



У підручнику розглянуто основні питання діагностики, паспортизації, підсилення і відновлення будівель та інженерних споруд. Зокрема, задачі та етапи обстеження, дефекти і пошкодження, оцінка технічного стану конструкцій та будівель і споруд в цілому, їх паспортизація. Подано конструктивні рішення по підсиленню та відновленню основ і фундаментів, залізобетонних, кам'яних та армокам'яних, металевих і дерев'яних конструкцій будівель та інженерних споруд.



ДІАГНОСТИКА, ПАСПОРТИЗАЦІЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ І ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

Бабич Є.М.,
Караван В.В.,
Бабич В.Є.

ДІАГНОСТИКА, ПАСПОРТИЗАЦІЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ І ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД





Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування

Є. М. Бабич, В. В. Караван, В. Є. Бабич

**ДІАГНОСТИКА, ПАСПОРТИЗАЦІЯ
ТА ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ
І ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД**

Підручник

*Затверджено
Вченою радою Національного університету
водного господарства та природокористування
як підручник для здобувачів вищої освіти за спеціальністю
«Будівництво та цивільна інженерія»*

Рівне 2018



*Затверджено Вченою радою Національного університету
водного господарства та природокористування
(протокол № 4 від 22 червня 2018 р.).*

Рецензенти:

Клименко Є. В., доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, проректор з наукової роботи Одеської державної академії будівництва та архітектури;

Кундрат М. М., доктор технічних наук, професор, професор кафедри мостів і тунелів, опору матеріалів і будівельної механіки Національного університету водного господарства та природокористування;

Шваб'юк В. І., доктор технічних наук, професор, професор кафедри технічної механіки Луцького національного технічного університету.

Є. М. Бабич, В. В. Караван, В. С. Бабич

Б 58 **Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд: Підручник.** – Рівне: Волинські береги, 2018. – 176 с.

ISBN 978-966-416-583-6

У підручнику розглянуто основні питання діагностики, паспортизації, підсилення і відновлення будівель та інженерних споруд. Зокрема, задачі та етапи обстеження, дефекти і пошкодження, оцінка технічного стану конструкцій та будівель і споруд в цілому, їх паспортизація. Подано конструктивні рішення по підсиленню та відновленню основ і фундаментів, залізобетонних, кам'яних та армокам'яних, металевих і дерев'яних конструкцій будівель та інженерних споруд.

УДК 624.01



ЗМІСТ

Вступ	5
1. Технічний стан, мета і задачі діагностування та паспортизації будівель і інженерних споруд	8
1.1. Основні вимоги до будівель і інженерних споруд	8
1.2. Поняття та категорії технічного стану конструкцій, будівель і інженерних споруд	9
1.3. Зміна технічного стану будівель і інженерних споруд під час експлуатації.....	14
1.4. Мета і завдання діагностування й паспортизації будівель і інженерних споруд	21
1.5. Види технічних оглядів конструкцій будівель та інженерних споруд	22
1.6. Організація і виконання діагностування та паспортизації будівель і інженерних споруд.....	24
1.7. Охорона праці при обстеженні будівельних Конструкцій	27
2. Характерні пошкодження будівельних конструкцій, будівель та інженерних споруд	28
2.1. Осадкові деформації та загальні пошкодження будівель і інженерних споруд	28
2.2. Корозія будівельних матеріалів і конструкцій	33
2.3. Характерні пошкодження кам'яних конструкцій.....	38
2.4. Особливості пошкоджень залізобетонних конструкцій ...	43
2.5. Пошкодження металевих конструкцій.....	51
2.6. Пошкодження конструкцій із деревини.....	58
2.7. Пошкодження конструкцій фундаментів.....	61
2.8. Характерні місця виникнення пошкоджень в будівлях....	62
2.9. Пошкодження і руйнування інженерних споруд	65
3. Діагностування будівельних конструкцій, будівель та інженерних споруд	72
3.1. Етапи обстеження технічного стану будівельних конструкцій, будівель та інженерних споруд	72
3.2. Інженерні вишукування при обстеженні будівель та інженерних споруд.....	76
3.3. Аналіз території ділянки забудови	78



