення стін цементно-фібролітовими плитами, улаштовують обігрівальний контур вздовж контуру приміщень і в місцях примикання стін до перекриттів, підключений до системи опалення, а також внутрішнє обштукатурювання стін теплим розчином (наприклад, з заповнювачем з керамзитового піску) товщиною 30 мм. Перед

виконанням цих робіт стіни повинні бути ретельно висушені лампами інфрачервоного випромінювання, а на них необхідно зробити насічки, якщо це потрібно.

У промислових будівлях з механічними приладами, які встановлені на міжповерхових залізобетонних перекриттях, часто відбувається промаслення бетону перекриття. Це стається при поганій якості гідроізоляції, відсутності під верстатами металевих піддонів маслосбірників та низької щільності бетону перекриттів. Протікання масла зазвичай відбувається через шви збірних плит, тоді як щільний бетон, як правило, не пропускає масла. Експериментальні дослідження показали, що при тривалому промасленні міцність бетону знижується на 30% і більше.

Якщо міцність залізобетонного перекриття знижується незначно, то зазвичай демонтують наявний шар гідроізоляції та встановлюють новий, більш ефективний. Також можуть встановлювати механічне обладнання, наприклад, металеві корита-маслосбірники тощо. Однак, якщо міцність перекриття знижується більш ніж на 50%, то перекриття повністю демонтують і замінюють новим.

7. ЗАМІНА НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

7.1. Конструкції для заміни перекриттів

При реконструкції перекриттів необхідно дотримуватися вимог міцності, жорсткості, вогнестійкості, тепло- і звукоізоляції, а також забезпечити економічність і простоту монтажу. Найбільш оптимальним варіантом відповідно до цих вимог є залізобетонні перекриття, але їх застосування при реконструкції може бути ускладненим через різну конфігурацію старих будівель.

При заміні перекриття особливу увагу потрібно приділяти сполученню нових перекриттів зі стінами, особливо якщо стіни попередньо були ослаблені віконними і дверними отворами, гніздами від старих балок і ушкодженнями кладки.

Найчастіше необхідність у заміні перекриттів пов'язана з наявністю дерев'яних перекриттів в старих будівлях. У малоповерхових будівлях, а також при значному зносі будинку, заміна дерев'яних перекриттів на більш довговічні може бути неприйнятною. При ремонті дерев'яних перекриттів, дефектні балки видаляють і замінюють їх наросцуванням або протезуванням. Для підвищення звукоізоляції можна використовувати настил з м'ятої глини з очищеним піском. При ремонті дерев'яних перекриттів також необхідно ретельно антисептувати як збережені, так і нові дерев'яні конструкції.

При ремонті дерев'яних перекриттів необхідно приділяти особливу увагу місцям, де балки опираються на стіни, оскільки в цих місцях можуть виникнути проблеми заморожування-відтавання, конденсації та гниття балок. Щоб зберегти опорні частини балок, гнізда утеплюють за допомогою повсті або дерев'яного короба, заповненого теплоізоляційним розчином. У разі товщини стін більше 61 см влаштовують продухи. При капітальному ремонті або повній реконструкції об'єкта, краще використовувати залізобетонні перекриття, такі як балочні з залізобетонних прогонів та легкобетонних плит, або збірні настили. Збірно-монолітні варіанти є ефективним рішенням при заміні перекриттів, де

залізобетонні балки є основними несучими елементами, які встановлюють з кроком 500...750 мм, по яким укладають легкобетонні пустотні блоки зі скосами на поздовжніх гранях.

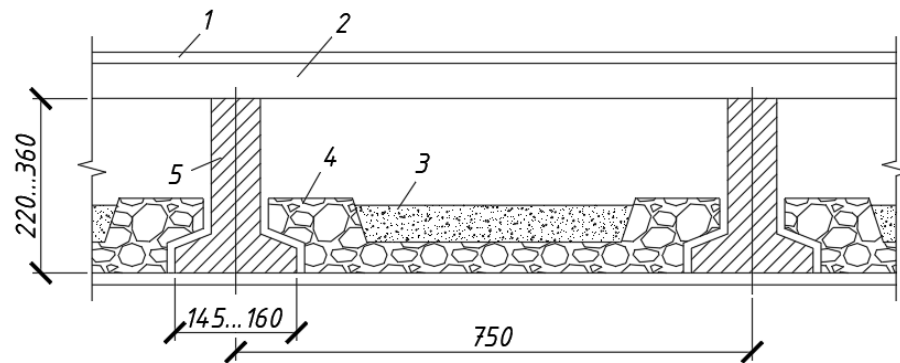


Рис. 7.1 – Конструкції для заміни перекриттів з залізобетонними прогонами таврового перетину: 1 - дерев'яна підлога; 2 - дерев'яні лаги; 3 - утеплювач; 4 - легкобетонна плита-вкладиш; 5 - залізобетонний прогін таврового перетину

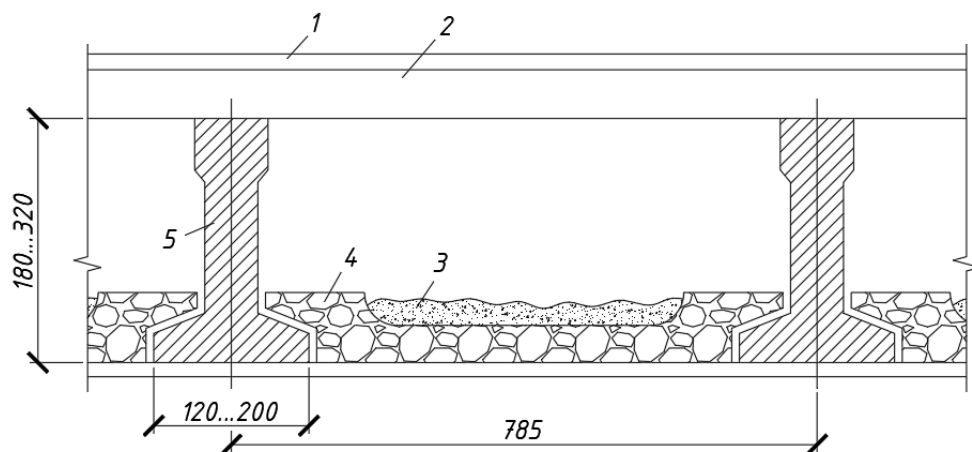


Рис. 7.2 – Конструкції для заміни перекриттів з залізобетонними прогонами двотаврового перетину: 1 - дерев'яна підлога; 2 - дерев'яні лаги; 3 - утеплювач; 4 - легкобетонна плита-вкладиш; 5 - залізобетонний прогін двотаврового перетину

Щоб запобігти появі зазорів між балками та блоками та забезпечити достатню несучу здатність балок, їх заповнюють бетоном класу В10, В15, іноді додатково встановлюють плоскі арматурні каркаси. У деяких випадках залізобетонні балки можуть бути замінені металевими балками таврового або двотаврового перетину (рис. 7.3). При реконструкції безкаркасних будівель

зазвичай використовують одно- або двопустотні попередньо напружені залізобетонні плити з прольотом 4-8 м, шириною 0,5-1,0 м та висотою 220 мм.

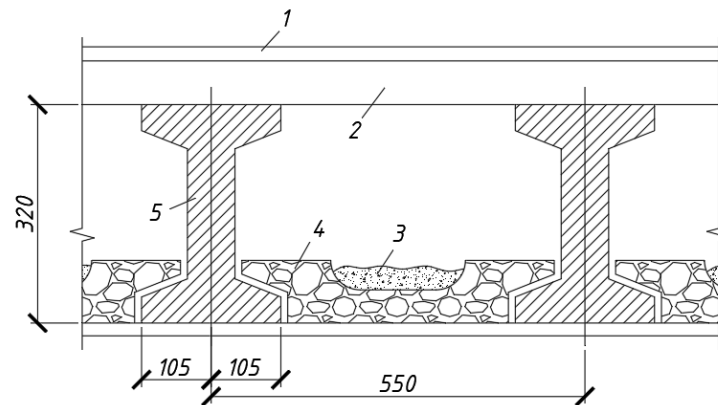


Рис. 7.3 – Конструкції для заміни перекриттів з залізобетонними прогонами швеллерного типу: 1 - дерев'яна підлога; 2 - дерев'яні лаги; 3 - утеплювач; 4 - легкобетонна плита-вкладиш; 5 - залізобетонний прогон швеллерного типу

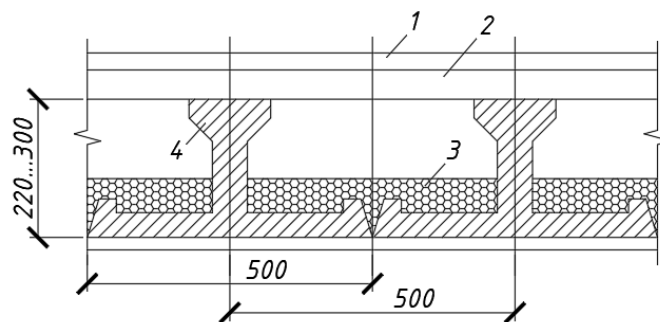


Рис. 7.4 – Конструкції для заміни перекриттів з залізобетонними балками-настилами двотаврового перетину: 1 - дерев'яна підлога; 2 - дерев'яні лаги; 3 - утеплювач; 4 - балка-настил

Для виготовлення настилів використовують бетон класів В20...В25 та високоміцну арматуру, яка може бути дротом класу Вр-I або стрижнем класів А500, Ат-V тощо. Настили можуть мати круглу або овальну форму, близьку до прямокутної, із порожнинами, які виготовляють з попередньо напруженого бетону. При укладанні настилів їх закладають у вирубані борозни стін і забезпечують зв'язок нового настилу з існуючими стінами за допомогою анкерів і штирів. Якщо улаштування суцільних борозд неможливе, то

застосовують попередньо напружені пустотні плити з випускними ребрами, які встановлюють в гнізда кладки (рис. 7.5).

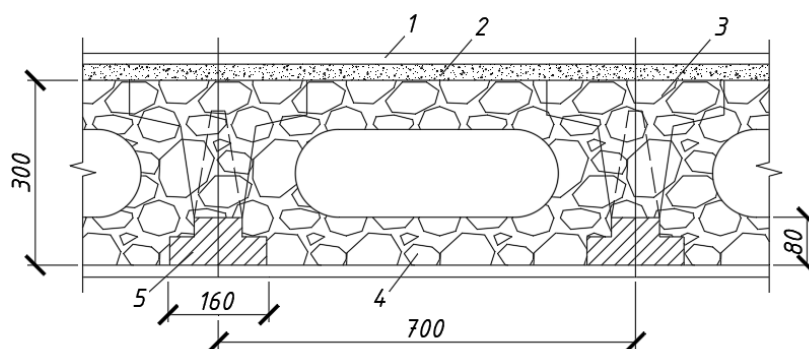


Рис. 7.5 – Збірно-монолітні конструкції для заміни перекриттів:

1 - підлога; 2 - шлакобетон; 3 - монолітний залізобетон;
4 - легкобетонний вкладиш; 5 - залізобетонний прогон неповного перетину

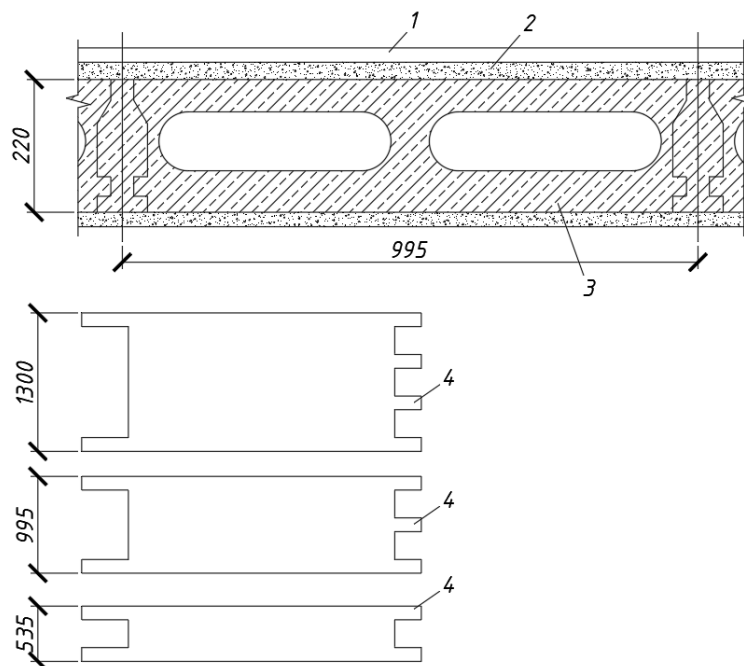


Рис. 7.6 – Збірні залізобетонні пустотні настили для заміни перекриттів:

1 - підлогу; 2 - шлакобетон; 5 - пустотний настил; 4 - пустотні плити з випускними ребрами

У будівлях з каркасною конструкцією, заміну перекриттів можна здійснити за допомогою звичайних серійних ребристих або пустотних плит, які можна придбати в будівельних компаніях майже в усіх регіонах країни. Однак, при проведенні реконструкції будівель і споруд, дуже важливо знизити вагу

перекриттів на максимально можливий рівень. Цього можна досягти, використовуючи легкі бетонні конструкції (наприклад, керамзитові або аглопоритові блоки), панелі з пористого бетону або керамічні блоки.

7.2. Полегшені конструкції покриттів

У виробничих будівлях з важким режимом експлуатації, таких як сільськогосподарські об'єкти, хімічні підприємства та виробничі об'єкти з інтенсивним температурним режимом, покриття часто потребують заміни.

Оскільки несуча здатність стін і основ обмежена, для реконструкції покриттів рекомендується використовувати полегшені багат шарові конструкції, залізобетонні конструкції з важкого і легкого бетону зі зниженою матеріаломісткістю, конструкції з полімерів і склопластику. Наприклад, для реконструкції корівників та свинарників з різними місцевими матеріалами для стін та дерев'яним покриттям, які вже вийшли з ладу, можна застосувати полегшені залізобетонні попередньо напружені плити на проліт, що були розроблені Харківським інженерно-будівельним інститутом.

Ці плити мають ширину 2 м, а маса плит з важкого бетону при прольоті 12 м складає 3,7 т, а з легкого бетону - 2,7 т. Економічніше буде використовувати полегшені плити в комплексному виконанні з ефективним утеплювачем, які можуть також використовуватися як елементи горищних перекриттів з покрівлею з азбестоцементних листів по дерев'яних кроквах і риштуванню.

Для заміни пошкоджених залізобетонних тонкопалочних плит покриття у промислових будівлях можна використовувати багат шарові плити з оцинкованого профільного настилу та ефективним утеплювачем, які можна прямо укласти на стіни або кроквяні конструкції. Якщо є можливість монтажу великопанельних конструкцій, то можна використовувати залізобетонні плити на проліт типу П і КЖС, армоцементні і інші просторові покриття. У випадку реконструкції горищних перекриттів житлових будівель рекомендовано використовувати збірні плити з пористого бетону, товщина яких залежить від теплотехнічного розрахунку та щільності пористого бетону ($600-700 \text{ кг/м}^3$) і

становить 350-400 мм. Ці плити мають низьку вагу, дозволяють відмовитися від укладки утеплювача та мають достатню несучу здатність для стропильних конструкцій покрівлі та експлуатаційного навантаження горищних перекриттів.

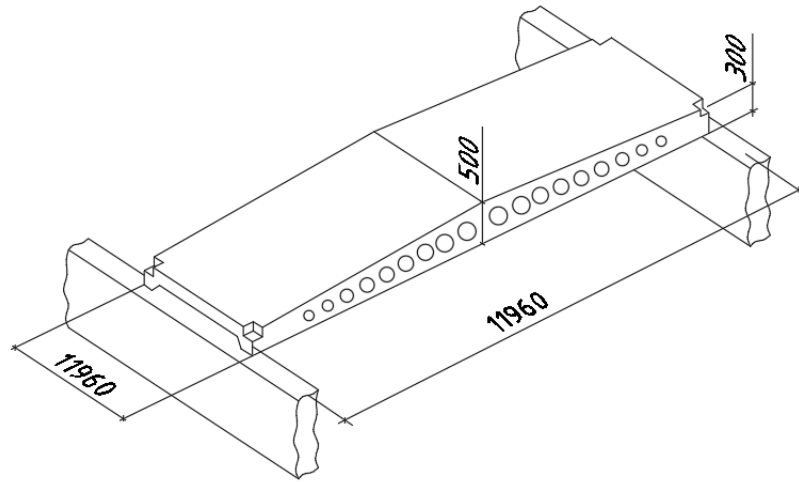


Рис. 7.7 – Полегшені плити покриття розміром 2х12 м

7.3. Застосування монолітного залізобетону

Монолітний бетон і залізобетон є популярними матеріалами для використання під час ремонту та реконструкції будівельних конструкцій. Це дозволяє легше відновлювати перекриття та покриття будь-якої форми, забезпечує вільне планування та не потребує великі крани та монтажні механізми. Монолітний бетон з легким заповнювачем може бути використаний для стін різної конфігурації, перекриттів балочного та безбалочного типу, каркасів та фундаментів.

Під час реконструкції будівель залізобетонних конструкцій, монолітний бетон широко використовується для посилення як надземних, так і підземних частин будівель. Це дозволяє ефективно посилити та розширити фундаменти та міжповерхові перекриття переважно балочного типу. Для досягнення кращих результатів у реконструкції будівель з монолітним бетоном, особлива увага приділяється якості бетонної суміші, підбору складу бетону, модулю крупності заповнювачів та осадки конуса.

При транспортуванні бетонної суміші бетононасосами, важливо забезпечити її високу рухливість. Проте, збільшення водоцементного відношення для досягнення цього може призвести до розшарування суміші та накопичення більш рідкої фази в верхній частині конструкції, що може спричинити усадочні тріщини, підвищення пористості бетону та зниження його експлуатаційних характеристик.

При використанні монолітного залізобетону необхідно уникати перерв у бетонуванні вертикальних несучих конструкцій, забезпечувати послідовне ущільнення кожної частини суміші, забезпечувати оптимальну температуру для твердіння бетону і забезпечувати йому необхідну міцність.

Коли стосується несучих елементів перекриттів, слід віддавати перевагу монолітному бетону з легкими або ультра-легкими наповнювачами (наприклад, керамзит, аглопорит), щоб максимально зменшити вагу перекриття та додаткові навантаження на існуючі конструкції будівлі.

7.4. Елементи з незнімною опалубкою

Як було зазначено раніше, при заміні та підсиленні несучих конструкцій будівель та споруд широко використовують монолітні та збірно-монолітні елементи. Але виконання робіт по влаштуванню опалубки при цьому потребує значних витрат матеріалів та зусиль. Таким чином, для підвищення ефективності та зниження обсягу ручної праці при опалубних роботах, в практиці використовують незнімну опалубку з сучасних міцних і відносно недорогих матеріалів. Це дає змогу знизити трудомісткість зведення опалубки до 35-40% та вартість до 15-20% від сукупних витрат на монолітні конструкції.

Інший спосіб підвищення індустріалізації та зниження обсягу ручної праці полягає у використанні різних видів незнімної опалубки залежно від матеріалу та конструкції. Такі елементи опалубки залишаються в монолітній конструкції та працюють разом з нею. Незнімні елементи опалубки можуть бути виготовлені з армоцементу, залізобетону, сталезалізобетону, фібробетону, склобетону, металу, склоцементу та склопластику. В залежності від

конструкції, незнімні елементи опалубки можуть бути плоскими, профільними або з дірчастих блоків.