3.4. Діагностування технічного стану будівельних конструкцій, будівель та інженерних споруд	78
3.5. Оцінювання впливу корозійного зношення на технічний стан будівельних конструкцій.....	91
3.6. Оцінювання технічного стану конструкцій будівель та інженерних споруд за деформаціями.....	97
3.7. Оцінювання пошкоджень залізобетонних конструкцій....	99
3.8. Оцінювання пошкоджень кам'яних конструкцій.....	101
4. Паспортизація будівель та інженерних споруд	104
5. Підсилення та відновлення конструкцій будівель та інженерних споруд	112
5.1. Підсилення основ та фундаментів	114
5.2. Підсилення та відновлення кам'яних конструкцій	121
5.3. Підсилення та відновлення залізобетонних конструкцій.....	129
5.4. Підсилення та відновлення дерев'яних конструкцій.....	151
5.5. Підсилення та відновлення металевих конструкцій	157
Питання для самоконтролю.....	167
Рекомендована література.....	170
Предметний покажчик	174



ВСТУП

Штучні будівельні об'єкти, зведені людиною для забезпечення свого існування і своєї діяльності, називають спорудами. За своїми функціональними призначеннями споруди поділяють на будівлі, які призначені для того чи іншого виду людської діяльності (цивільні, промислові, сільськогосподарські) та інженерні споруди, які мають спеціальні призначення для виконання суто технічних завдань (водонапірні башти та резервуари, силосні корпуси та бункери, димові труби та опори ліній електропередач, підземні канали та тунелі тощо).

Соціальний і економічний розвиток суспільства залежить від наявності сучасної системи господарювання та її удосконалення. Одним із вирішальних чинників є якість технічної експлуатації основних фондів, до яких належать будівлі і інженерні споруди. Будівельний фонд України має велику різноманітність забудови, яка пов'язана з національними, історичними та територіально-кліматичними факторами. У багатьох містах розташовані центри, комплекси унікальних історичних ансамблів, які включають цивільні, виробничі, культові будівлі, а також інженерні споруди, що зведені в різні часи за різними технологіями.

Всі будівлі і інженерні споруди в період запланованого терміну експлуатації повинні виконувати своє функціональне призначення, бути надійними і довговічними, створювати безпечні умови проживання, праці та відпочинку людей. Придатність будівель і інженерних споруд до нормальної експлуатації оцінюється їхнім технічним станом, тобто показниками якості, які передбачені проектом. Нажаль, в силу різних причин (фізичне зношення, природні і техногенні впливи тощо), якісні показники будівель і інженерних споруд порівняно з проектними в часі погіршуються, що може призвести до їх непридатності та руйнування в процесі експлуатації.

Наразі відбувається як зведення нових, так і реконструкція існуючих будівель і інженерних споруд. При цьому вони мають різну ступінь зношеності, а тому потребують оцінювання їхнього дійсного технічного стану на основі діагностики.



Рішення про можливість реконструкції та відновлення приймаються на підставі складених технічних паспортів на будівлі і інженерні споруди, в яких докладно наводяться дані про технічний стан окремих конструктивних елементів та будівель і інженерних споруд в цілому.

В нашій країні надається велика увага збереженню та відновленню будівельного фонду, для чого створена необхідна нормативна база. Зокрема всі вимоги до діагностики та паспортизації регламентуються Постановою Кабінету Міністрів України № 409 від 5.05. 1997 р. «Про забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж», а також ДСТУ–Н Б В.1.2-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану». На виконання постанови розроблені відомчі правила щодо обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд.

Діагностування та паспортизація будівель і інженерних споруд виконуються для визначення та документування у встановлений термін їхнього технічного стану та придатності до подальшої експлуатації, а також для прийняття рішень про відновлення або підсилення окремих конструктивних елементів чи будівлі в цілому.

Навчальним планом підготовки магістрів за спеціальністю «Промислове і цивільне будівництво» передбачено вивчення навчальної дисципліни «Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд», яка базується на теоретичних знаннях та практичних навичках бакалаврів з основ проектування і зведення будівель і інженерних споруд на основі нормативних документів. Відомо, що на стадії проектування задаються всі показники якості будівель і інженерних споруд, які в процесі експлуатації через виникнення пошкоджень і зношення можуть суттєво знижуватися і впливати на придатність їх до нормальної експлуатації. Питання як виявити пошкодження, оцінити їхній вплив на зміну технічного стану в часі, як скласти технічний паспорт на будівлі та споруди і розробити конструктивно-технологічні заходи щодо подальшої їхньої експлуатації є предметом вивчення навчальної дисципліни «Діагностика,



паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд». Тому введення такої дисципліни в навчальний план та опанування її положеннями для фахівців будівельного напрямку вкрай необхідне для їх практичної діяльності.

Навчальна дисципліна «Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд» має комплексний характер, вона є логічним продовженням фахових дисциплін для освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра і має на меті допомогти студентам, які навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем магістр, опанувати теоретичними основами, методами та засобами діагностики будівель і споруд, набутти практичних навичок з виконання обстежень, складання технічного паспорта та проектування відновлення і підсилення будівельних конструкцій.

Зважаючи на те, що у вищих навчальних закладах не ведеться підготовка спеціалістів з діагностики і паспортизації будівель та інженерних споруд, а також недостатньо нормативної та наукової літератури, створення навчальної літератури, практичних посібників та підручників є актуальною і невідкладною задачею. Навчальна література, яка б в комплексі охоплювала всі наведені питання, відсутня, а тому даний підручник з названої дисципліни представляється вперше.

Автори висловлюють щире вдячність рецензентам доктору технічних наук, професору Клименко Є. В., доктору технічних наук професору Кундрату М. М. та доктору технічних наук, професору Шваб'юку В. І., які в процесі рецензування високо оцінили підручник та висловили побажання, врахування яких сприяло підвищенню наукового та методичного його рівня.



1. ТЕХНІЧНИЙ СТАН, МЕТА І ЗАДАЧІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ПАСПОРТИЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

1.1. Основні вимоги до будівель і інженерних споруд

Основні вимоги до будівель і інженерних споруд залежать від їхнього функціонального призначення та визначаються відповідними нормативними документами стосовно проектування та експлуатації. Усі будівлі та інженерні споруди повинні відповідати таким загальним вимогам:

- мати високу надійність протягом усього часу експлуатації;
- мати необхідні механічний опір та стійкість;
- зберігати показники експлуатаційної придатності в установлених межах;
- мати належний архітектурний вигляд, відповідний функціональному призначенню та розміщенню в комплексі забудови населеного пункту;
- бути зручними і безпечними в експлуатації;
- мати необхідні засоби пожежогашіння;
- бути простими в технічному обслуговуванні та допускати виконання поточних та капітальних ремонтів;
- бути ремонтпридатними, тобто мати конструкції пристосовані до виконання всіх видів обслуговування та ремонту без руйнування суміжних елементів;
- бути економічними в експлуатації.

Згідно з ДБН В.1.2-6-2008 підтвердження основної вимоги щодо механічного опору і стійкості будівельних об'єктів ґрунтується на концепції граничних станів із використанням відповідних моделей для розрахунку та, у разі необхідності, випробувань, якими враховуються всі відповідні змінні. Розрахункові моделі повинні бути досить точними, щоб передбачити роботу конструкції з урахуванням мінімальної стандартної якості виконання робіт та надійності інформації, на якій ґрунтується проект, і припущенні щодо технічного обслуговування.



Для конкретних будівель і інженерних споруд можуть встановлюватися додаткові специфічні вимоги. В житлових будинках додатково вимагається, щоб запроєктована конструктивна схема забезпечувала її загальну стійкість за дії ненормованих локальних руйнуючих навантажень на окремі несучі конструкції, як мінімум на час, необхідний для евакуації людей (різного характеру вибухи, пожежі, падіння важких предметів тощо). Для промислових будівель нормами проектування встановлені вимоги забезпечення просторової жорсткості. Для силосів, силосних корпусів і бункерів встановлені такі специфічні вимоги: внутрішні поверхні стін повинні бути захищені від стирання за руху в них сипучих; завантажувальні та розвантажувальні пристрої не повинні викликати порушень в технічному стані конструкцій; нахил стін призматичної частини повинен сприяти вільному розвантаженню сипучих матеріалів; розвантажувальні лійки повинні бути надійно закріплені і не повинні допускати порушень цілісності в стиках; в збірних спорудах повинні бути влаштовані надійні стики між елементами конструкцій з необхідним антикорозійним захистом.