Незнімна опалубка може бути класифікована за здатністю до сприймання навантаження, таким чином, можуть бути самонесучими, несучими або конструкційними в залежності від того, чи сприймають вони власну вагу, вагу інших опалубних елементів або зовнішні експлуатаційні навантаження, подібно до жорсткої несучої арматури залізобетонних елементів. Незнімна опалубка може бути виготовлена з різних матеріалів, включаючи метал, залізобетон, сталезалізобетон, а також склопластик.



Рис. 7.2 – Приклад сталезалізобетонного перекриття, з нез'ємною опалубкою, в адміністративно-побутовій будівлі в м. Києві

Для зведення ребристих перекриттів промислових об'єктів може бути використана незнімна опалубка зі сталевого профільованого настилу (рис. 7.3, д), який одночасно виконує функції робочої арматури перекриття. Також можна використовувати склоцементну опалубку (самонесучу), яка виготовляється у вигляді плит (листів) з цементного розчину, дисперсно армованого рубаним скловолокном і має високі гідроізоляційні та захисні властивості від агресивного середовища.

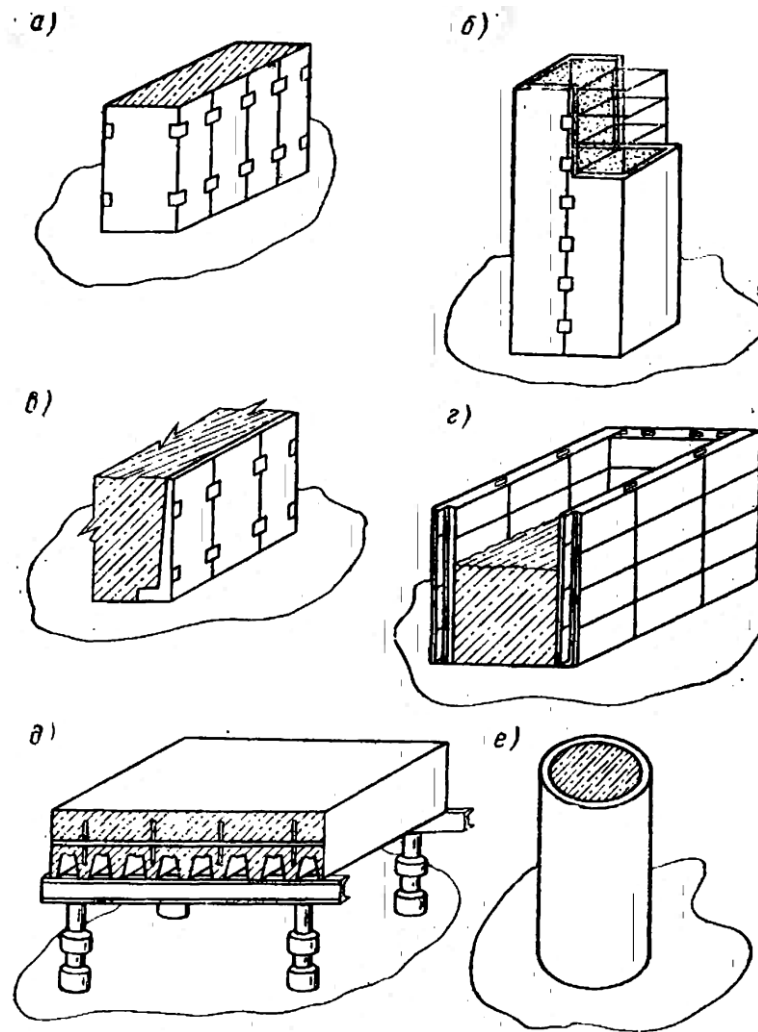


Рис. 7.3 – Конструкції, що не видаляються з опалубки:

а - з армоцементних, склоцементних, фібробетонних і залізобетонних плит; б - те ж, з швеллерів; в - з залізобетонних плит кутового профілю; г - з уніфікованих дірчастих залізобетонних блоків; д - з сталевого профільованого настилу; е - з склопластикових і металевих трубчастих елементів.

Використання незнімних опалубок різних типів має перевагу у можливості створення декоративної фактури на зовнішній (лицьовій) поверхні, що зменшує витрати на оздоблювальні роботи. Застосування таких опалубок дозволяє знизити трудовитрати на 19...66% порівняно з інвентарними опалубками. Крім того, використання незнімних опалубок для гідроізоляції і захисту від агресивних впливів, в поєднанні з несучими конструктивними функціями, дозволяє знизити трудомісткість робіт в 2...3,5 рази, при одночасному зменшенні їх собівартості.

7.5. Заміна сходів і балконів

В старих цегляних житлових і громадських будівлях найчастіше потрібно замінювати дерев'яні сходи, зокрема двохмаршові, які зустрічаються найбільш часто. Для заміни використовують металеві або залізобетонні косоури та ступені, а також залізобетонні марші і майданчики різних розмірів. Рекомендується віддавати перевагу сходам з дрібно- або великорозмірних залізобетонних елементів.

Збірні конструкції сходів з малорозмірних елементів складаються з косоурів до 4 метрів, підкоси балок до 3 метрів і ступенів до 1,35 метрів, що дозволяє встановлювати сходи в будівлях з висотою поверху від 2,85 до 3,9 метрів. Максимальне навантаження на конструкції сходів становить 30 кПа, а максимальна вага збірного елемента - 4,6 кН.

У випадках, коли є обмеження по вантажопідйомності монтажних механізмів, можна використовувати полегшені залізобетонні ступені куткового типу з масою в 2 рази нижче за масу масивних суцільних ступенів.

Якщо потрібно замінити великорозмірні елементи сходів, то їх можна скласти з двокосоурних маршів висотою 1,35-1,95 метрів, шириною 1,05-1,15 метрів і майданчиків з випускними ребрами. Конструкції виконують з бетону класу В20 і арматури класу А500 і Вр-І. Огородження в таких будівлях типові, як в нових об'єктах.

Аналогічні складчасті конструкції з товщиною плити 45 мм, виготовлені з дрібнзернистого бетону класу В25, використовуються для зниження маси конструкцій сходів.

У минулому балкони влаштовувалися як відкриті майданчики на рівні поверхів будівель з різними формами в плані, такими як прямокутні, напівкруглі, овальні тощо. Зазвичай, вони складалися з металевих балок різного профілю, на яких були закладені залізобетонні плити або консольні залізобетонні плити, забиті в стіни. Хороша гідроізоляція може захищати балкони від зволоження і дозволяти їм служити довгий час, проте вони можуть пошкоджуватись через постійний атмосферний вплив, зволоження, змінне

заморожування та відтавання. Крім того, в більшості випадків заповнювачем для бетону використовувався щебінь з цегельного бою, що не забезпечував необхідну щільність та морозостійкість конструкцій балконів. Металеві балки також не завжди виявлялися корозійностійкими.

Щоб забезпечити тривалу та безпечну експлуатацію балконів, було розроблено ряд рекомендацій, таких як їх очищення від снігу, бруду та важких речей, систематичний ремонт гідроізоляції тощо. Особливо схильні до руйнування краї балконної плити, які промерзають з трьох сторін і в більшій мірі схильні до дії вологи та корозійного процесу.

При виходу з ладу старих балконів, які не можуть бути встановлені разом з кладкою стін, зазвичай замінюють їх на нові. Однак, це є складним процесом, оскільки неможливо закладати балкони одночасно зі стінами під час будівництва, і не можна встановити їх на всю товщину стіни. Існують два конструктивних рішення для заміни балконів. Перше рішення полягає в тому, що залізобетонні балконні плити довжиною від 2 до 3,2 м та шириною 1,19 м замуруються в стіну на глибину 390 мм і кріпляться додатково сталевими кронштейнами до залізобетонного перекриття. Друге рішення полягає в тому, що дві балки перетином 100x150 мм довжиною 1,2 м закладаються консольно в стіну і на них спираються залізобетонні плити балконів. Балки можуть кріпитися в рівні опори плит перекриття, під час чого їх слід страхувати зверху металевими кронштейнами, прикріпленими до існуючих плит перекриття, або можуть підводитися під плити.

8. ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ І КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

8.1. Основні принципи проєктування підсилення

1. Вибір методу підсилення конструкцій будівель залежить від технічного завдання на їх реконструкцію, яке може включати зміни об'ємно-планувальних рішень, навантажень та умов експлуатації. Проте, слід прагнути до збереження існуючих будівель, що зазвичай дозволяє знизити витрати на відновлювальні роботи.

2. Для вибору оптимального способу підсилення будівельних конструкцій важливо розуміти їх дійсний характер роботи та фактично діючі навантаження. При цьому потрібно враховувати новітні досягнення в оцінці впливу зусиль на конструкції та переконатися, що розрахункові схеми відповідають реальним умовам роботи.

3. При визначенні навантажень на існуючі конструкції необхідно використовувати фактичні дані про вагу технологічного обладнання та будівельних матеріалів. Використання нормативних значень, що застосовуються при проєктуванні нових будівель, може призвести до надмірного підсилення конструкцій, що буде дорогим та непотрібним.

4. Щоб знизити витрати на матеріали та працю при реконструкції, можна використовувати перевірені розрахунки, які враховують міцність бетону та сталі. Проте, використання реальних характеристик матеріалів не повинно шкодити експлуатаційній надійності конструкцій та споруд в цілому.

5. Для посилення конструкцій краще використовувати індустріальні методи, які не потребують розвантаження конструкцій, а також методи, що змінюють статичну схему, використовують попереднє напруження, високоміцні сталі, полімери та фібро-бетони та інші ефективні матеріали.

6. Для підсилення конструкцій попереднім напруженням краще використовувати конструктивні рішення та методи, які дозволяють плавно включати елементи підсилення в роботу з існуючими конструкціями. Для цього

можна виконати тимчасове розвантаження конструкцій, які підсилюються, або використовувати штучне регулювання зусиль.

7. Підсилення будівельних конструкцій, зокрема залізобетонних, часто є складним та коштовним процесом. Тому перед прийняттям рішення про підсилення необхідно ретельно проаналізувати можливість використання існуючих конструкцій у нових умовах експлуатації. Це можна здійснити, наприклад, шляхом більш раціонального розміщення технологічних навантажень, використання тимчасових пристосувань для демонтажу та монтажу важкого устаткування, обмеження поєднання різних навантажень в часі, зниження ефектів динамічних впливів за допомогою ефективної віброізоляції тощо.

8. При виборі методів підсилення слід надавати перевагу рішенням з чіткою розрахунковою схемою, яка забезпечує взаємодію конструкції, що підсилюється, з елементами підсилення та дозволяє точно визначити додатково сприймаюче навантаження. Рекомендації щодо підсилення повинні враховувати не лише перспективу збільшення навантажень, але й усунути виявлені дефекти виготовлення, монтажу та експлуатації на стадії обстеження. До цих дефектів належать: відхилення від проекту захисного шару, помилки в армуванні щодо діаметрів, класів та кількості арматури, зниження проектного класу бетону, понад допустиме відхилення колон по вертикалі, наявність тріщин, відколів та каверн у бетоні тощо.

9. Під час розробки проекту зміцнення порібно врахувати багато різних факторів, таких як робочі креслення будівельних конструкцій та виконавчі схеми, відхилення реальних розмірів перерізів і вузлів від проектних рішень, геологічні та гідрогеологічні умови майданчика, результати геодезичної зйомки будівлі, щоб визначити осадки, прогини, крени, зсуви та інші фактори. Також було враховано терміни експлуатації конструкцій, величину технологічних навантажень та фізико-механічні характеристики бетону та арматури. Крім того, враховувалися особливості технологічних процесів в приміщеннях реконструйованого об'єкту, інтенсивність розподілу навантажень, прогнозовані

зміни гідрогеологічного режиму під час реконструкції та подальшої експлуатації, а також інформація про дефекти будівельних конструкцій та заходи щодо їх усунення.

До таких дефектів відносяться: підвищені прогини та переміщення, неприпустиме розкриття тріщин, роздроблення в стислій зоні, відшарування захисного шару бетону, корозія арматури та бетону, обрив робочої арматури, порушення зчеплення бетону та арматури, відхилення в геометрії та армуванні тощо.

10. Зміцнення конструкцій може бути здійснено за допомогою двох схем: зведення нових розвантажуючих або замінних конструкцій, які повністю або частково сприймають додаткові навантаження.

У зв'язку з цим, існує можливість збільшення несучої здатності конструкцій, яке можна досягти шляхом застосування спеціальних методів підсилення без зміни або зі зміною розрахункової схеми і напруженого стану. Рекомендується використовувати різні типи арматури, такі як робоча арматура класів А300, А400, А500 для елементів без попереднього напруження та А400, А500, А600 для попередньо напружених конструкцій підсилення (шпренгелів, затяжок). Для конструкцій довжиною до 12 м рекомендується використовувати будь-який вид арматури, а для довжин більше 12 м - канати з дроту діаметром не менше 2,5 мм.

11. При підсиленні будь-яких прольотів може бути використана стрижнева зварювана арматура, яка може бути з'єднана стиковою по довжині. У випадку поганої якості зварювання арматури на великих прольотах, її можна з'єднати з допомогою обтискних гільз. Проте конструкції підсилення з канатів і пучків високоміцного дроту, розташованих відкрито або в пазах, слід застосовувати тільки в неагресивних і слабкоагресивних середовищах.

12. При розрахунку залізобетонних конструкцій підсилення необхідно враховувати реальні характеристики міцності та армування матеріалів. Бетон, який використовується для підсилення, повинен мати міцність не менше ніж на один клас вище, ніж умовний клас міцності бетонного елемента, що

підсилюється. Для надземних конструкцій не менше ніж В15, а для фундаментів не менше ніж В12,5.

У випадку агресивних умов експлуатації, клас бетону повинен відповідати вимогам щодо щільності та стійкості відповідно до експлуатаційного середовища. Для розчину, який використовується для закладення отворів, захисної штукатурки та інших робіт, необхідно використовувати марку не менше В15. При посиленні бетонних та залізобетонних конструкцій за допомогою «сорочок», нарощування та обойм слід використовувати портландцемент марки не менше 400. Щоб прискорити тверднення бетону, можна застосовувати швидкотверднучі цементи та прискорювачі тверднення, а також проводити теплову обробку при піднятті та зниженні температури на 5-10°C/год.

13. Якість бетонної суміші, вид та розмір заповнювача суттєво впливають на ефективність підсилення залізобетонних конструкцій. Під час вібрування бетону, крупність заповнювача (за винятком масивних конструкцій) не повинна перевищувати 20 мм, а при посиленні обоймами товщиною 70...120 мм - 10 мм. При торкретуванні, розмір заповнювача визначається паспортними даними цемент-гармати та не повинен перевищувати 10 мм. У густо армованих елементах підсилення, розмір заповнювача не повинен перевищувати 10-кратної відстані між арматурними стрижнями. Допускається використання дрібнозернистого та цементно-піщаного бетону з міцністю не менше проектної.

Рекомендується використовувати пісок з модулем крупності не менше 2,2...2,5 та з кількістю пустот не більше 40%. Під час виконання робіт взимку, конструкції та бетон підсилення повинні мати температуру не менше +15° С.

14. Для попередньо напруженої арматури підсилення, мінімальна товщина та захисний шар бетону повинні бути не менше 20 мм. У агресивних умовах рекомендується використовувати сталі марок 18Г2С та 25Г2С. Найбільш відповідальні вузли підсилення рекомендується розміщувати поза зонами постійного зволоження.

15. Для підсилення конструкцій розрахунок виконується за першою і другою групами граничних станів. Однак, якщо конструкції знаходяться в звичайних умовах експлуатації і їх потрібно підсилити через дефекти та зниження несучої здатності, то розрахунок проводиться тільки за першою групою граничних станів.

16. При розрахунку підсиленої конструкції необхідно враховувати зміну її статичної схеми та напруженого стану. Якщо конструкція є статично невизначеною та була підсилена, то необхідно обмежувати величину перерозподілу моментів до 30%, щоб уникнути перенапруження. Однак, на окремих ділянках конструкції ця величина може бути перевищена, але ці ділянки повинні бути перевірені на наявність тріщин, міцність стиснутої зони та деформації.

17. Якщо площа перетину елементів або арматури пошкоджена більше, ніж на 50%, то несуча здатність існуючої конструкції в розрахунках не враховується, і всі навантаження передаються на елементи підсилення. При приварюванні до існуючої арматури стрижнів підсилення розрахунковий переріз слід знижувати на 25% через можливість перепалу при зварюванні. Розрахунковий переріз існуючої арматури слід приймати з урахуванням можливих пошкоджень від корозії та інших причин.

18. Для урахування взаємодії між елементами підсилення та конструкцією, яка підсилюється, необхідно забезпечити надійне з'єднання між ними при вигині і позацентровому стиску.

19. Для розрахунку міцності посиленого елемента необхідно враховувати перерізи, які похилені до поздовжньої осі елемента, а також місцеві дії навантаження, які можуть викликати зміщення, продавлювання або відрив. При наявності моментів також слід перевірити міцність просторових перерізів.

20. У випадку використання різних класів бетону та арматури для посиленого елемента, кожен вид матеріалу враховується з власними розрахунковими опорами. При цьому рекомендується визначати центр ваги

всього посиленого елемента та статичні моменти, приводячи весь розрахунковий переріз до бетону одного класу.

21. При навантаженні конструкцій, які зазнали зміцнення та витримують навантаження більше 65% максимально допустимого навантаження, розрахункові характеристики бетону та арматури приймаються на рівні нормативних значень. Якщо розвантаження конструкції неможливе і опір бетону та арматури перевищується на 20%, то їх значення зменшуються.

При проектуванні підсилення жорстких фундаментів можна використовувати збільшення їх підшви або палі різного типу. Метою проектування підсилення є максимальне використання існуючого фундаменту та забезпечення його надійної роботи з елементами підсилення.

Для визначення несучої здатності фундаментів, які плануються реконструювати, потрібно враховувати реальні характеристики міцності та деформації матеріалу фундаменту та ґрунту основи. Якщо мова йде про пальові фундаменти, то можна використовувати результати польових випробувань, таких як зондування та статичні випробування. Якщо навантаження збільшуються, несуча здатність ґрунту недостатня або фундаменти значно пошкоджені в процесі експлуатації, то розміри підшви фундаментів слід збільшувати. Для цього можна використовувати залізобетонні "сорочки", нарощування, або часткову/повну підводку нових фундаментів. Залізобетонна «сорочка» складається з монолітної оболонки, яка повністю охоплює існуючий фундамент з усіх боків. Її робочу арматуру встановлюють уздовж граней фундаменту, що підсилюється, і вона утворює просторовий каркас. Для забезпечення спільної роботи старого фундаменту з конструкцією підсилення, арматура оболонки зварюється з попередньо оголеною арматурою підсилюваного фундаменту.

Під час експлуатації фундаменти можуть пошкоджуватися, і для їх відновлення можна використовувати конструктивну "сорочку". Розміри цієї "сорочки" залежать від діаметра арматури, величини захисного шару та технологічних можливостей укладання бетону в "сорочку". Якщо потрібно

підсилити колону, то обойму для колони і "сорочку" слід бетонувати одночасно. Якщо підсилення колони не потрібно, то "сорочку" фундаменту слід виконувати вище нижньої частини колони на розмір, який не менше більшої сторони колони і не менше п'яти товщин "сорочки".