1.2. Поняття та категорії технічного стану конструкцій, будівель і інженерних споруд

Технічний стан будівлі (споруди) – сукупність якісних і кількісних показників, що характеризують експлуатаційну придатність будівлі та його частин у порівнянні з їх гранично допустимим значенням.

Технічний стан характеризується в певний момент часу, за певних умов зовнішнього середовища значеннями параметрів (показників експлуатаційної придатності), встановлених на даний об'єкт. Рівень придатності технічного стану окремих конструкцій та об'єкта в цілому для надійного й безпечного використання за призначенням визначають через ступінь їх відповідності нормативним вимогам з експлуатаційної придатності. Співвідношення фактичних експлуатаційних характеристик, отриманих за результатами обстеження, з



проектними та нормативними вимогами, з урахуванням граничних станів конструкцій та/або основ, характеризують ступінь придатності конструкцій, який оцінюється показником «категорія технічного стану».

Досвід експлуатації будівель і інженерних споруд свідчить, що якісні характеристики з часом погіршуються, а тому їхній технічний стан в часі не є сталим, а постійно змінюється і може досягти того, що конструкції чи будівлі перестануть виконувати свої проектні функції.

Технічний стан конструкцій визначається шляхом комплексного аналізу дефектів та пошкоджень, а також за результатами перевірних розрахунків. Згідно з нормативними документами за несучою здатністю та експлуатаційними характеристиками конструкції будівель і інженерних споруд відносять до однієї з чотирьох категорій технічного стану:

- технічний стан конструкцій **нормальний** – категорія 1. Фактичні зусилля в елементах та перерізах не перевищують допустимих за розрахунками. Відсутні дефекти та пошкодження, які перешкоджають нормальній експлуатації або знижують несучу здатність чи довговічність;

- технічний стан конструкцій **задовільний** – категорія 2. За несучою здатністю та умовами експлуатації відповідають категорії 1. Мають місце часткові відхилення від умов проекту, дефекти та пошкодження, які можуть знизити довговічність конструкції або частково порушити вимоги другої групи граничних станів, що в конкретних умовах експлуатації не обмежує використання об'єкта за призначенням. Потрібні заходи щодо захисту конструкції та дотримання встановлених вимог її використання;

- технічний стан конструкції **не придатний до нормальної експлуатації** – категорія 3. Конструкція перевантажена або мають місце дефекти та пошкодження, які свідчать про зниження несучої здатності. Але на основі перевірних розрахунків та аналізу пошкоджень можливо забезпечити її цілісність на час підсилення. Необхідно виконати ремонт, підсилення або заміну конструкції, а до завершення цих заходів використовувати об'єкт за програмою обмеженого режиму



експлуатації, розробленою з урахуванням поточного технічного стану, контролюючи стан конструкції, навантаження і впливи;

- технічний стан конструкції **аварійний** – категорія 4.

Порушені вимоги першої групи граничних станів, або неможливо запобігти цим порушенням. Але на основі перевірних розрахунків та аналізу дефектів і пошкоджень неможливо гарантувати цілісність конструкції на період підсилення, особливо коли можливий «крихкий» характер руйнування. Необхідно терміново вивести людей із зони можливого обвалення та/або вжити заходів, які унеможливають таке обвалення до проведення ремонту, підсилення, заміни конструкції або до ліквідації об'єкта.