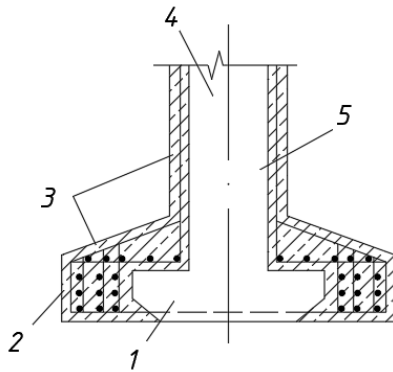


Рис. 8.1 – Підсилення фундаменту залізобетонною «сорочкою»:
1 - посилений фундамент;
2 - залізобетонна «сорочка»;
3 - арматура підсилення;
4 - колона;
5 - обойма колони

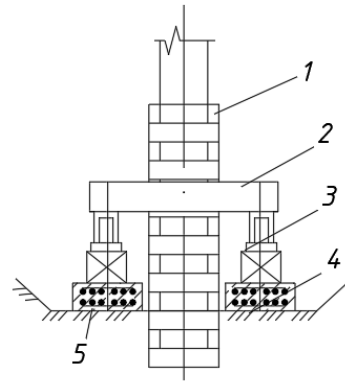


Рис. 8.2 – Підсилення стрічкового фундаменту підведенням:
1 - посилений фундамент;
2 - розвантажувальні балки;
3 - підставка;
4 - розподільний ростверк;
5 - домкрат

При зміцненні фундаменту нарощуванням можна збільшити його підшву з одного, двох або трьох боків. Як і в разі влаштування "сорочок", важливо забезпечувати зварювання оголеної арматури старого фундаменту з новою арматурою підсилення. Один із способів нарощування полягає у передачі частини навантаження з існуючого фундаменту на окремі плити за допомогою металевих або залізобетонних балок, які пропускаються через отвори у фундаменті, що підсилюється (див. рис. 8.2). У такому випадку опорні плити попередньо обжимаються за допомогою домкратів або гравітаційного навантаження до розрахункових значень. Також можна нарощувати стрічкові неармовані фундаменти за допомогою арматури, яка вкладається в тіло фундаменту і заповнюється бетоном на розрахункову ширину підсилення (див. рис. 8.3).

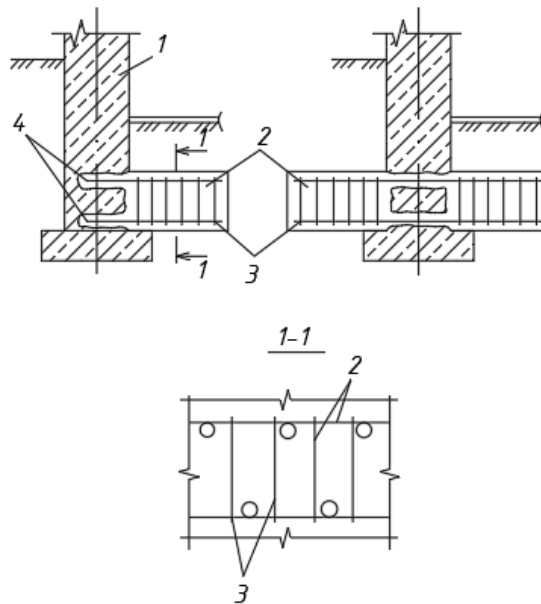


Рис. 8.3 – Підсилення стрічкових фундаментів нарощуванням:
 1 - посилений фундамент; 2 - арматурний каркас нарощування;
 3 - металеві труби; 4 – шпури

Одним із методів підсилення фундаментів є нарощування за допомогою металевих або залізобетонних балок, які пропускаються через отвори в фундаменті та опираються на опорні плити, що попередньо обжимаються до розрахункових величин за допомогою домкратів або гравітаційного навантаження. Крім того, неармовані стрічкові фундаменти можуть бути нарощені за допомогою арматури, яка заанкерована в тіло фундаменту та обетонована на розрахункову ширину підсилення.

Підводка нових частин фундаменту може здійснюватися поряд з існуючим, де навантаження від несучого елемента передається на фундамент підсилення через підкоси та металеву (залізобетонну) обойму. При улаштуванні нового фундаменту під існуючим фундаментом, розвантаження може бути частковим або повним на локальних ділянках. Важливо забезпечити щільне прилягання підшви існуючого фундаменту до нового при підводці нових фундаментів, а також уникати їх установки в кутах та перетинах.

При значних і нерівномірних осадках ґрунтів основи, значному збільшенні навантажень на фундаменти та інших ситуаціях, може бути застосоване підсилення фундаментів за допомогою паль. Цей метод передбачає

влаштування пал уздовж контуру або під існуючим фундаментом для підвищення стійкості основи.

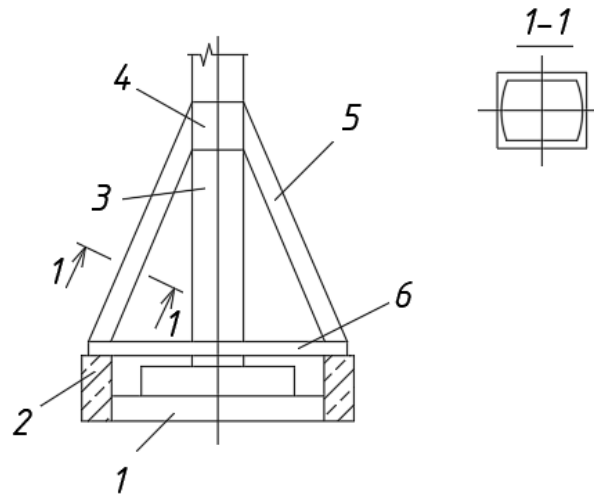


Рис. 8.4 – Підсилення фундаментів підведенням:
1 - посилений фундамент; 2 - додаткові фундаменти; 3 - коліно;
4 - металева обойма; 5 - металеві підкоси; 6 - елемент підсилення

Вибір пальової конструкції залежить від внутрішніх розмірів будівлі, що реконструюється або будівлі, характеру діючих навантажень та конструкції фундаменту, який підсилюється, а також наявності необхідного обладнання для виконання пальових робіт.

Збірні залізобетонні пали можуть бути застосовані, якщо габарити приміщення дозволяють використовувати великі машини для забивання палей і якщо динамічні навантаження при цьому не призводять до пошкодження навколишніх конструкцій. Якщо навколо зони забивання палей є несучі конструкції, які не здатні витримати значні динамічні навантаження, то можна використовувати гідродомкрати для вдавлювання палей в ґрунт.

Для підсилення фундаментів, особливо при нерівномірних деформаціях будівлі, ефективним рішенням є використання збірних палей "Мега", які не потребують великих розмірів приміщення і можуть бути використані одразу після вдавлювання. Недоліком цих палей є те, що їх установка досить трудомістка, а також необхідність виконання тимчасового котловану під подошвою фундаменту, що знижує його несучу здатність в процесі підсилення

(див. рис. 8.5). При встановленні підсилення палями "Мега" необхідно перевірити, чи може конструкція існуючого фундаменту витримати силу реакції вдавлювання.

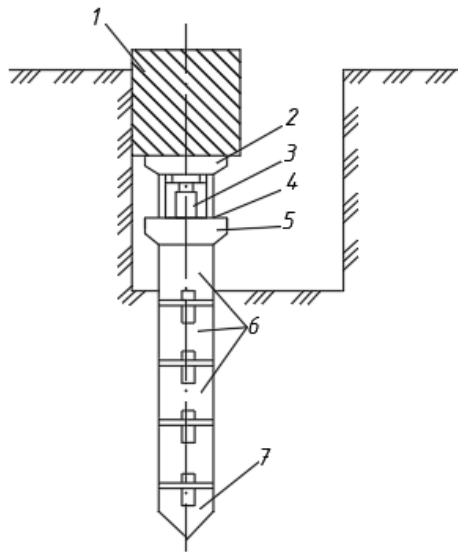


Рис. 8.5 – Підсилення фундаменту за допомогою паль Мега:

- 1 - посилений фундамент; 2 - розподільний елемент; 3 - домкрат; 4 - підпора;
5 - головний елемент; 6 - рядовий елемент; 7 - нижній елемент палі

Для сприйняття великих розтягуючих сил використовують гвинтові палі. При посиленні фундаментів також використовують монолітні палі різних типів. Буронабивні палі потребують громіздкого обладнання, але можуть застосовуватися в будь-яких ґрунтових умовах, включаючи ті, де забивні палі неможливо використовувати. Віброштамповані палі і палі Страуса можуть застосовуватися в приміщеннях з обмеженою висотою і не потребують складного технологічного обладнання. Перші два типи палей можна використовувати в будь-яких гідрогеологічних умовах, а палі Страуса - тільки при відсутності ґрунтових вод.

Для передачі додаткових горизонтальних і вертикальних навантажень ефективні буропроєкційні (коренеподібні) палі, до яких можна приєднати існуючий фундамент. У цьому випадку фундамент використовується як ростверк (див. рис. 8.6).

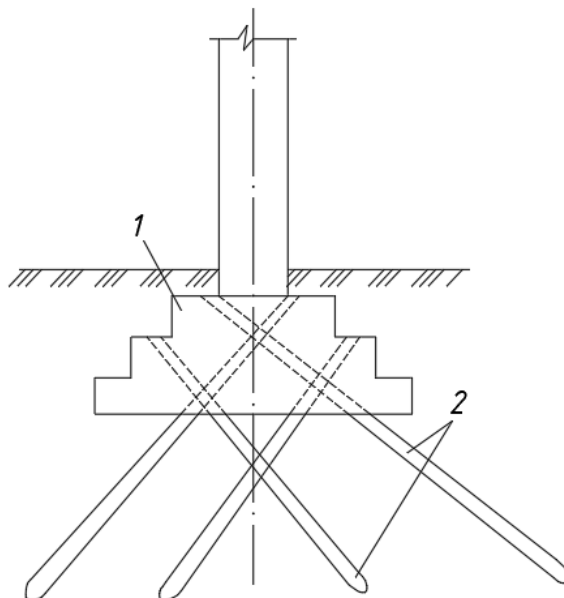


Рис. 8.6 – Підсилення фундаменту за допомогою коренеподібних паль: 1 - підсилений фундамент; 2 - коренеподібні палі

Практикують різні методи підсилення фундаментів будівель. Одним з таких методів є використання комбінованих металевих трубчастих паль, що занурюються посекційно в ґрунт гідродомкратами і заповнюються монолітним бетоном, замість паль типу «Мега». Крім того, для підсилення можуть бути використані монолітний плитний ростверк або розподільні балки, які утворюють з палями рамну систему.

Існує два методи влаштування плитного ростверку. Перший метод передбачає з'єднання арматури існуючого фундаменту з арматурою ростверку і використовується, якщо можливе розширення фундаменту в межах його висоти. Другий метод передбачає підводку нового ростверку під існуючий фундамент і використовується в разі неможливості розширення фундаменту в межах його висоти, при його пошкодженнях або при слабких ґрунтах під його подошвою.

Описані методи підсилення можуть бути використані як при закріпленні реконструйованих фундаментів на природну основу, так і на палі при підсиленні стрічкових і стовпчастих фундаментів з різних матеріалів. В тексті наведені приклади об'єднання підсилюваного фундаменту з додатковими палями за допомогою плитного ростверку.

Приклади об'єднання фундаменту, що підсилюється з додатковими палями за допомогою плитного ростверку наведені на рис. 8.7, 8.8.

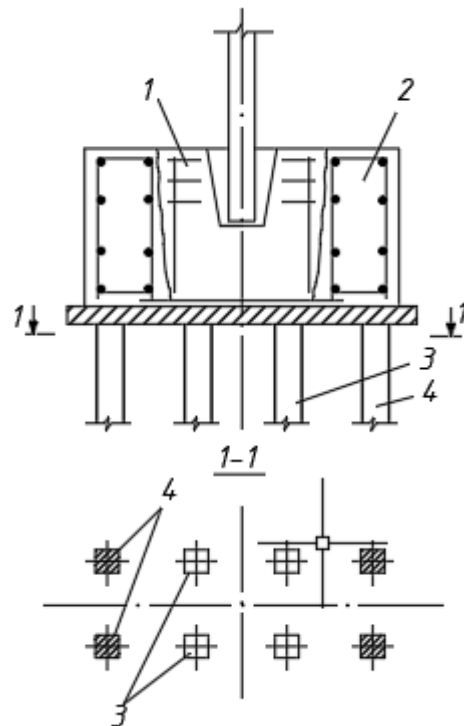


Рис. 8.7 – Підсилення фундаменту ростверком, розташованим в межах висоти фундаменту: 1 - підсилений фундамент; 2 - ростверк підсилення; 3 - існуючі палі; 4 - палі підсилення

На рисунках 8.8 і 8.9 наведено схеми, які показують підсилення стрічкових і стовпчастих фундаментів за допомогою рамної системи, що складається з додаткових пал, залізобетонних або металевих розподільних балок. Розрахунок підсилення фундаментів виконується за двома групами граничних станів, де враховуються вимоги відповідних нормативних документів (ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування, ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд). Перша група передбачає розрахунок міцності конструкцій фундаменту і несучої здатності ґрунту основи, а друга - розрахунок основ за деформаціями, що вимагає врахування спільної роботи будівлі з основою.

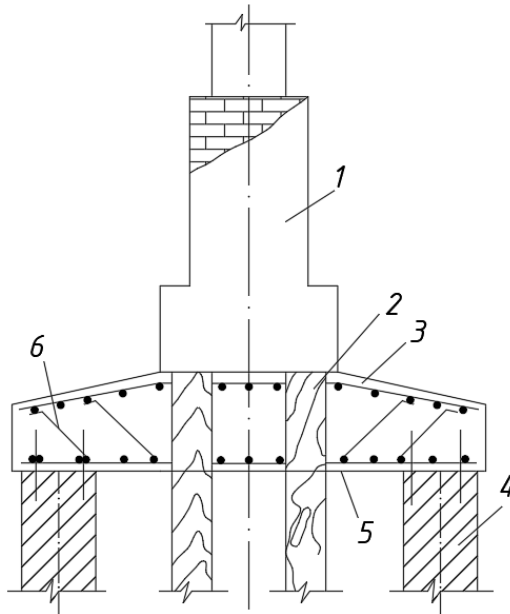


Рис. 8.8 – Підсилення стрічкового фундаменту палями з підведенням нового ростверку: 1 - підсилений фундамент; 2 - існуючі палі; 3 - ростверк підсилення; 4 - палі підсилення; 5 - арматурні сітки; 6 - відігнуті стержні

Для визначення несучої спроможності існуючого фундаменту беруть до уваги ступінь зносу, міцність матеріалів та властивості ґрунту під ним.

Якщо під час експлуатації відбулася повна стабілізація основи під існуючим фундаментом, то розрахунки виконують з урахуванням тільки додаткових навантажень. При цьому максимально допустиму осадку визначають з урахуванням стану надземних конструкцій будівлі, яка реконструюється, та прилеглих об'єктів, таких як переходи, галереї та комунікації. Для окремих фундаментів осадку визначають з урахуванням впливу навантажень від сусідніх фундаментів за допомогою методу кутових точок.

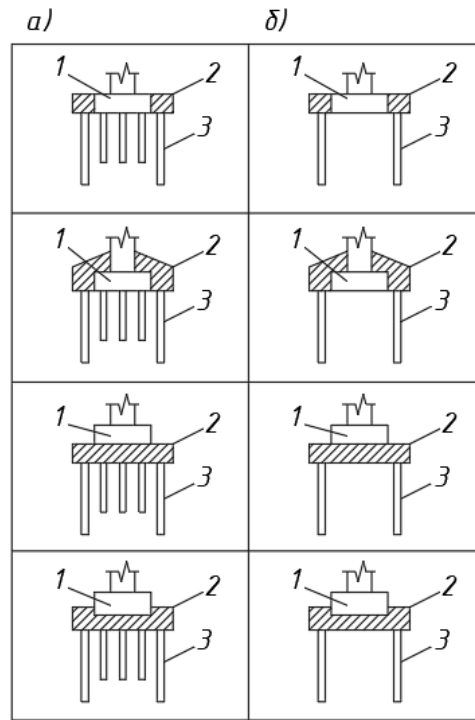


Рис. 8.9 – Схеми підсилення фундаментів на пальовій (а) і природній (б) основі: 1 - підсилений фундамент; 2 - ростверк підсилення; 3 - палі підсилення

Якщо планується з'єднати існуючий фундамент з конструкцією підсилення за допомогою нарощування або "сорочки", то розрахунок розширеного фундаменту на природній основі проводиться звичайним способом. При додаванні нових частин фундаментів поруч з існуючими, навантаження на них визначаються відповідно до прийнятої розрахункової схеми, і їх розрахунок проводиться як окремих фундаментів. Якщо планується додавати цілі фундаменти, їх розміри визначаються з урахуванням максимальних і середніх абсолютних осадок, що не повинні перевищувати допустимих значень згідно [31], а також стабілізацією осадок існуючих фундаментів.

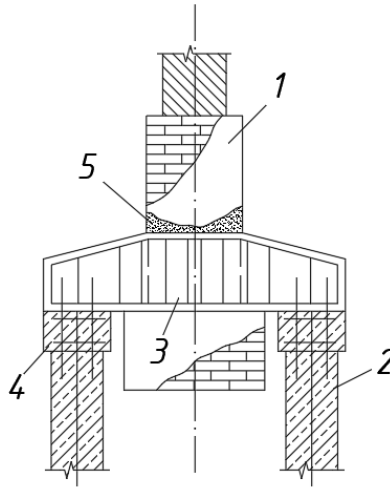


Рис. 8.10 – Підсилення стрічкового фундаменту на природній основі палями з улаштуванням рамної системи: 1 - посилений фундамент; 2 – палі підсилення; 3 - залізобетонний ригель; 4 - залізобетонна подушка; 5 - омонолічування пробитих під ригель отворів

Розрахунок необхідної кількості палей для підсилення залежить від конструктивного вирішення існуючого фундаменту та його технічного стану. У разі незадовільного стану пального фундаменту, або якщо фундамент закріплюється на природну основу, кількість палей для підсилення визначається за загальним навантаженням. У випадку гарного стану існуючого фундаменту, кількість необхідних палей визначається лише для додаткового навантаження, що буде передаватись на підсилення. Такий розрахунок забезпечує ефективне підсилення конструкції.

Несуча здатність трубобетонних палей визначається за формулою

$$F_d = E_n \mu \quad (10.1)$$

де F_d - зусилля вдавнення;

μ - перехідний коефіцієнт, що дорівнює 0,9 для глинистих ґрунтів, 0,85 - для піщаних.

Для кожного окремого елемента палі типу "Мега" проводиться розрахунок як для стисненого елемента з урахуванням поздовжнього вигину та випадкового ексцентриситету. З метою уникнення можливої несоосності при з'єднанні окремих елементів, несуча здатність всієї палі визначається з

урахуванням поправочного коефіцієнта, який залежить від довжини палі: до 4 м - 0,75, від 4 до 6 м - 0,6, понад 6 м - 0,5.

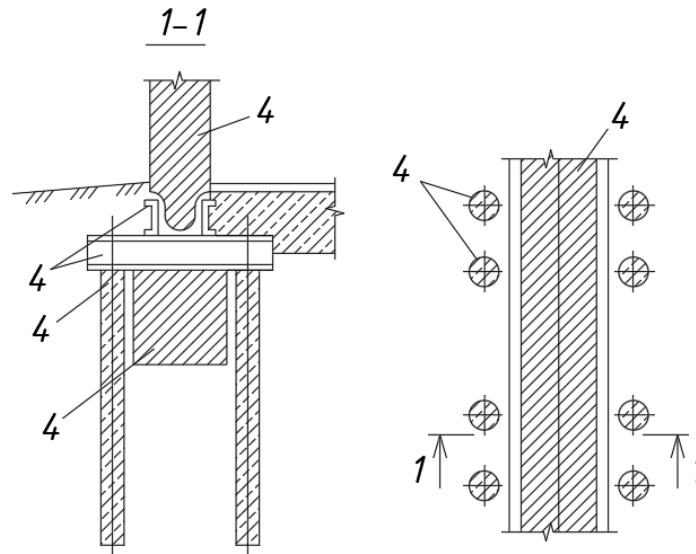


Рис. 8.11 – Підсилення стрічкового фундаменту на природній основі палями з улаштуванням рамної системи: 1 - підсилений фундамент; 2 - палі підсилення; 3 - металеві балки; 4 – стіна

Для розрахунку жорстких фундаментів, які посилені палями по контуру, можна використовувати методику, яку розробило Харківське ПромбундНДІпроект. Розрахунок складається з двох етапів: перший етап включає дію експлуатаційних навантажень з урахуванням максимально можливого розвантаження фундаменту до реконструкції, а другий етап - на навантаження фундаменту до рівня, відповідного етапу розвантаження, додатково додаються навантаження, що виникають після реконструкції споруди. Сили в палях і фундаментах, тиск на ґрунт під подошвою фундаменту (при фундаменті на природній основі) і по контакту з палями, переміщення і кути повороту посиленого фундаменту визначаються алгебраїчним підсумовуванням відповідних величин, отриманих на кожному етапі розрахунку. Осадку посиленого фундаменту розраховують на другому етапі, враховуючи модуль деформації ґрунту з урахуванням його зміцнення в процесі експлуатації.

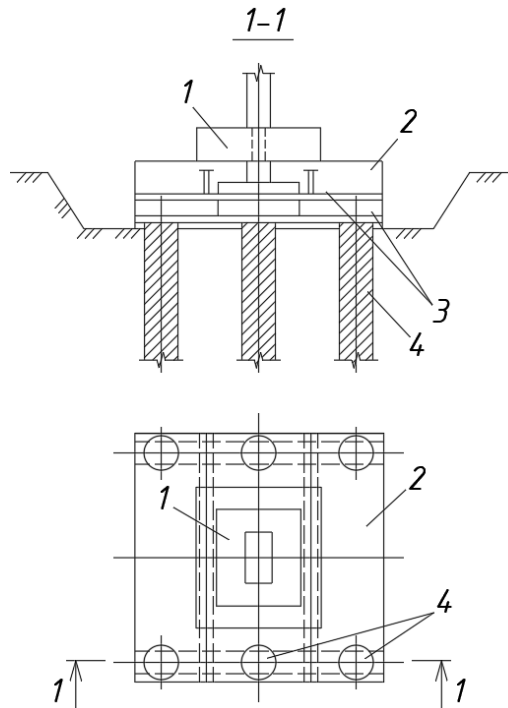


Рис. 8.12 – Підсилення стовпчастого фундаменту на природній основі з улаштуванням ростверку, армованого металевими балками: 1 - підсилений фундамент; 2 - ростверк підсилення; 3 - металеві балки; 4 - палі підсилення

Допускається розраховувати модуль за формулою

$$E_{st} = 1,3E \quad (8,2)$$

де E - модуль деформації ґрунту, обчислений за результатами лабораторних або польових випробувань, МПа.

У розрахунках враховується зміцнення ґрунту на глибині, що не перевищує ширину фундаменту до його підсилення. Розрахунок підсиленого фундаменту проводиться в лінійній постановці за плоскою розрахунковою схемою. На кожному етапі розрахунку підсилений фундамент розглядається як статично невизначена система, яка навантажена зовнішнім навантаженням з одного боку і зусиллями від палей і опором ґрунту під підшвою - з іншого боку (див. рис. 8.13 і 8.14).

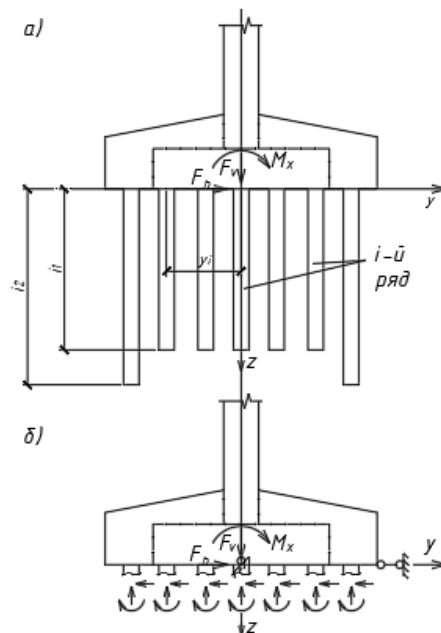


Рис. 8.13 – Модель розрахунку засвоєного пальового фундаменту:
а - розрахункова схема; б - основна система методу переміщень

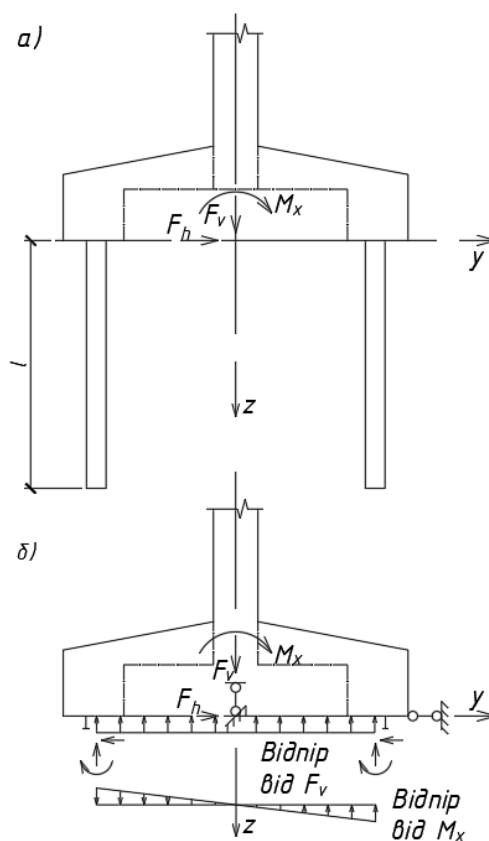


Рис. 8.14 – Модель розрахунку підсиленого фундаменту на природній основі: а - розрахункова схема; б - основна схема

Сили та деформації, які діють на фундамент, розраховуються з вирішенням системи канонічних рівнянь методом переміщень. Визначення стійкості ґрунту в районі під палами виконується відповідно до вимог [31].

8.3. Поліпшення і підсилення кам'яних конструкцій

Під час реконструкції будівель і споруд, зведених з кам'яних конструкцій, необхідно провести оцінку фактичної міцності несучих елементів. Для цього використовують метод руйнівних навантажень, що базується на визначенні фактичної міцності цегли, розчину та межі текучості сталі для армованих та неармованих конструкцій. У процесі оцінки слід ретельно враховувати всі фактори, які можуть знизити несучу здатність конструкції, такі як тріщини, локальні пошкодження, відхилення кладки по вертикалі, порушення зв'язку між несучими конструкціями, зміщення плит покриттів та перекриттів, прогонів, кров'яних конструкцій тощо.

Кам'яні конструкції переважно піддаються стискаючим зусиллям, тому їх підсилення найефективніше за допомогою сталевих, залізобетонних і армованих бетонних обойм, які складаються з двох вертикальних сталевих кутиків, встановлених по кутах простінків або стовпів на цементному розчині, і хомутів зі смугової або круглої сталі. Крок хомутів не повинен перевищувати меншого розміру перерізу та 500 мм. Для включення обойми в роботу кладки необхідно ретельно зачеканіювати або ін'єктувати зазори між сталевими елементами обойми та кам'яною кладкою цементним розчином.

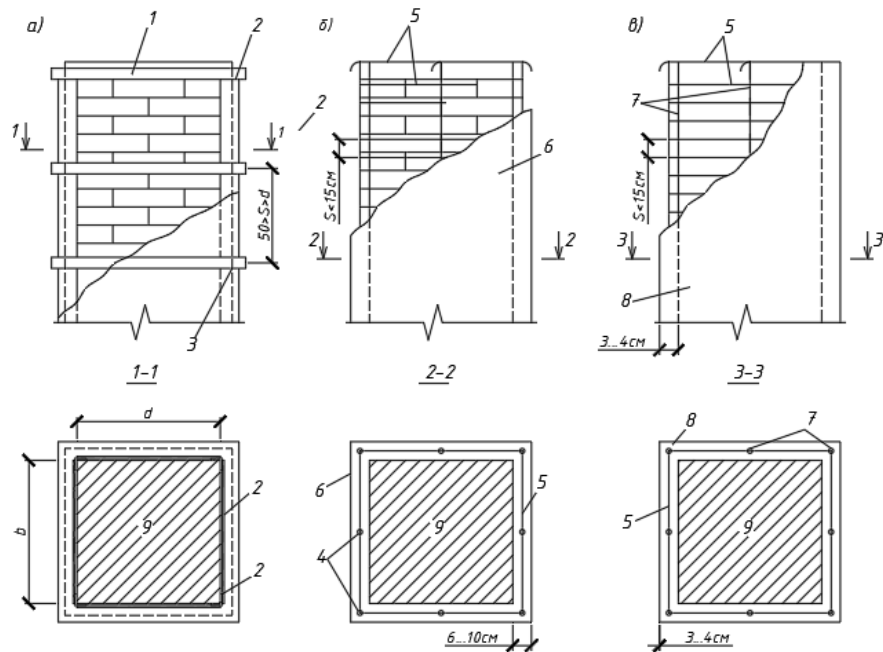


Рис. 8.15 – Підсилення кам'яних стовпів сталевую (а), залізобетонною (б) і армованою розчином (в) обоймами: 1 - планки 35X5 ... 60x12 мм; 2 - кутики; 3 - зварювання; 4 - стрижні 0 Б ... 12 мм; 5 - хомути 0 4 ... 10 мм; 6 - бетон В 12,5 ... ВМ; 7 - стрижні 0 6 ... 12 мм; 8 - розчин марки 50 ... 75; 9 – кладка

Після встановлення металевої обойми її компоненти покривають цементним розчином товщиною 25-30 мм, за допомогою металевої сітки, щоб захистити їх від корозії.

Залізобетонна обойма складається з бетону класу В10 і вище, з поздовжньою арматурою класів А240, А400, А500 і поперечною арматурою класу А240. Крок поперечної арматури не повинен бути більше 15 см. Товщина обойми визначається розрахунком і приймається в межах 4-112 см.

Армована розчинна обойма відрізняється від залізобетонної тим, що використовується цементний розчин марки 75-100, який захищає арматуру підсилення.

Ефективність залізобетонних і цементних обойм визначається відсотком поперечного армування, міцністю бетону або розчину, перетином обойми, станом кам'яної кладки і характером додаткового навантаження на конструкцію.

Проте слід зазначити, що збільшення відсотка армування поперечними хомутами не гарантує пропорційного зростання міцності кладки - збільшення несучої здатності відбувається по затухаючій кривій.

При збільшенні розмірів перетину елементів, ефективність обойми дещо знижується, проте це зниження незначне і може не враховуватися в розрахунках.

Для забезпечення спільної роботи елементів обойми при довжині, що перевищує вдвічі та більше товщини, необхідно встановити додаткові поперечні зв'язки, які пропускають через кладку (див. рис. 10.16). Відстань між цими зв'язками в плані не повинна бути більше 1 м, а по висоті - не більше 75 см. Одночасно з підсиленням стін обоймами рекомендується також виконувати ін'єкцію цементного розчину в наявні тріщини в цегляній кладці. Ін'єкція здійснюється шляхом нагнітання рідкого цементного або полімерцементного розчину під тиском в пошкоджену кладку. При цьому відбувається загальне замоноличування кладки, відновлюється і навіть збільшується її несуча здатність.

Перевагою такого методу підсилення є можливість його здійснення без зупинки виробництва, при невеликих витратах матеріалів і без збільшення поперечних розмірів конструкцій. Для забезпечення ефективності ін'єктування застосовують портландцемент марки не менше 400 з тонкістю помелу не менше 2400 см²/г з густотою цементного тесту 22-25%, а також шлакопортландцемент марки 400 з невеликою в'язкістю в розріджених розчинах. Пісок для розчину повинен бути дрібним з модулем крупності 1,0-1,5 або тонкомолотим з тонкістю помелу від 2000 до 2200 см²/г

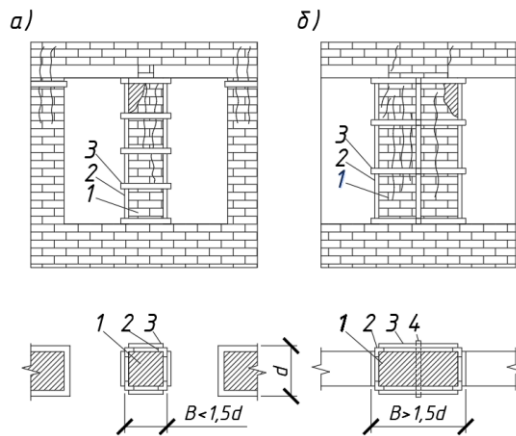


Рис. 8.16 – Підсилення простінків сталевими обоймами:

1 - цегляний стовпчик; 2 - сталеві куточки; 3 - планка; 4 – поперечні в'язі

Щоб збільшити пластичність складу, можна додавати різні пластифікуючі добавки у розчин, такі як нітрит натрію (5% від маси цементу), полівінілацетатну емульсію ПВА з полімер-цементним співвідношенням П/Ц = 0,6 або нафталіноформальдегідну добавку в кількості 0,1% від маси цементу.

При підготовці ін'єкційних розчинів потрібно враховувати вимоги щодо водовідділення, в'язкості, міцності на стиск і зчеплення, усадки та морозостійкості.

Для заповнення тріщин різного розміру можна використовувати різні розчини. Для тріщин до 1,5 мм можна застосовувати полімерні розчини на основі епоксидної смоли або цементно-піщані розчини з добавкою тонкомолотого піску.

Для більших тріщин рекомендується використовувати цементно-полімерні розчини зі складом 1:0,15:0,3 (цемент: полімер ПВА: пісок) або цементно-піщані розчини зі складом 1:0,05:0,3 (цемент: пластифікатор нітрит натрію: пісок) зі співвідношенням В/Ц = 0,6 і модулем крупності піску $MK = 1Д$.

Після ін'єктування розчину під тиском до 0,6 МПа щільність заповнення тріщин можна визначити через 28 діб неруйнівними методами.

Межа міцності кладки R , підсиленою ін'єкцією, визначається відповідно [32] з введенням поправочних коефіцієнтів, величина яких залежить від причин

утворення тріщин у цегляній кладці і від виду ін'єкційного складу (міцність ін'єкційних розчинів на стиск повинна складати 15...25 МПа.

Застосування сталевий обійми та ін'єкції разом дозволяє значно підвищити несучу здатність цегляної кладки і використовується тоді, коли окреме застосування цих методів недостатнє. Комбіноване підсилення виконують у такий спосіб: спочатку встановлюють металеву обійму, а потім проводять ін'єкцію розчину в кладку.

У випадку надбудови, реконструкції чи аварійного стану стін цегляних будівель та споруд рекомендується здійснювати повну заміну кам'яних конструкцій. Перед заміною, стіни тимчасово кріплять конструкціями з дерева або сталевих прокату, які можуть сприймати навантаження, що передаються на розбираються простінки або стовпи.

Якщо необхідна заміна вузьких простінків, встановлюють тимчасові стійки, які спираються на підвіконні ділянки та підтримують перемички. Широкі простінки потребують встановлення двох або більше стійок, які включаються за допомогою клиновидних підкладок.

Під час виконання нової кладки використовують кам'яні матеріали більш високої міцності, але не менше марки 100 на розчині марки 100 і вище. Цеглу щільно осаджують, щоб отримати тонкі шви кладки, а при необхідності горизонтальні шви армують сталевими сітками. Верх нової кладки не доводять до старої на 3...4 см і потім цей зазор заповнюють щільним цементним розчином марки 100 і вище. Щільність прилягання нової і старої кладки можна забезпечити, забиваючи в неї плоскі сталеві клини.

Після досягнення 50% проектної міцності нової кладки, проводять демонтаж тимчасових кріплень. При реконструкції цегляних будівель, може знадобитися збільшення жорсткості та міцності з причини виникнення неприпустимих тріщин та деформацій. Ці проблеми можуть бути зумовлені помилками при проектуванні, будівництві та експлуатації, нерівномірними осадками фундаментів або недостатньою перев'язкою швів.

Один із найбільш ефективних способів підвищення несучої здатності будівлі в такому випадку - це її об'ємне обтиснення металевими тяжами діаметром 25...36 мм, розташованими в рівні перекриттів. Об'ємне обтиснення може здійснюватися для будівлі в цілому або для окремих її частин. Тяжі можуть бути розміщені по поверхні стін або в спеціально виготовлених борознах перетином 70x80 мм. Після натягу тяжів борозни заповнюються цементним розчином, а тяжі, що розташовані на поверхні стін, оштукатурюються, утворюючи горизонтальні пояси, які не порушують архітектурний вигляд будівлі.

Тяжі з кріпленням до вертикальних куточків, що закріплюються на цементному розчині на кутах і виступах будівлі (див. рис. 8.17), натягуються за допомогою стяжних муфт, які одночасно працюють по всьому контуру будівлі. Попередньо тяжі розігріваються автогеном, паяльними лампами або електричним струмом.

Механічний натяг здійснюється вручну за допомогою важеля довжиною 1,5 м з зусиллям 300-400 Н. Загальна сила натягу складає близько 50 кН, і його контроль здійснюється шляхом перевірки відсутності провисання тяжів різними приладами, індикаторами, а також простукуванням (добре натягнутий тяж видає чистий звук високого тону).

Кути будівлі, які пошкоджені або відхилені від вертикалі, можуть бути посилені металевими балками з швелерів № 16-20. Ці балки встановлюються в рівні перекриттів і з'єднуються одна з одною стяжними болтами, вирубуючи борозни з двох сторін стіни або на поверхні стіни.

Якщо цегляні опори для залізобетонних або сталевих перемичок потребують підсилення, вони можуть бути обмотані бандажами або обоймами. У разі сильних пошкоджень опори розбираються і перекладаються, попередньо встановивши під кінцями перемичок тимчасові розвантажуючі стійки на клинах.

Щоб підсилити перемички або улаштувати нову перемичку більшого розміру над прорізом, сталеві балки можуть бути підведені і встановлені над прорізом в вирубаних борознах і стягуються болтами між собою.

Для запобігання утворенню тріщин в поздовжніх і поперечних стінах при спільній роботі, рекомендується встановлювати поперечні сталеві гнучкі зв'язки діаметром 20-25 мм на рівні перекриттів. Їх необхідно закріпити до стін за допомогою розподільних прокладок з швелерів або куточків.