Будівлі й інженерні споруди у цілому, залежно від технічного стану несучих та огорожувальних конструкцій, відносять до однієї із категорій технічного стану:

- 1 – **нормальний**. За умови, що всі його несучі та огорожувальні конструкції віднесено до категорії технічного стану «нормальний»;

- 2 – **задовільний**. За умови, що в ньому є конструкції з технічним станом категорії «задовільний» і відсутні конструкції категорії відповідальності А1, А або Б з технічним станом категорії 3 або 4. Допускається наявність окремих конструкцій категорії відповідальності В з технічним станом категорії 3 за умови, що це не обмежує використання об'єкта за призначенням;

- 3 – **не придатний до нормальної експлуатації**. За умови, що в ньому є конструкції категорії відповідальності А1, А або Б з технічним станом категорії 3 і відсутні конструкції цих категорій відповідальності з технічним станом категорії 4. Допускається наявність окремих конструкцій категорії відповідальності В з технічним станом категорії 4 за умови відсутності небезпеки від них для життя і здоров'я людей, майна та довкілля;

- 4 – **аварійний**. За умови, що в ньому є конструкції категорії відповідальності А1, А або Б з технічним станом категорії 4.

Окрема частина об'єкта може бути віднесена до гіршої категорії технічного стану, ніж об'єкт в цілому. Ця категорія



може не розповсюджуватись на інші частини об'єкта за умови, що немає загрози зниження надійності та безпеки їх використання.

Згідно з ДБН В.1.2-14-2009, залежно від наслідків, які можуть бути викликані відмовою, встановлені категорії відповідальності конструкцій та їх елементів:

А – конструкції та елементи, відмова яких може призвести до повної непридатності до експлуатації будівлі (споруди) в цілому або значної її частини;

Б – конструкції та елементи, відмова яких може призвести до ускладнення нормальної експлуатації будівлі (споруди) або до відмови інших конструкцій, які не належать до категорії А;

В – конструкції, відмови яких не призводять до порушення функціонування інших конструкцій або їх елементів.

У складі категорії А можуть виділятися конструкції категорії А1 (головні несучі конструкції), безвідмовність яких забезпечує будівлю або споруду від повного руйнування при аварійних впливах, навіть якщо її подальше використання за призначенням при цьому стане неможливим без капітального ремонту. До категорії А1 відносять конструктивні елементи, відмова яких може стати безпосередньою причиною аварійної ситуації з прямою загрозою для людей або довкілля.

На сьогодні ще немає однозначного загальноприйнятого підходу до визначення кількості технічних станів і їхньої назви, а також критеріїв віднесення конструкцій і будівель до одного із них. Наприклад, в ДБН 362-92 «Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації» передбачено визначати чотири технічних стани, але з іншими назвами: **справний; роботоспроможний; обмежено працездатний; аварійний**. Раніше в посібнику з проектування підсилення сталевих конструкцій передбачалося тільки три групи технічних станів: **роботоспроможний; обмежено працездатний; аварійний**.

В науковій літературі на підставі аналізу сучасних положень про оцінювання технічного стану пропонується прийняти три технічних стани конструкцій, будівель і споруд за такими критеріями (Клименко Є.В.):



- 1 – задовільний. У конструкціях, які можуть бути віднесені до цього стану, показники експлуатаційної придатності відповідають вимогам їхнього розрахунку за граничними станами першої і другої груп;

- 2 – не придатний до нормальної експлуатації. Окремі показники експлуатаційної придатності перевищують показники за розрахунками їх за другою групою граничних станів, але показники для розрахунків за першою групою граничних станів знаходяться в допустимих межах;

- 3 – аварійний. Фактичні показники розрахунків за граничними станами першої групи перевищують граничні значення, але показники для розрахунків за другою групою граничних станів можуть перевищувати або не перевищувати граничні значення.

Всі показники технічного стану конструкцій, будівель і споруд встановлюються на стадії проектування і складають комплекс показників експлуатаційної придатності (ПЕП), який утворює область якості об'єкта.

Область якості можна представити у вигляді n -мірного простору, векторами якого є показники експлуатаційної придатності. Оскільки конструкції розраховуються за двома групами граничних станів (за придатністю до експлуатації та за придатністю до нормальної експлуатації), то і показники експлуатаційної придатності також розділяють на дві групи, відповідно перша група ПЕП, друга група ПЕП (рис. 1.1).