Під час реконструкції будівель із кам'яних матеріалів, може виникнути необхідність у тимчасовому підсиленні стін і перегородок, якщо вони відхиляються від вертикалі на значну величину. Якщо висота стін до 6 м, то їх можна розкріпити підкосами з колод, встановленими з кроком 3-4 м, а верхні кінці підкосів можна закріпити металевими штирями, забитими в шви кладки. При висоті стін до 12 м, можна використовувати подвійні підкоси з колод (брусів), які кріпляться в пристінні стійки і розподільні бруси. Якщо висота стін понад 12 м, то кріплення стін можливо здійснити за допомогою тяжів з натяжними муфтами. Важливо використовувати розташовані поруч стійки будівлі і споруди для більш раціонального кріплення (див. рис. 8.18).

Для розвантаження пошкоджених несучих простінків можна встановити тимчасові стійки у суміжних отворах, або за можливості - закласти їх цегляною кладкою. При необхідності підсилення стропильних конструкцій, балок і прогонів, їх можна розвантажити, підведенням під опорні частини цих конструкцій тимчасових дерев'яних або цегляних стовпів чи металевих рам.

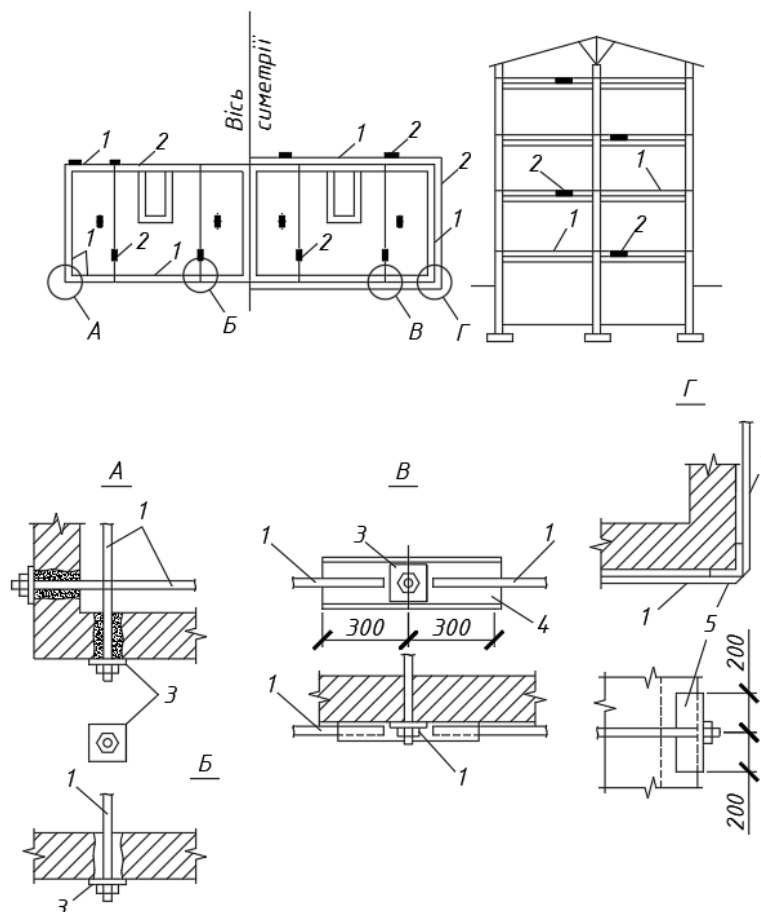


Рис. 8.17 – Підсилення стін об'ємним обжиманням:
1 - тяжі; 2 - муфта для створення натягу; 3 - металева прокладка;
4 - швелер № 16-20; 5 – кутики

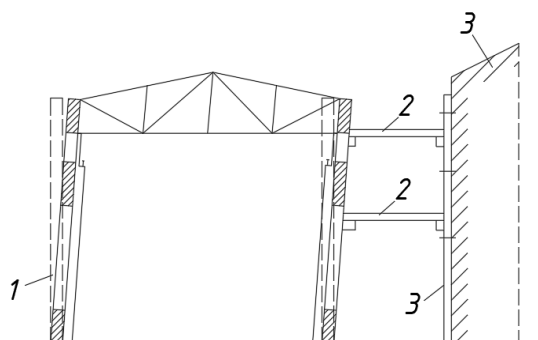


Рис. 8.18 – Кріплення нахилених будівель до стін стійких будівель:
1 - деформована будівля; 2 - розпірка; 3 - стійка споруда

8.4. Підсилення балок і прогонів

Один з найбільш простих способів підсилення стрижневих конструкцій полягає у підведенні жорстких або пружних опор під них. Якщо додаткові опори не заважають технологічному процесу, рекомендується використовувати жорсткі опори, які можуть бути розташовані на окремих або існуючих

фундаментах. Однак, якщо встановлення додаткових фундаментів необхідне, то слід попередньо обтиснути ґрунт під фундаментом, зусиллям, що дорівнює розрахунковому навантаженню. Це дозволить уникнути осадці опор і поганого їх включення в роботу підсилювальної конструкції.

Для підсилення балок і ригелів можна використовувати жорсткі опори, які можуть бути виготовлені як з металу, так і з залізобетону. При включенні елементів підсилення в роботу необхідно забезпечити їх правильне включення шляхом встановлення клиновидних прокладок, підйому конструкції за допомогою горизонтально розташованих домкратів, натягу металевої затягування за допомогою натяжної муфти та інших способів. Рис. 8.19 і 8.20 наводять приклади підсилення балок і ригелів за допомогою жорстких опор.

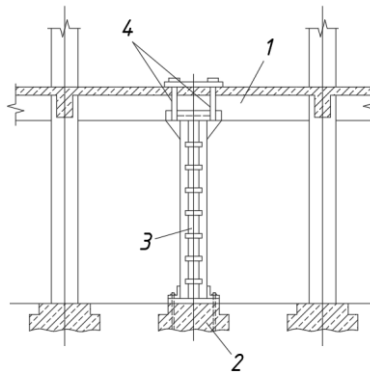


Рис. 8.19 – Підсилення балки підбиттям жорсткої опори:
1 - балка що підсилюється; 2 - додатковий фундамент;
3 - колона підсилення; 4 - болти

Для підсилення згинальних елементів часто використовуються додаткові пружні опори, які можуть бути виготовлені з металу або металевих балок і ферм. Ці елементи розташовуються з певним зазором під конструкцією на спільних або окремих опорах, і в зазорі розміщуються металеві прокладки або розпирні болти. Для включення додаткових опор в роботу використовуються різні методи, такі як підтягування опорних кінців балок (ферм) до підсилюваної конструкції, встановлення косих прокладок або розпирних болтів тощо.

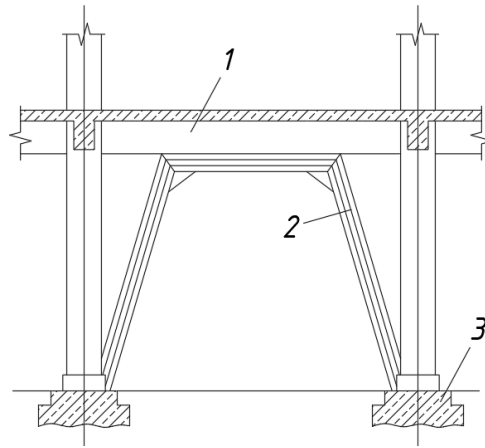


Рис. 8.20 – Підсилення ригеля жорстким порталом:

1 - ригель що підсилюється; 2 - жорсткий портал; 3 - металевий бандаж

Можливим варіантом пружних додаткових опор є гнучкі тяжі, які підвішуються до верхніх конструкцій, якщо це не заважає технологічному процесу. Для натягу можуть використовуватися гайки, натяжні муфти або електротермічний спосіб. Однак, у виняткових ситуаціях, коли конструкції перебувають в критичному стані і існує можливість їх руйнування без навантаження, або коли габарити приміщень не відповідають вимогам нової технології, може знадобитися повне розвантаження або заміна конструкцій. В таких випадках, розвантаження можна провести у вигляді окремих балок, ферм, плит або комбінованих систем з залізобетону і металу, які застосовуються для розвантаження невеликих ділянок перекриттів і не потребують улаштування додаткових колон та фундаментів. Важливо відзначити, що така робота вимагає значних матеріальних та трудових затрат і повинна бути відповідно обґрунтована.

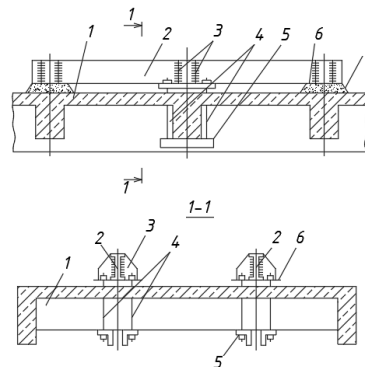


Рис. 8.21 – Підсилення балки і плити перекриття металевими балками зверху: 1 - зруйнована балка; 2 - металева балка; 3 - ребра жорсткості; 4 - тяжі; 5 - планка; 6 - опорні листи; 7 - опорні подушки

8.5. Підсилення плит перекриттів і покриттів

Методом нарощування можна посилити монолітні плити перекриття, що полягає у бетонуванні додаткової залізобетонної плити поверх існуючої та установці додаткових опор у вигляді монолітних залізобетонних або металевих балок.

Збірні залізобетонні пустотні плити можна посилити з використанням пустот. Для цього у зоні каналу пробивають полку зверху і установлюють арматурний каркас. Якщо потрібно підсилити опорну частину плити, каркас розташовують в частині її прольоту, а при необхідності підсилення по нормальному і похилому перерізах - по всій довжині плити. Після цього канал заповнюють пластичним бетоном на дрібному щебені і плиту розраховують з урахуванням додаткової арматури (див. рис. 8.22).

При недостатній площі спирання опорних частин пустотних плит, для їх підсилення можна використати такі схеми: для крайніх опор - установити в каналах арматурні каркаси з виносом їх за торці на необхідну довжину, далі встановити вертикальні каркаси паралельно торцям плит, бетонувати анкерну балку і опорні ділянки пустоти плити (див. рис. 8.22).

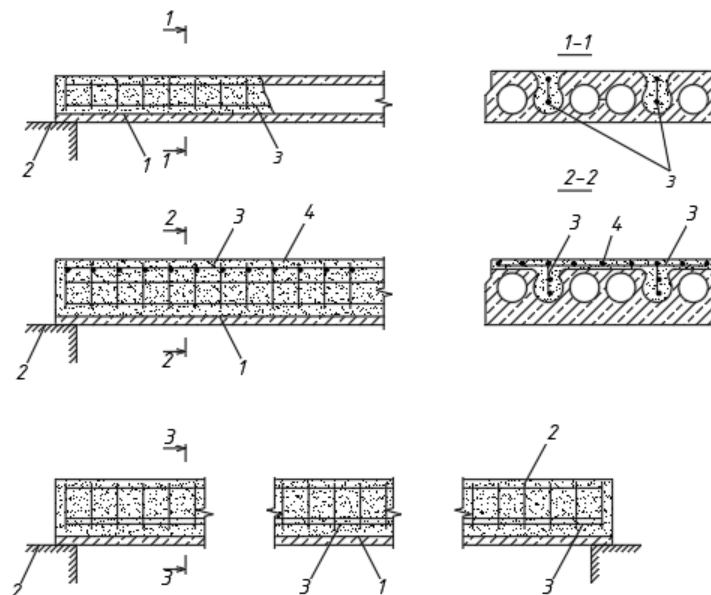


Рис. 8.22 – Підсилення збірних багатопустотних плит перекриття.

1 - плита що підсилюється; 2 - опори; 3 - додатковий арматурний каркас;
4 - бетон підсилення.

Можна зміцнити проміжні опори залізобетонних плит, встановивши загальні вертикальні каркаси в попередньо пробиті отвори приопорних зон суміжних плит, а потім заповнивши канали додатковою арматурою і бетоном. У такому випадку плити будуть працювати як нерозрізні конструкції.

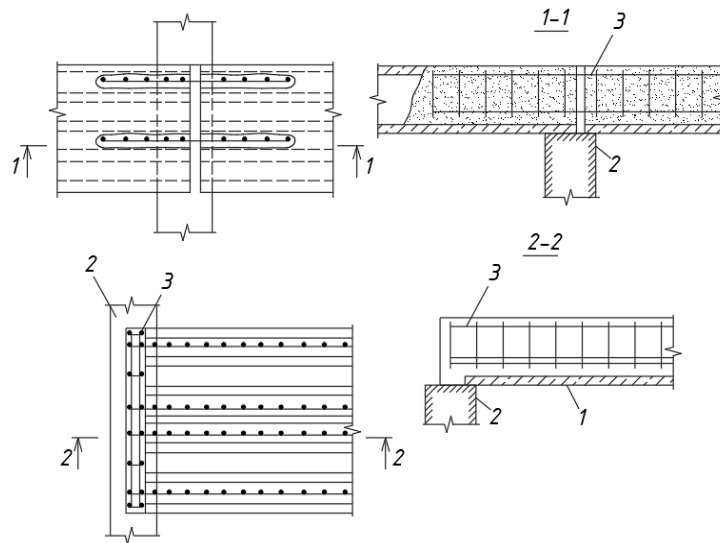


Рис. 8.23 – Підсилення опорних частин багатопустотних плит:

1 - плита що підсилюється; 2 - опори; 3 - арматурний каркас підсилення

Для підсилення поздовжніх ребер залізобетонних ребристих плит можна використовувати різні методи. Один з них полягає в установці додаткових металевих опор або балок, які можуть бути з'єднані з існуючою робочою арматурою.

Ще одним ефективним способом є установка додаткових арматурних каркасів в швах між плитами і їх бетонування. Якщо набетонування неможливо, то можна встановити попередньо напружений просторовий шпренгель (див. рис. 8.24), який складається з двох перетинаючихся в одному рівні плоских шпренгелів і забезпечує підсилення ребер плит.

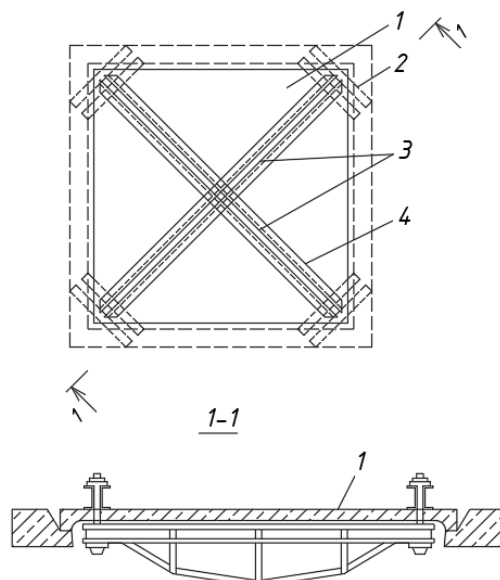


Рис. 8.24 – Підсилення збірної плити, опертої по контуру, просторовим шпренгелем: 1 - плита що підсилюється; 2 - елемент несучого контуру; 3 - просторовий шпренгель; 4 - верхній пояс; 5 - нижній пояс; 6 - проміжні стійки; 7 - центральна стійка; 8 - болти для підвіски шпренгеля; 9 - передавальні траверси

Для посилення опор збірних плит перекриття та покриття можна використовувати металеві столики, які будуть розміщені під опорними точками та закріплені за допомогою тяг або обойм. Ці столики можуть бути закріплені до суміжних конструкцій або до верхніх поясів ригелів і стропильних конструкцій (див. рис. 8.25).

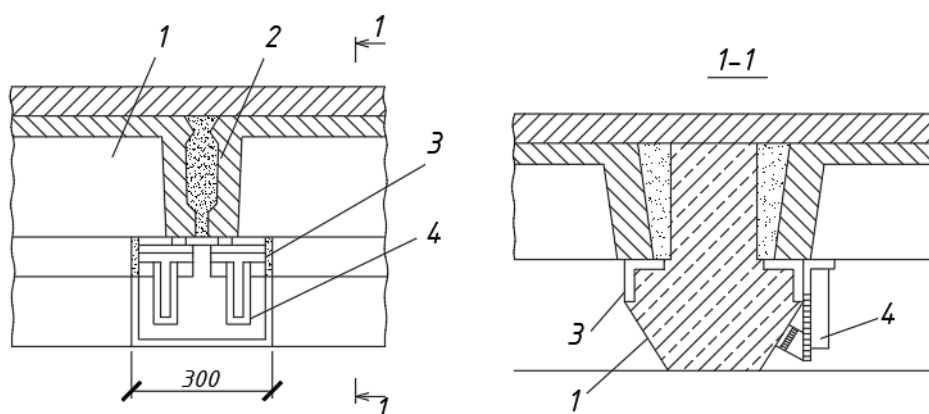


Рис. 8.25 – Варіанти улаштування опорних столиків:
а - при наявності заставних деталей в ригелі; б - при відсутності заставних деталей в ригелі; 1 - ригель; 2 - плита; 3 - заставна деталь в ригелі; 4 - опорний столик; 5 - тяжі; 6 - горизонтальна опора; 7 - упорний куточок

8.6. Установка додаткових закладних деталей і підсилення стиків

При реконструкції часто виникає необхідність в установці додаткових закладних деталей або відновлення пропущених при виготовленні конструкцій. При цьому слід розрізняти конструктивні закладні деталі, на які не передаються значні зусилля, а також закладні деталі, які сприймають значні згинальні моменти і відриваючі зусилля.

Перша група закладних деталей використовується для кріплення елементів на несучі конструкції, таких як плити покриття на балки і ферми, балки і ферми на колони, стінові панелі до колон тощо. Ці закладні деталі передають незначні зсувні або стискаючі зусилля і можуть бути легко встановлені за допомогою спеціальних металевих хомутів.

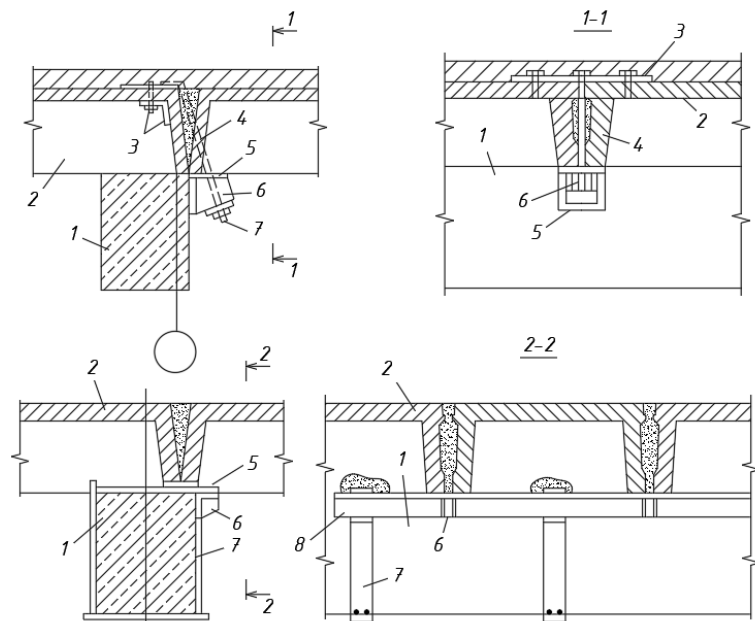


Рис. 8.26 – Підсилення місць опирання плит:

1 - ригель; 2 - плита; 3 - кріплення тяжа к плиті; 4 - похилий тяж;
5 - упорний столик; 6 - ребра жорсткості; 7 - хомути; 8 - кутик опорного столика

Наприклад, для закріплення опорного металевго листа на поверхні залізобетонного елемента (рис. 8.27) можна використовувати наступну методику: виконати сколювання захисного шару на двох кутових арматурних стержнях, підварити до них круглі коротиші або ребра зі смугової сталі, а до

останніх - лист (куточок) нової заставної деталі. Якщо необхідно зробити заставну деталь врівень з поверхнею бетону, то в захисному шарі виконується борозна, ширина якої перевищує ширину заставної деталі на 10...20 мм, а глибина - товщину пластини на 5...10 мм. Пластина втискується в свіжий цементний розчин і підварюється через коротиші-підкладки до робочої арматури каркаса.

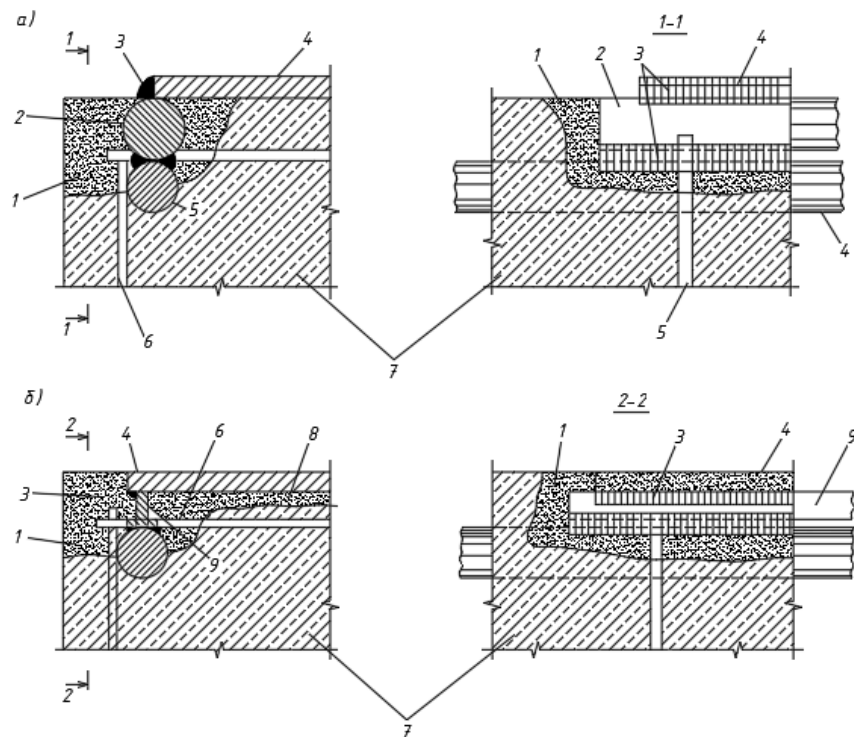


Рис. 8.27 – Установка дополнительных закладных деталей в железобетонных элементах: а - по верхней плоскости; б – у уровень с поверхнею: 1 - сколота зона бетона, в результате забита цементным раствором; 2 - коротун-подкладка з круглого стержня; 3 - сварні шви; 4 - додаткова закладна деталь; 5 - кутова арматура елемента; 6 - поперечні стрижні каркаса; 7 - виправний елемент; 8 - поперечна борозна для установки заставної деталі, заповнена в результаті цементним розчином; 9 - коротун-прокладка зі смугової сталі

Альтернативним, менш складним методом для установки конструктивних заставних деталей є використання металевих хомутів (зображено на рис. 8.27), хоча це вимагає більшої кількості сталі. Такі заставні деталі виготовляються передчасно та заздалегідь підготовленими елементами.

У випадках, коли необхідно встановити жорстке з'єднання між ригелями та колонами, або при виявленні дефектів у арматурі (таких як невідповідність,

зменшення діаметру та кількості арматури), рекомендується використовувати охоплюючі хомути, площа яких дорівнює розрахунковому перетину стику.

Бічні металеві планки (зображено на рис. 8.27) укладаються у вирізані в захисному шарі бетону пази, ширина яких на 20-30 мм більше, ніж ширина планки, а товщина дорівнює товщині самої планки. Вісь планок має збігатися з віссю арматури ригелів. Потім до планок приварюють горизонтальні пластини, які забезпечують напівохоплюючий хомут. Ці напівхомути заводяться з обох боків колони і з'єднуються зварюванням за допомогою стикових накладок. Для з'єднання з арматурою ригелів у горизонтальних пластинах вирізають автогеном прорізи шириною на 4-6 мм більше, ніж діаметр арматури, і вставляють в них стрижні.

Розрахунок перетину бічних планок, горизонтальних пластин та зварних швів повинен здійснюватися з урахуванням горизонтальних зусиль, що передаються на стик. Щоб забезпечити рівномірну передачу зусиль від горизонтальних листів на бічні планки, довжина з'єднувального шва між цими елементами повинна бути не менше половини відстані між бічними планками.

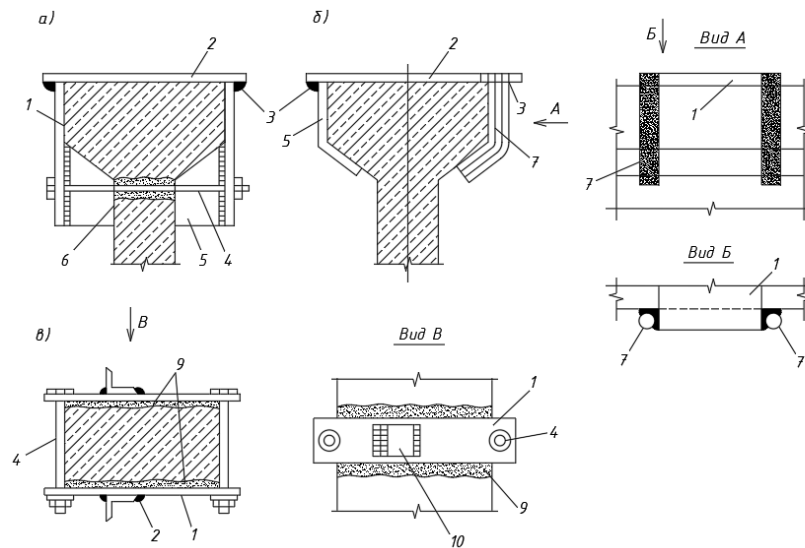


Рис. 8.28 – Установка дополнительных закладных деталей за допомогою хомутів: а - хомути з листової сталі на болтах; б - те ж, з тримачем з листової сталі; в - те ж, з тримачем з круглої сталі; 1 – бокові планки хомута; 2 - лицьова планка хомута; 3 - зварні шви; 4 - стяжний болт; 5 - ребра жорсткості; 6 - отвір в стінці балки для пропуску стяжного болта; 7 - стрижневий тримач; 8 - листовий тримач; 9 - борозна, пробита в поверхні бетону і залита цементним розчином; 10 - кутик для кріплення додаткових елементів.

Під час реконструкції існуючої залізобетонної конструкції часто потрібно закріплювати додаткову арматуру підсилення або встановлювати нові деталі. Для цього рекомендується пробурити в бетоні свердловини на глибину не менше 20 діаметрів арматури та закласти в них арматуру за допомогою епоксидного клею або цементно-піщаної суміші. Гладку або періодично профільовану арматуру можна закріплювати на горизонтальній, вертикальній або під кутом 45° до горизонту площинах бетону за допомогою епоксидного клею, але на цементно-піщаній суміші дозволяється лише на горизонтальній площині. На кінці арматури до анкерного коротишу приварюється шайба, а зачеканка свердловини здійснюється цементно-піщаною сумішшю, використовуючи спеціальний віброущільнювач. Анкерування стрижнів в тілі бетону повинно здійснюватись на відстані не менше 5 діаметрів один від одного та від грані бетону.

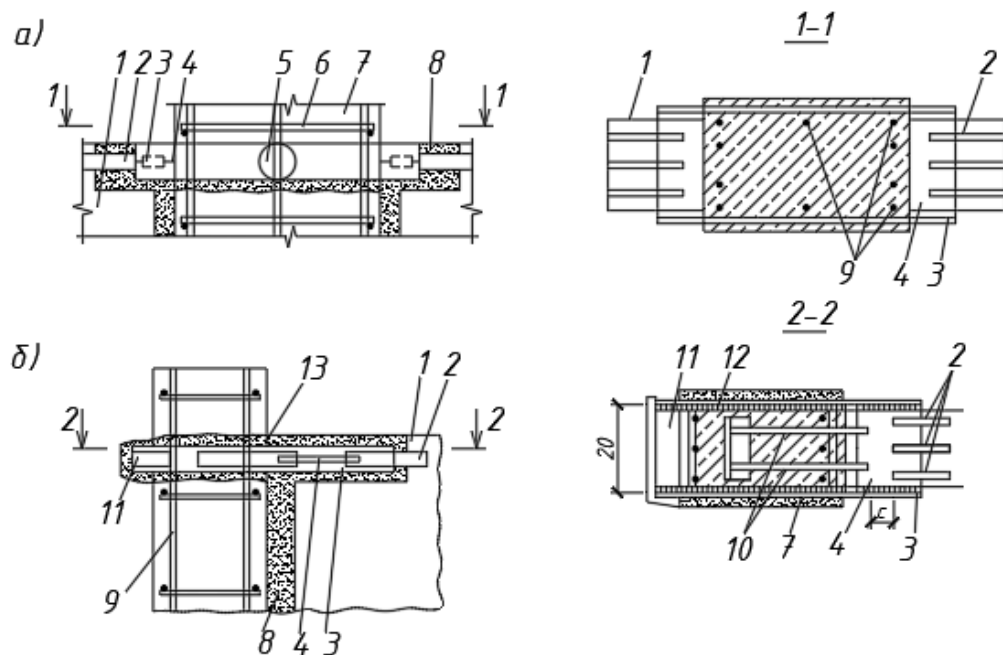


Рис. 8.29 – Підсилення стиків ригелів з колоною: а - при відсутності випусків арматури з колони; б - при недостатній кількості випусків арматури з колони; 1 - ригель; 2 - арматура ригеля; 3 - бічна планка хомута; 4 - горизонтальна планка хомута; 5 - стикова накладка; 6 - бічні пази, пробиті в бетоні і заповнені цементним розчином; 7 - колона; 8 - місця закладання розчином; 9 - поздовжня арматура колони; 10 - випуски арматури з колони; 11 - упорна планка; 12 - зварні шви; 13 - зазор для бетонування

8.9. Підсилення підкранових балок і безбалкових перекриттів

Існують різні способи підсилення залізобетонних підкранових балок, які можуть включати нарощування або часткову заміну старого бетону на новий, використання металевих елементів або комбінований підхід, що поєднує залізобетон та метал. При незначному пошкодженні полки таврової або двотаврової балки можна використовувати простий спосіб підсилення, який полягає в установці оздоблювальних куточків на високоміцних болтах.

При значному пошкодженні залізобетонної полиці можна використовувати металеву полицю з ребрами жорсткості, причому вона повинна бути надійно притягнута до балки, а порожнини між нею і верхньою поверхнею залізобетонної балки повинні бути заповнені цементно-піщаним розчином. Для значного підвищення міцності полки можна використовувати дисперсне армування бетону за допомогою сталевих фібр діаметром 0,2-0,5 мм в обсязі 1,5% від обсягу бетону (120 кг/м^3).

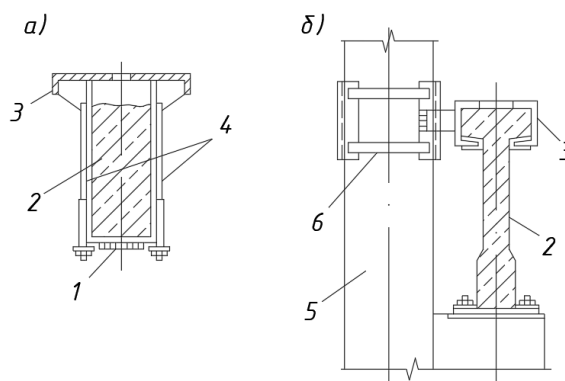


Рис. 8.30 – Підсилення підкранових балок:

1 - планка; 2 - балка що підсилюється; 3 - елемент підсилення полки; 4 - болт з гайкою; 5 - колона; 6 - хомут-обойма

Можливим способом ефективного підсилення підкранових балок є використання металевої обойми (зображено на рис. 8.31, б), виносних опор для скорочення проліту балки (див. рис. 8.32) та металевих шпренгелів. Ці методи можуть застосовуватися окремо або в комбінації, залежно від ступеня потрібного підсилення.

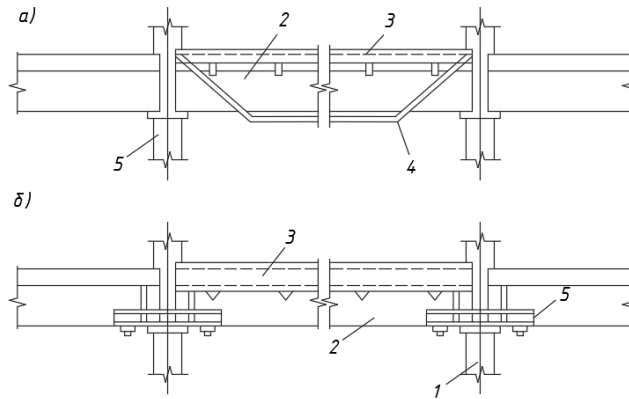


Рис. 8.31 – Підсилення підкранової балки шпренгелем (а) і виносними опорами (б): 1 - колона; 2 – балка що підсилюється; 3 - підсилення полки; 4 - шпренгель; 5 - виносна опора

Для підсилення капітелі безбалкового перекриття можна використовувати металевий просторовий шпренгель, який попередньо напружується. Шпренгель складається з двох замкнутих обв'язок з куточків, одна з яких підпирається на нижню залізобетонну або металеву обойму, а друга охоплює капітелі по периметру у верхній зоні. Також можна застосовувати чотири підкоси (див. рис. 8.32) для підсилення капітелі.

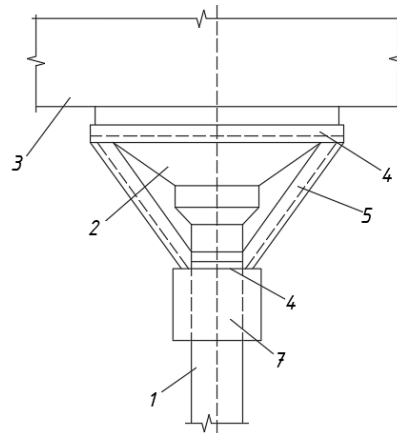


Рис. 8.32. Підсилення капітелей безбалкового перекриття:
1 - колона; 2 - капітель; 3 - плита перекриття; 4 - верхня обв'язка підсилення; 5 - підкоси; 6 - нижня обв'язка підсилення; 7 – обойма

Систему можна попередньо напружити, нагріваючи верхню обв'язку і приварюючи її елементи до підкосів у нагрітому стані. Для розрахунку шпренгелів використовують модель просторової статично визначної ферми з урахуванням додаткових навантажень, що діють на верхню поверхню перекриття.

9. ПІДСИЛЕННЯ МЕТАЛЕВИХ І ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

9.1. Методи підсилення металевих конструкцій

При нестачі несучої здатності окремих елементів, конструкцій або будівель їх підсилюють, забезпечуючи мінімальні втрати через зупинки технологічного циклу. Є можливість збільшення несучої здатності елементів зварних конструкцій, які піддаються розтягуванню, стисненню або вигину, шляхом збільшення перерізів, додаткової приварки деталей і збільшення жорсткості. Однак, нагрів елемента під час зварювання може знизити його несучу здатність, і ступінь зниження залежить від режиму зварювання, товщини та ширини елемента і напрямку зварювання. Зниження міцності не перевищує 15% для поздовжніх швів і може досягати 40% для поперечних швів. Тому забороняється накладення швів поперек елемента під навантаженням. Під час підсилення елементів під навантаженням, з метою запобігання втрати міцності через зварювання та перерозподілу напружень між елементами, це виконують при напруженні, що не перевищує $0,8R_y$, де R_y розрахунковий опір для сталі, з якої виготовлений елемент.

Підсилення стиснутих стійок

Щоб підсилити стислі сталеві стрижні, ефективним рішенням є використання попередньо напружених телескопічних труб та елементів з жорстких профілів. Метод полягає в тому, що з двох труб потрібного діаметру складається розвантажена попередньо напружена стійка, де зовнішня труба розтягнута, а внутрішня стиснута.

Для досягнення такого результату зовнішню трубу встановлюють в горизонтальне положення та приварюють фланець з центральним отвором діаметром 30-40 мм на один торець труби, а на відстані 2-3 м по осі зовнішньої труби встановлюють внутрішню трохи меншого діаметру. Потім зовнішню трубу нагрівають газовими пальниками до розрахункового подовження, вводять в неї внутрішню трубу та ошпарюють по всьому периметру вільного торця, щоб вони обжимались при охолодженні. Після цього такий попередньо

напружений елемент встановлюють поруч з посилюваною стійкою, підклинають під розвантажену конструкцію та розрізають зовнішню трубу в нижній частині по колу, щоб звільнити зусилля попереднього напруження у внутрішній трубі. Після цього зовнішня труба заварюється в перерізі розрізання та готова приймати додаткове навантаження на колону після підсилення. Цей метод також можна використовувати для підсилення відцентрово стиснутих елементів.

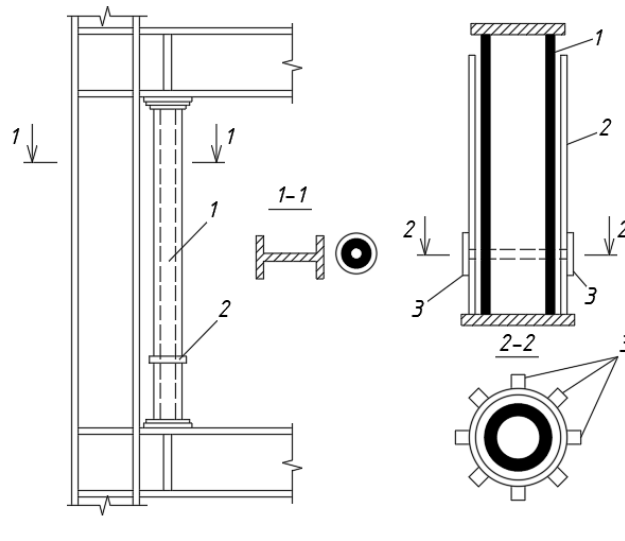


Рис. 9.1 – Підсилення попередньо напруженою стійкою:
1 - попередньо напружена стійка; 2 - зварні шви; 3 – накладки

Щоб підвищити жорсткість каркасів промислових будівель, ефективним способом є встановлення попередньо напружених тяжів і відтяжок. Однак, для встановлення відтяжок необхідні масивні анкерні пристрої та більша площа забудови, що може збільшити стискаючі зусилля в колонах. Замість відтяжок, ефективним варіантом є встановлення більш ефективних тяжів, які кріпляться до сусідніх стійких будівель. Ці зтяжки можуть бути натягнуті механічним, електротермічним або комбінованим способом, а їх ефективність може бути контрольована за допомогою зменшення зсуву верхніх вузлів каркаса при горизонтальних навантаженнях.

Для підвищення жорсткості поздовжніх і поперечних рам можливо встановити хрестові діагональні жорсткі зв'язки, або жорсткі розпірки (ригелі) в

поєднанні з діагональними розкосами, якщо встановлення затяжок не є можливим.