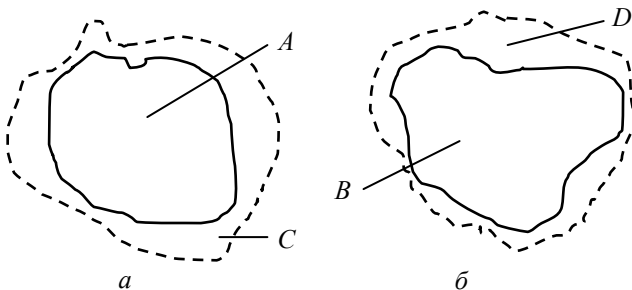


Рис. 1.1. Групи показників експлуатаційної придатності:
a – за першою групою ПЕП; *б* – за другою групою ПЕП



Області якості конструкцій A і B відповідають вимогам їхніх розрахунків відповідно за першою та другою групою граничних станів. Стосовно будівель і споруд, то в область A входять показники експлуатаційної придатності, перевищення яких призводить до повної непридатності до експлуатації, а в область B входять показники, перевищення яких ускладнює нормальну експлуатацію або зменшує довговічність будівель в порівнянні з терміном експлуатації, який передбачався технічною документацією.

Області C і D утворюються сукупністю радіусів – векторів, які відображають окремі показники експлуатаційної придатності в будь-який час, визначені відповідно за першою і другою групою граничних станів. Оскільки в процесі експлуатації радіуси – вектори областей C і D мають змінний характер і, як правило, в силу різних причин (пошкодження, фізичне зношення тощо) вони зменшуються, то межі цих областей наближаються до меж областей A і B .

Перетинання межею області D межі області B свідчать про те, що окремі конструкції чи будівлі і споруди в цілому не можуть у подальшому нормально експлуатуватися, тобто вони непридатні до нормальної експлуатації (технічний стан II). У випадках, коли межа області C буде перетинати межу області A , конструкції чи будівлі і споруди в цілому будуть знаходитися в аварійному стані (технічний стан III). З цього витікає, що області A і B характеризують задовільний технічний стан будівель і споруд (технічний стан I), тобто всі показники експлуатаційної придатності відповідають технічній документації.

1.3. Зміна технічного стану будівель і інженерних споруд під час експлуатації

Будівельні конструкції і основи проектують таким чином, щоб вони мали достатню надійність при зведенні і експлуатації з урахуванням, за необхідністю, особливих впливів (землетруси, пожежі, вибухи тощо). Під надійністю розуміють здатність конструкцій, будівель і споруд в цілому виконувати



функції, що вимагаються на протязі заданого терміну експлуатації. В розрахунках надійності будівельних конструкцій всі розрахункові величини розділяють на дві основні групи. Першу групу умовно називають параметрами міцності. Вона охоплює всі характеристики, які відносяться до властивостей самої конструкції. Другу групу складають параметри навантаження та впливів. Враховуючи наведене будівлі і споруди в процесі експлуатації будуть надійними, якщо буде виконуватися умова:

$$R - Q = S > 0, \quad (1.1)$$

де R – узагальнена міцність конструкції, яка залежить від розрахункових величин першої групи;

Q – узагальнене навантаження, яке визначається розрахунковими величинами другої групи;

S – резерв міцності.

Основною властивістю, яка визначає надійність будівельних конструкцій, будівель і споруд в цілому, є безвідмовна їхня робота. Відмова є випадкова подія, яка полягає в порушенні технічного стану конструкції чи будівлі (виникнення великої кількості пошкоджень, настання граничних станів тощо). Основним показником надійності є ймовірність безвідмовної роботи конструкцій на протязі заданого терміну. Безвідмовна робота конструкцій, будівель і споруд, або настання відмови визначається їхнім технічним станом в заданий час експлуатації.

Надійність будівель і споруд забезпечується на стадії їхнього проектування шляхом розрахунків за методом граничних станів, основні положення якого направлені на забезпечення безвідмовної роботи конструкцій і основ з урахуванням мінливості властивостей матеріалів, ґрунтів, навантажень і впливів, геометричних характеристик конструкцій, умов їхньої роботи та ступеня відповідальності.

Граничні стани поділяють на дві групи:

- перша група включає граничні стани, які приводять до повної непридатності до експлуатації конструкцій і основ, або



до повної (часткової) втрати несучої здатності будівель і споруд в цілому;

- друга група граничних станів включає стани, які утруднюють нормальну експлуатацію конструкцій і основ, або зменшують довговічність будівель і споруд порівняно з установленим терміном експлуатації.