Щоб збільшити міцність і жорсткість металевих ригелів, можна підвести під них прокатні або зварні балки із приварюванням під навантаженням в нагрітому стані. У випадках, коли є обмежені габарити приміщень, підсилюючу балку встановлюють зверху, демонтують підлогу і приварюють її до верхньої полиці підсиленого ригеля в попередньо напруженому стані. Підсилюючі балки можуть бути жорстко закріплені в вузлах рами. Підвищення несучої здатності стропильних балок і ригелів перекриття можливо добитися влаштуванням суцільного залізобетонного настилу, жорстко зв'язаного з верхнім поясом балки. В цьому випадку жорсткість ригеля істотно підвищується, і його можна розглядати як таврову залізобетонну балку з жорсткою арматурою.

Найбільш часто потрібно підсилювати стислі сталеві елементи, і для цього традиційно використовують збільшення перетину за допомогою приварювання смуг, куточків та інших елементів без напруження. Однак цей метод має недоліки: підсилювальні елементи активуються пізніше, що знижує їх ефективність, і приварка може спричинити додаткові деформації стійки. Тому традиційні методи використовують, якщо тимчасове навантаження на стійку становить не менше 40% від постійного навантаження, а при підсиленні цього навантаження не має бути.

Підсилення стиснутих сталевих стійок може бути здійснене за допомогою збільшення перетину та скорочення вільної довжини ненапруженими елементами, з максимальним збільшенням радіусів інерції перерізу (рис. 9.2). При виконанні підсилення, навантаження на стійку не повинно перевищувати 50-60% розрахункового.

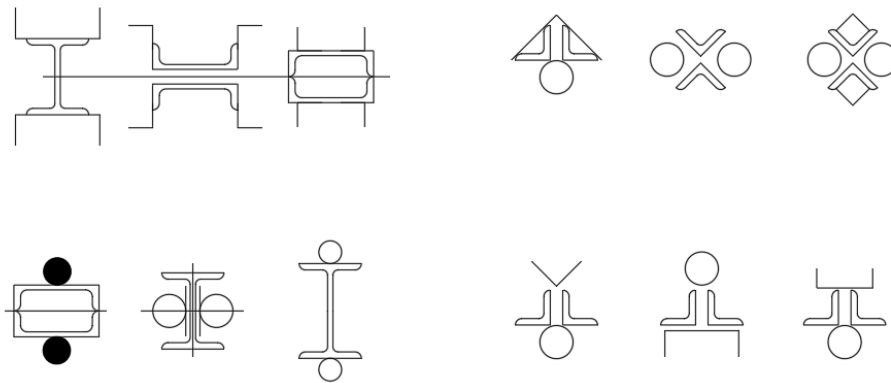


Рис. 9.2 – Схеми підсилення стійок ненапруженими елементами

Якщо елемент, який підсилюється, має невелику гнучкість, то ексцентриситет потрібно зменшувати, щоб запобігти зсуву. Але якщо гнучкість більша за 80, то ексцентриситет потрібно збільшувати, щоб забезпечити стійкість.

Підсилювальні елементи зазвичай приєднуються зварюванням. Зварювальний прогин для елементів, які будуть підсилюватися під навантаженням, є критичним фактором. Тому перед основним зваренням, підсилювальні елементи спочатку приварюють точковим зварюванням. Шпонкові шви, які зменшують деформації елементів, скорочують терміни зварювальних робіт і зменшують масу наплавленого металу, є більш вигідними.

Підсилення металевих балок зазвичай виконують збільшенням їх перетину. При цьому необхідно забезпечити їх розвантаження не менше ніж на 60% або встановити тимчасові додаткові опори. Під час проектування підсилення потрібно дотримуватися таких технологічних правил: обсяг зварювання повинен бути мінімальним, зварні шви слід розташовувати в зручних доступних місцях, необхідно уникати стельового зварювання, спочатку треба посилювати нижній пояс, а потім верхній, щоб уникнути прогину балки під час підсилення.

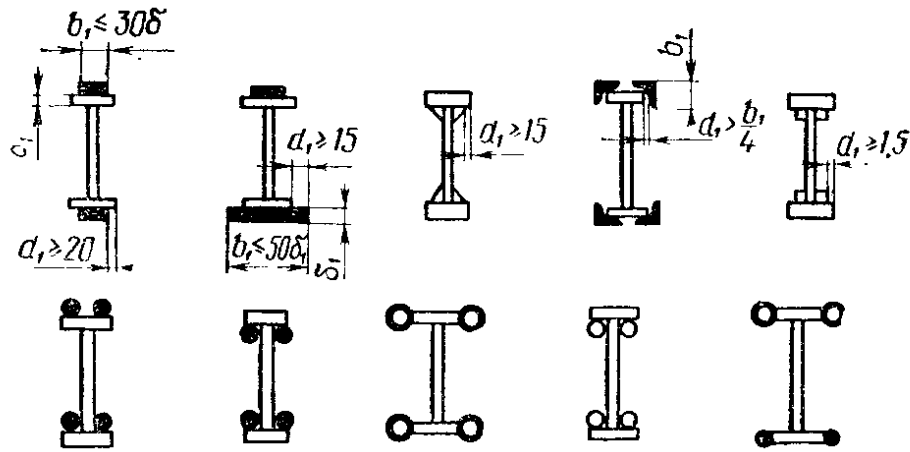


Рис 9.3 – Схеми підсилення балок симетричними накладками

Найпростіший спосіб підсилення балки - це використання симетричних накладок (рис. 9.3), але при цьому необхідно зварювати багато швів зверху. Якщо нижня накладка має велику ширину, можна уникнути стельових швів, але ширина накладки не повинна перевищувати 50δ , інакше на краях балки виникає значна концентрація напружень.

Для перевірки міцності та стійкості підсиленої балки проводять випробування як для цілого перетину, оскільки критичні зусилля не залежать від напружень, які існували до підсилення.

Для підвищення місцевої стійкості окремих ділянок стінки балки встановлюють короткі ребра жорсткості на цих ділянках (рис. 9.4).

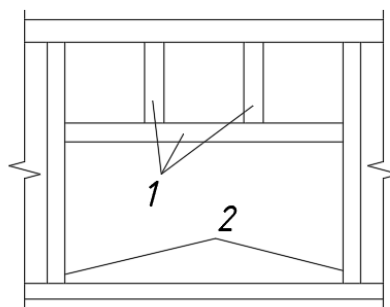


Рис. 9.4 – Місцеве підсилення балок:

1, 2 - ребра жорсткості

Натяжні пристрої є ефективним способом підсилення суцільних балок, оскільки вони забезпечують стабільну величину попереднього напруження, яке не залежить від характеристик анкерів та затяжок. Використання таких

пристроїв дозволяє регулювати зусилля попереднього напруження в нижньому поясі балки.

Один з варіантів підсилення можна побачити на рис. 9.5, де розпірні елементи виконані у вигляді секторів з гніздами, що утворюють з віссю розрізні шарніри, розташовані між скошеними торцями розпираємих балок, а натягувальний пристрій розміщується всередині колони. Цей спосіб є особливо ефективним при посиленні підкранових балок, оскільки він вимагає мінімальних зусиль і затрат на матеріали та роботу.

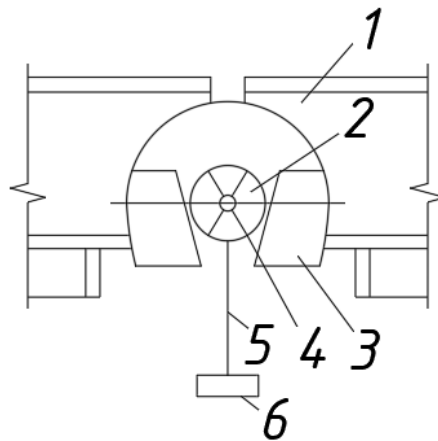


Рис. 9.5 – Схема розпірного пристрою:
1 - підсилююча балка; 2 - шарнір; 3 - упори; 4 - сектор;
5 - трос; 6 – вантаж

Підсилення ферм

Сталеві ферми можуть бути підсилені різними способами залежно від причин, що викликали потребу у підсиленні. Це може включати введення нових конструкцій, додавання додаткових елементів до решітки, зміну схеми конструкції та збільшення перерізів окремих елементів. Якщо інші способи підсилення не дають необхідного ефекту, то підведення нових конструкцій може бути використано.

Додаткові елементи решітки можуть зменшити гнучкість стрижнів у площині ферми, підсилити верхній пояс ферми на місцевий вигин і збільшити жорсткість і несучу здатність ферми в цілому. Перетин нижнього поясу зазвичай збільшують, щоб підсилити його. Верхній пояс може бути підсилено шпренгельною решіткою. Додаткова перехресна решітка може бути

встановлена, щоб підвищити несучу здатність і жорсткість ферми в цілому. Проте, коли додаткова решітка встановлюється, ферма стає статично невизначеною системою, що може привести до перерозподілу зусиль в елементах решітки. Таким чином, іноді може виникнути потреба в додатковому підсиленні окремих елементів решітки.

Найбільш поширені пошкодження стропильних ферм полягають у погнутості стрижнів решітки на велику висоту. Щоб зменшити це викривлення, можна збільшити перетин решітки або встановити попередньо напружені елементи. Також можна підсилити ферму шляхом встановлення третього пояса (шпренгельної системи) по всій висоті ферми або закріпити його в нижніх опорних вузлах, якщо допускає висота приміщення. Це може бути зроблено з високоміцних канатів, що дозволяє знизити матеріаломісткість підсилення. Стійки шпренгельної системи виконують з жорстких профілів. При підсиленні третього пояса потрібно забезпечити достатній переріз для сприйняття максимальних напружень при повному навантаженні ферми. Зусилля в різних елементах конструкції підсумовуються з зусиллями, що виникають при попередньому напруженні третього пояса, а також зусиллями від всіх навантажень, прикладених після підсилення.

Іншим способом підсилення ферм є встановлення висячих (вантових) систем, до яких підвішується посилювана конструкція. Цей спосіб ефективний, якщо ванти можна підвісити до поруч стоячих більш високих і стійких споруд.

Щоб підсилити ферми, можна використати світло аераційних ліхтарів, особливо в двох- і багатопролітних цехах, коли вони розташовані над колонами. Такий метод допомагає збільшити несучу здатність верхнього пояса ферми. Крім того, можна включити в роботу залізобетонні плити покриття, щоб підсилити верхній пояс ферми.

Підсилення з'єднань

Якщо зварні шви не мають достатньої міцності, їх можна підсилити, збільшивши їх довжину. Це слід робити за допомогою електродів E42, E42A або E46T діаметром не більше 4 мм зі силою струму не більше 220 А та

швидкістю, щоб розмір катета за один прохід не перевищував 8 мм. Для елементів з куточків нові шви слід накладати, починаючи з боку обушка від краю фасонки в напрямку існуючих швів. Перед подальшим зварюванням необхідно дочекатися охолодження попереднього шва до 100°C. Підсилення можуть виконувати тільки висококваліфіковані зварники, які мають розряд не менше 5-го. Підсилення клепаних з'єднань повинні здійснюватися високоміцними болтами з попереднім напруженням. Болти слід встановлювати від середини вузла до країв за допомогою тарувальних ключів для вимірювання крутних моментів. При установці нових болтів, які замінюють старі заклепки, потрібно розраховувати їх на повне навантаження. Зауважимо, що підсилення зварюванням не рекомендується через різну жорсткість зварних і болтових з'єднань.

9.3. Принципи підсилення дерев'яних конструкцій

Дерев'яні конструкції були широко використовувані в старих житлових та громадських будівлях, а також у рідких випадках - у промислових будівлях з нормальним рівнем температури та вологості. Основне застосування дерев'яних конструкцій - це зовнішнє покриття, що захищає від атмосферних вод, та міжповерхові перекриття. Досвід експлуатації показав, що дерев'яні конструкції забезпечують тривалий термін безпечної роботи (кілька десятків років), якщо правильно захищені від зволоження, мають належну систему провітрювання та захист від гниття. Хвойні породи найчастіше використовуються для дерев'яних конструкцій, тоді як тверді листяні породи використовуються для відповідальних деталей з'єднань (шпонки, нагелі, вкладиші). Некоректний захист від зволоження, погана термо- та пароізоляція, недостатня систематична просушка деревини, незадовільний захист від гниття та шкідливих комах можуть призвести до часткового або повного ремонту дерев'яних конструкцій.

Деревина починає гнити при вологості більше 25%, температурі між -3 та +35...70 °C, та зараженні грибками в застійному повітрі. Однак, будинкові грибки не розвиваються в сухій деревині з вологістю до 12% або в деревині, яка знаходиться в повітряно-сухому середовищі (15...18%). Дерев'яні конструкції,

що знаходяться у воді або на протязі, також не піддаються руйнуванню грибками. Для довготривалої та безпечної експлуатації дерев'яних конструкцій, необхідно створити відповідні температурно-вологісні умови навколо них. Якщо це не можливо з технічних чи інших причин, дерев'яні конструкції повинні бути оброблені антисептиками.

Антисептування проводять у весняний або літній період, коли личинки жуків підходять до поверхні деревини, що піддається руйнуванню. Для антисептування використовують водні розчини фтористого натрію, содового фтористого натрію, кремнефтористого натрію, кремнефтористого амонію, хлористого цинку, пасти на основі бітумних матеріалів, кузбаслак і т. д. Антисептики у вигляді водних розчинів застосовують для захисту дерев'яних конструкцій, які захищені від зволоження і вимиваючої дії води. Антисептичні пасти використовують для захисту дерев'яних конструкцій, які експлуатуються в умовах підвищеної вологості.

Для дерев'яних елементів, таких як вікна, двері та чисті підлоги, які не антисептуються, можна застосовувати нормальне (одноразове) антисептування за умови, що вологість навколишнього середовища не перевищує 25%, відсутній ризик зволоження та швидке висихання конструкцій забезпечено. При більш складних умовах експлуатації слід застосовувати підвищене (подвійне) антисептування.

Для захисту дерев'яних конструкцій від загоряння можна використовувати вогнезахисні суміші, такі як антипірени, які містять борну кислоту, буру, сульфат амонію та інші речовини. Для захисту зовнішніх поверхонь застосовують атмосферостійкі суміші, такі як ПХВ та парафін з пігментами, хлорлакойль, уайтспіріт, сурик тощо. При високій вологості (від 61 до 75%) слід використовувати вологостійку фарбу ХЛ-СЖ, сланцеву смолу, залізний сурик, а при вологості менше 60% - невологостійку хлоридну фарбу ХЛ-К, силікатну фарбу СК-Л, суперфосфатну обмазку і т.д.

У вогнезахисні склади можуть додаватися антисептики, щоб забезпечити комбінований захист дерев'яних конструкцій від загоряння та гниття.

Вентиляція дерев'яних конструкцій погіршується через відсутність якісних продухів або їх недостатнє використання жителями будинку, що призводить до інтенсивного гниття насамперед опорних частин несучих балок та чорної підлоги. Крім того, через погану теплоізоляцію кінці балок на північній стороні будівлі промерзають і звожуються від конденсату. Це зволоження перекриттів призводить до підвищення деформативності балок, їх гниття і зниження експлуатаційної надійності.

Для відновлення пошкоджених опорних частин окремих балок перекриттів використовують дві накладки з дощок замість обрізаного згнилого кінця. Перетин накладок повинен бути трохи більше, ніж перетин існуючої балки, і визначається розрахунком (див. рис. 9.6). При великому обсязі пошкоджень використовують пруткові протези, які виготовляють заздалегідь в майстернях. Для установки протезів під дефектні балки підводять тимчасові опори, розбирають дерев'яне перекриття по ширині на 75 см знизу і на 1,5 м зверху від стіни, спилюють пошкоджену ділянку балки по довжині близько 0,5 м, і заводять протез в опорну нішу, скріплюючи його з балкою цвяхами (див. рис. 9.6). Для опорних частин використовують швелери № 20-30 для балок міжповерхових перекриттів та № 12-16 для горищних перекриттів.

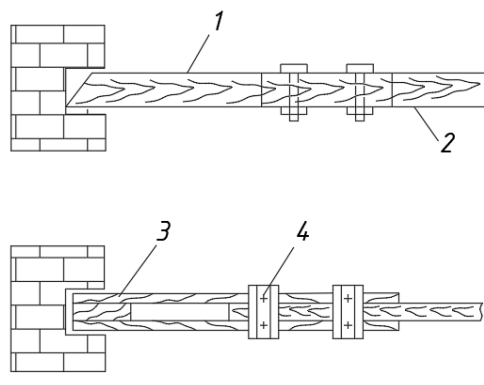


Рис. 9.6 – Підсилення опорної частини балки перекриття:

1 - накладки; 2 - посилювана балка; 3 - вкладиш; 4 - з'єднувальні елементи

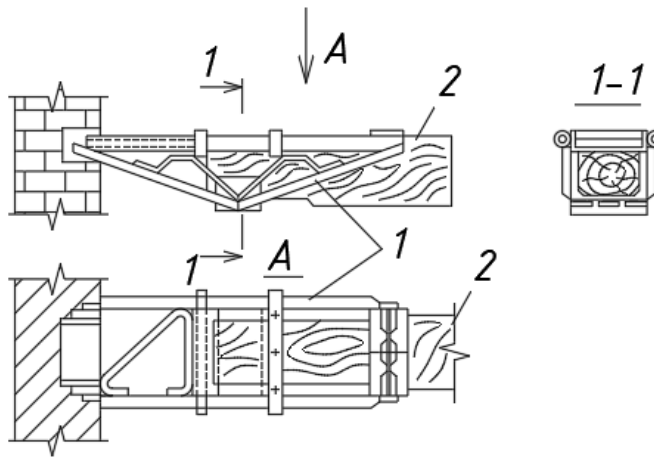


Рис. 9.7 – Підсилення балок перекриття прутковими протезами:

1 - прутковий протез; 2 - посилена балка

Необхідно негайно знищити деревину, яка була заражена грибком, шляхом спалювання. Для нової деревини необхідно забезпечити повітряно-сухе середовище та обробити її вогнезахисними речовинами та антисептиками.

При підвищених навантаженнях на дерев'яні балки з'являються поздовжні тріщини в середній зоні, які можуть виникнути і при усушці деревини.

Якщо дерев'яні перекриття мають незначні дефекти, то їх можна відновити за допомогою протезування, нарощування перерізу балок, часткової заміни чистої або чорної підлоги. Протезування застосовують, коли гниль або жучки уражують невеликі ділянки балок. Це полягає в тому, щоб уважно вирізати дефектну ділянку та встановити нову деревину на цвяхах (болтах). Місця підсилення повинні бути належним чином оброблені антисептиками.

При нарощуванні перетину балки для підсилення його, необхідно накласти на нього додаткові шари вздовж усієї довжини або на частині прольоту. Посилені елементи кріплять до існуючої балки за допомогою цвяхів або болтів.

Якщо перекриття дерев'яних балок недостатньої товщини, то можна використати надбалки або підбалки для підсилення. Ці елементи кріплять до посилюваної балки за допомогою вертикальних болтів. Для міжповерхових перекриттів, кінці посиленої балки піддають антисептизації і закладають в

стіни, а для горіщних перекриттів залишають відкритими зверху, проте утеплюють їх ефективним матеріалом. Елементи підсилення повинні бути відокремлені від кам'яної кладки (бетону) за допомогою прокладки з толя або руберойду.

У разі значних дефектів дерев'яних балок рекомендується їх перетворення на шпренгельні ферми, на балки складеного перерізу або повністю їх заміна шляхом встановлення нових балок поруч з пошкодженими.

Зазвичай ремонт дерев'яних покриттів пов'язаний з розладом вузлових з'єднань, які можуть виникнути через появу тріщин в місцях концентрації напружень, поздовжніх тріщин в кроквяних конструкціях через усушку деревини або перевантаження покрівлі, а також з гниттям дерев'яних конструкцій через погане провітрювання, замочування, неякісне антисептування тощо. Мауерлат і ділянки крокв, що примикають до нього, найчастіше схильні до гниття. При перевантаженні покрівлі можуть з'являтися розшарування деревини в кроквах в місцях кріплення затяжки.

Для заміни більш легкого покрівельного матеріалу на більш важкий (наприклад, металеву черепицю на азбестоцементні листи) потрібна реконструкція покрівлі, що передбачає збільшення ухилу крокв та їх перетину.

При незначних пошкодженнях гниллю, підсилення крокв можна здійснити за допомогою протезування або нарощування. У разі необхідності збільшення ухилу, можна встановити нові крокви, які з'єднують з існуючими стійками та підкосами (див. рис. 11.10). Якщо є середня стіна, можна збільшити несучу здатність крокв, встановивши додаткові підкоси, а в разі її відсутності - застосувати другий за висотою затяг або шпренгель.

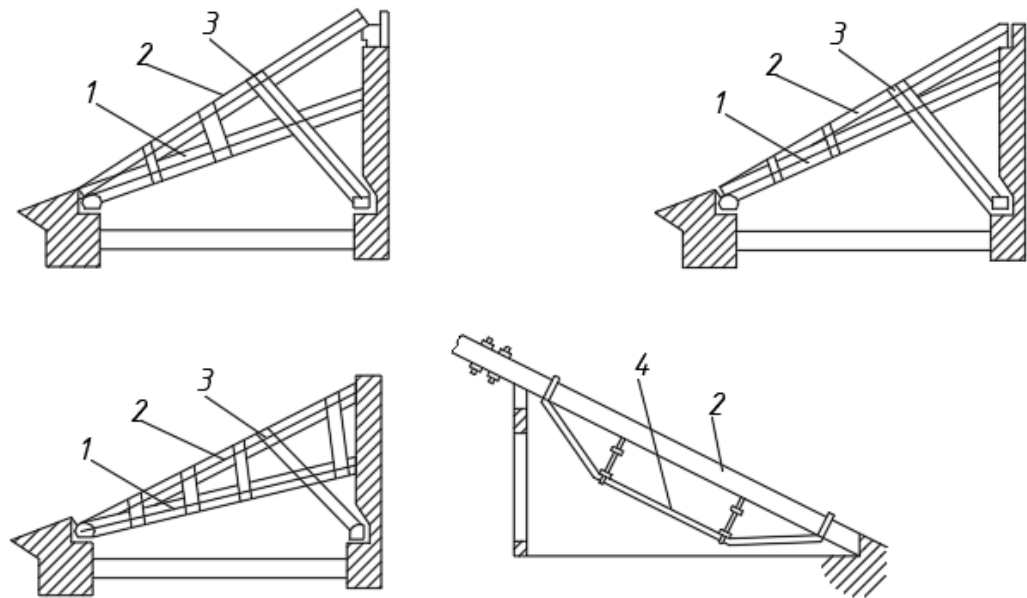


Рис. 9.8 – Підсилення дерев'яних крокв:

1 - посилені крокви; 2 - нові крокви; 3 - підкоси; 4 – шпренгель

Металеві хомути на болтах застосовуються для стягування поздовжніх тріщин в кроквах. Для підсилення стропильних ферм усіх типів із дефектами застосовуються різні методи в залежності від їх характеру:

- при загніванні опорних кінців ферм видаляють небезпечну зону, замінюючи її протезами;
- при недостатній несучій здатності стику нижнього пояса (розтягнутого розкосу) встановлюють додаткові накладки або розтягуючі тяжі між вузлами ферм;
- при втраті стійкості верхнього пояса або стиснутих елементів решітки встановлюють додаткові зв'язки або збільшують переріз елементів, прикріплюючи до них за допомогою болтів чи цвяхів додаткові бруски або дошки.

Методи підсилення дерев'яних арок і рам залежать від типу конструкції і виявлених дефектів. Для підсилення гнутих арок можна використати простий метод з обшивкою, складеною з двох шарів дощок, які кріпляться до вертикальних поверхонь арок за допомогою цвяхів. Кружальні арки можна підсилити, встановивши поруч зі старою аркою нову з косяків і закріпивши її цвяхами або болтами.

Можна підвищити міцність гнутих арок, перетворивши їх на метало-дерев'яні ферми (див. рис. 9.9). У дощато-цвяхових та клеєфанерних рамах поширеним дефектом є випинання нижніх поясів у карнизних вузлах. Після того, як рами розвантажуються, нижні пояси виправляються та підсилюються за допомогою парних накладок або нашивки фанерних діагональних фасонок.

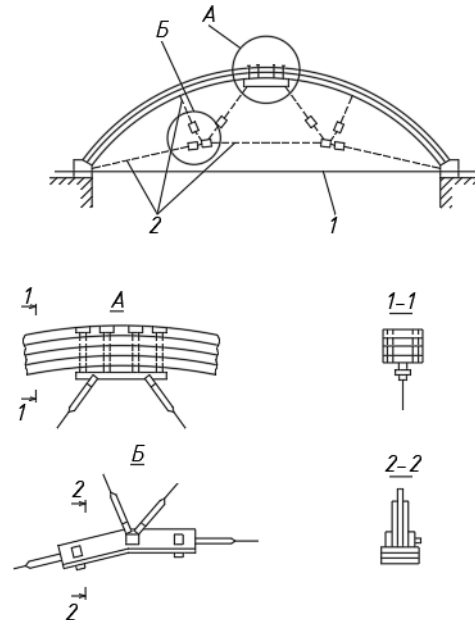


Рис. 9.9 – Підсилення гнутих арок:

1 - затяжка; 2 - ферма підсилення

Розкріплення в'язями повинно бути застосовано для посилення стиснутих поясів, які суміжні з рамами. Для підсилення нижніх розтягнутих поясів рам можна використовувати парні накладки або металеві тяжі. Щодо тонкостінних просторових дерев'яних склепінь оболонки, то їх можна підсилити шляхом пришивання додаткового кільцевого настилу з рейок на поверхню купола або встановленням ребер жорсткості всередині. Ребра підсилення повинні упиратися в нижнє розтягнуте кільце зі сталі і в верхнє стисле кільце з дерев'яних кружальних косяків, щоб перетворити тонкостінну куполооболочку на ребристий купол. При заміні загнилої дощатої обшивки склепінь на нову, необхідно звернути увагу на невеликі ділянки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: Навчальний посібник. Київ : «Центр навчальної літератури», 2004. 304 с.
2. Морковська Н.Г. Конспект лекцій з курсу «Обстеження, ремонт і реконструкція будинків міського господарства» (для студентів 5-6 курсу всіх форм навчання спеціальності 7.06010103, 8.06010103 «Міське будівництво і господарство»). Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Харків : ХНАМГ, 2012. 62 с.
3. Барашиков, В.О. Гоїлко, О.М. Малишев А.Я. Технічна експлуатація будівель і міських територій: підручник. Київ : Вища школа, 2000. 112 с.
4. Рекомендації з обстеження і оцінки технічного стану житлових будинків перших масових серій. Держбуд України. Київ, 2000. 28 с.
5. Вахненко П.Ф., Вахненко В.П., Клименко Є.В. та ін. Реконструкція будівель і споруд агропромислового комплексу / за ред. П.Ф. Вахненка. Київ : Урожай, 1994. 296 с.
6. Губій М.М., Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: Навч. посібник. Полтава: Полтавський держ. техн. ун-т імені Юрія Кондратюка, 2000. 147 с.
7. Панченко В.О. Технологія зведення, ремонту і реконструкції спеціальних споруд: Підручник. Харків: ХНАМГ, 2007. 327 с.
8. Котляр М.І. Конспект лекцій з курсу "Технологія зведення будівель та споруд і технологія реконструкції" (для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності 7.06010101, 8.06010101 "Промислове та цивільне будівництво" та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.06010101 "Промислове та цивільне будівництво"). Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Харків : ХНАМГ, 2013. 109 с.
9. Кушнарюк Ю.Г. та ін. Довідник з технології капітального ремонту житлових і громадських будівель. Київ : Будівельник, 1989. 256 с.
10. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 01-01-2019]. Вид.офіц.

Київ : Мінрегіон України, 2018. 36 с.

11. Рекомендації з обстеження і оцінки технічного стану житлових будинків перших масових серій / Держбуд України. Київ, 2000. 28 с.

12. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. [Чинний від 01-01-2016]. Вид.офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 56 с.

13. Барашиков А.Я., Гоїлко В.О., Малишев О.М. Технічна експлуатація будівель і міських територій : Підручник. Київ: Вища школа, 2000. 112 с.

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

15. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд / Держкомітет будівництва, архітектури та Держнаглядохоронпраці України. Київ, 1997. 145 с.

16. Положення про систему технічного обслуговування, ремонту та реконструкції житлових будівель в містах і селищах України. КДП 204/12 Україна 193-91. (Додаток до наказу Держжитло-комуналгоспу України від 31.12.1991 р., № 135). Київ, 1992. 42 с.

17. Рекомендації щодо посилення залізобетонних конструкцій будівель та споруд, що реконструюються / Харківський ПромстроїНІПроект. Харків, 1985.

18. Сердюков В.М., Грібенко А.Г., Кривелєв А.І. Випробування споруд. Київ, 1976.

19. Тетіор А.Н., Помаранча В.Н. Обстеження і випробування споруд. Київ, 1988.

20. Беляков Ю.І., Сніжко Л.П. Реконструкція промислових підприємств. Київ: Вища школа, 1988. 256 с.

21. Реконструкція будівель і споруд агропромислового комплексу / П.Ф. Вахненко, В.П. Вахненко, Є.В. Клименко та ін.; За ред. П.Ф. Вахненка. Київ: Урожай, 1994. 296 с.

22. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. [Чинний

від 01-01-2014]. Вид.офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 205 с.

23. ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. [Чинний від 01-08-2019]. Вид.офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 28 с.

24. ДСТУ Б В.2.7-220:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. [Чинний від 22-12-2009]. Вид.офіц. К.: Мінрегіон України, 2010. 109 с.

25. ДСТУ Б В. 2.7-176:2008 Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови (EN 206-1:2000, NEQ). [Чинний від 01-04-2010]. Вид.офіц. Київ : Мінрегіон України, 2010. 109 с.

26. ДСТУ Б В. 2.7-61:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ). [Чинний від 01-07-2009]. Вид.офіц. Київ : Мінрегіон України, 2009. 45 с.

27. ДСТУ Б В.2.6-199:2014 Конструкції сталеві будівельні. Вимоги до виготовлення. [Чинний від 01-04-2014]. Вид.офіц. Київ : Мінрегіон України, 2014. 27 с.

28. ДСТУ Б В.2.6-193:2013 Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування. [Чинний з 01-01-2014]. Київ : Мінрегіон України, 2014. 54 с.

29. ДСТУ Б В.2.6-208:2015. Захист дерев'яних будівельних конструкцій від корозії. Класифікація агресивних середовищ. [Чинний з 01-10-2016]. Київ : Мінрегіон України, 2016. 46 с.

30. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. [Чинний з 01-09-2011]. Київ : Мінрегіон України, 2011. 107 с.

31. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. [Чинний з 02-08-2018]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 42 с.

32. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. [Чинний з 01-06-2011]. Київ : Мінрегіон України, 2011. 123 с.

33. ДСТУ Б В.2.7-36:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені стінові безцементні. Технічні умови. [Чинний з 01-01-2010]. Київ : Мінрегіон України,

2010. 28 с.

34. Ольков Я.І. Оптимізація та вибір раціональних конструктивних форм металевих конструкцій. *Матеріали VII Укр. наук.-техн. конф. «Металеві конструкції»*. Дніпро, 2000. С. 105–108.

35. Вахненко П.Ф., Горик О.В., Довженко О.О., Клименко Є.В., Микитенко С.М., Павліков А.М. Метрологія, стандартизація, контроль якості та випробування в будівництві. Полтава: Полтавський державний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2000. 224 с.

36. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). [Чинний з 01-04-2012]. Київ : Мінрегіон України, 2012. 126 с.

37. Лободанов М.М., Вегера П. І., Бліхарський З.Я. Аналіз основних методів дослідження впливу пошкоджень на несучу здатність в залізобетонних елементах. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. Рівне. 2018. Вип. 36. pp. 389-396.

38. Результати обстежень несучих конструкцій будівель виробничої бази будівельно-монтажного управління / С.Ф. Пічугін, О.В. Семко, Г.М. Трусов, В.М. Бібік, А.В. Гасенко, Ю.Є. Патенко. *Зб. наук. пр. «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди»*. Рівне : НУВГтаП, 2011. Вип. 21. С. 517–524.

39. Пічугін С.Ф., Семко О.В., Бібік В.М., Трусов Г.М., Бібік М.В., Гасенко А.В. Особливості зміни зусиль в елементах сталевих каркасів промислової будівлі за 80 років експлуатації. *Вісник ОДАБА*. – Одеса: Зовнішнєрекламсервіс, 2015. Вип. 61. С. 339 – 346.

40. Пічугін С.Ф., Семко О.В., Трусов Г.М., Бібік В.М., Гасенко А.В. Типові пошкодження несучих конструкцій складських і виробничих будівель та шляхи запобігання їх утворення. *Зб. наук. пр. «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди»*. Рівне : НУВГтаП, 2012. Вип. 23. С. 715–720.

41. Семко О.В., Гасенко А.В. Небажаний перерозподіл зусиль в пошкоджених будівельних конструкціях та заходи щодо його усунення. *Тези*

доповідей всеукраїнського науково-практичного форуму «ПЕРЕМОЖЕМО – ВІДБУДУЄМО!» (м. Дніпро, 29–30 червня 2022 р.). Дніпро : ДВНЗ ПДАБА, 2022. С. 91–93.

42. ДСТУ EN 10002-1:2006. Матеріали металеві. Випробування на розтяг. Частина 1. Метод випробування за кімнатної температури. [Чинний з 01-07-2008]. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 34 с.

43. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. [Чинний від 01-04-2017]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 44 с.

44. ДСТУ Б В.2.6-210:2016. Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються. [Чинний від 01-01-2017]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 53 с.

45. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. [Чинний від 01-09-2010]. Вид. офіц. Київ : НДІБК, 2010. 34 с.

46. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 01-06-2017]. Вид. офіц. Київ : УкрНДІЦЗ, 2016. 17 с.

47. ДСТУ 2272:2006. Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 01-07-2007]. Вид. офіц. Київ : УкрНДІПБ, 2007. 31 с.

48. ДСТУ Б В.2.7-47-96 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення морозостійкості. Загальні вимоги. [Чинний від 01-04-1997]. Вид. офіц. Київ : УкрНДІПБ, 1997. 15 с.

49. ДСТУ Б В.3.1-2:2016 Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. [Чинний від 01-04-2017]. Вид. офіц. Київ : УкрНДІПБ, 2017. 15 с.

50. Гасенко А.В., Кириченко В.А., Крупченко О.А. Чисельні дослідження напружено-деформованого стану пошкоджених залізобетонних ребристих плит покриття. *Зб. наук. пр. ПолтНТУ «Галузеве машинобудування, будівництво»*. Полтава, 2013. Вип. 4 (39). С. 78–83.

51. Гриневич Є.О. Підсилення залізобетонних балок локальним обтисненням

додатковою зовнішньою арматурою [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.01 "Будівельні конструкції, будівлі та споруди" / Є.О. Гриневич. Харків, 2004. 16 с.

52. Вегера П.І., Хміль Р.Є., Бліхарський З.Я. Аналіз основних методів підсилення композитними матеріалами похилих перерізів згинаних залізобетонних елементів. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. Рівне. 2016. Вип. 32. С. 443–450.

53. Губій М.М., Ахметнабієв Р.М. Проектування ремонту й підсилення будівель та споруд із застосуванням сучасних матеріалів і технологій. Харків: „Тимченко”, 2007. 192 с.

54. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування. [Чинний від 01-09-2010]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 97 с.

55. Каржинерова Т.І., Гриневич Є.О. Досвід перетворення промислових будівель і територій в цивільні об'єкти. *Науковий вісник будівництва*. Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2020. №2. Т. 100. С. 163–169.

56. Каржинерова Т.І., Гриневич Є.О. Інноваційні прийоми апгрейда та реконструкції будівель. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2020. №3. Т. 101. С. 79–86.

57. ДСТУ Б В.2.7-36:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені стінові безцементні. Технічні умови. [Чинний від 01-01-2010]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 28 с.

58. ДСТУ-Н Б EN 1996-1-1:2010 Єврокод 6. Проектування кам'яних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила для армованих та неармованих кам'яних конструкцій (EN 1996-1-1:2005, IDT). Зміна № 1. [Чинний від 17-05-2010]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 203 с.

59. ДСТУ Б В.2.6-207:2015 Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій будівель та споруд. [Чинний від 27-12-2015]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2015. 364 с.

60. ДБН В.2.6-161:2017 Дерев'яні конструкції. Основні положення. [Чинний

від 27-12-2015]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 117 с.

61. Клименко Є.В., Антонюк Н.Р., Кос Ж.В. Несуча здатність залізобетонних елементів, пошкоджених при експлуатації. *Наука та будівництво*. 2018. № 2 (16). С. 18–24.

62. Лободанов М.М., Вегера П. І., Бліхарський З.Я. Аналіз основних методів дослідження впливу пошкоджень на несучу здатність в залізобетонних елементах. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. Рівне. 2018. Вип. 36. pp. 389-396.

63. Гасенко А.В., Фенко О.Г, Кириченко В.А Визначення величини фізико-механічних характеристик зразків бурильних труб до та після їх роботи в корозійному середовищі. *Тези 71-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету*. Том 1. (Полтава, 22 квітня – 17 травня 2019 р.). Полтава: ПолтНТУ, 2019. С. 268–269.

64. Пічугін С.Ф., Семко О.В., Трусов Г.М., Бібік В.М., Гасенко А.В Типові пошкодження несучих конструкцій складських і виробничих будівель та шляхи запобігання їх утворення. *Зб. наук. пр. «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди»*. Рівне : НУВГтаП, 2012. Вип. 23. С. 715–720.

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

РЕКОНСТРУКЦІЯ ТА РЕМОНТ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

УКЛАДАЧІ:

ДАРІЄНКО Віктор Вікторович

кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельні дорожні машини і
будівництво Центральноукраїнського національного технічного університету

ДЖИРМА Станіслав Олександрович

кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельні дорожні машини і
будівництво Центральноукраїнського національного технічного університету

СКРИННІК Іван Олександрович

кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельні дорожні машини і
будівництво Центральноукраїнського національного технічного університету

Портнов Геннадій Давидович

кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельні дорожні машини і
будівництво Центральноукраїнського національного технічного університету

Настоящий Владислав Анатолійович

кандидат технічних наук, професор кафедри будівельні дорожні машини і
будівництво Центральноукраїнського національного технічного університету

Електронне видання

© Центральноукраїнський національний технічний університет. 2023

© Дарієнко В.В., Джирма С.О., Скриннік І.О., Портнов Г.Д., Настоящий В.А.