Граничні стани першої групи включають: руйнування (пластичне, крихке, втомлене); втрату стійкості форми, що призводить до повної непридатності до експлуатації; втрату стійкого положення; перехід в систему, що змінюється; якісні зміни конфігурації; інші явища, внаслідок яких виникає необхідність припинення експлуатації (надмірні деформації, зсуви у з'єднаннях). До граничних станів другої групи відносять: досягнення граничних деформацій конструкцій (граничні прогини, кути повороту) або граничних деформацій основ; досягнення граничних рівнів коливання конструкцій або основ; утворення тріщин; досягнення граничних значень розкриття тріщин; втрату стійкості форми, яка призводить до унеможливлення нормальної експлуатації; інші явища, за яких виникає необхідність тимчасового обмеження експлуатації будівлі чи споруди через неприйнятне скорочення терміну експлуатації (наприклад корозійні пошкодження).

Задані в технічній документації показники експлуатаційної придатності, які визначають початковий нормальний технічний стан будівель й інженерних споруд, під час експлуатації не є постійними, а в міру різних причин (факторів) змінюються і, як правило, набуваючи гірших значень, призводять до зміни технічного стану, аж до аварійного.

Усі фактори, які впливають на технічний стан будівель і споруд, згідно з ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» поділяють на дві групи: механічної та немеханічної природи. Механічні впливи, що враховуються в розрахунках безпосередньо, розглядаються як сукупність сил, прикладених до конструкції (навантаження), або як вимушені переміщення і деформації елементів конструкцій. Впливи немеханічної природи (наприклад впливи агресивного середовища), як правило, враховуються в розрахунках опосередковано.



Залежно від причин виникнення навантаження і впливи поділяють на основні та епізодичні, а залежно від змінюваності в часі – на постійні та змінні. В свою чергу змінні навантаження залежно від неперервної дії поділяють на тривалі, короткочасні та епізодичні.

До постійних навантажень відносять: вагу частин споруд, у тому числі вагу несучих та огорожувальних конструкцій; вагу та тиск ґрунтів (насипів, засипок), гірничий тиск. Змінними тривалими навантаженнями вважають: вагу тимчасових перегородок, підливок та підбетонки під обладнання; вагу стаціонарного обладнання (верстатів, моторів, місткостей тощо); навантаження на перекриття від складованих матеріалів; вагу відкладень промислового пилю та інші. Змінні короткочасні навантаження включають: навантаження від устаткування, що виникають у пускозупинному, перехідному та випробувальному режимах; вагу людей; навантаження від рухомого підйомно-транспортного устаткування; снігові та вітрові навантаження; температурні кліматичні впливи. Сейсмічні та вибухові впливи, навантаження, що викликані різкими порушеннями технологічних процесів, відносять до епізодичних впливів.

До впливів немеханічних (несилових) відносяться:

- зміна температури зовнішнього повітря, що викликає лінійні температурні деформації у конструкціях, замерзання та відтаювання;
- атмосферна і ґрунтова волога, яка попадає на матеріали конструкцій, викликає зміну фізичних параметрів, а також структури матеріалів унаслідок атмосферної корозії;
- сонячна радіація, яка впливає на світлові і теплові режими приміщень та спричиняє зміну фізико-технічних властивостей зовнішнього шару конструкцій (старіння пластмас, плавлення бітумних матеріалів тощо);
- інфільтрація зовнішнього повітря крізь шпарини огорожуючих конструкцій, яка впливає на їхні теплофізичні властивості;
- хімічна агресія, що викликає руйнування матеріалів;



- біологічні впливи мікроорганізмів, грибків та комах, які руйнують конструкції з органічних матеріалів (особливо деревину);

- блукаючі струми, які можуть руйнувати підземні конструкції будівель та інженерних мереж;

- шуми від різноманітних джерел (порушують нормальний акустичний режим приміщень);

- геопатогенні зони (зони розташування старих цвинтарів та звалищ сміття, розломів земної кори, протікання підземних водотоків тощо).

Геопатогенні зони – це аномально активні ділянки земної кори, що генерують енерго-інформаційні поля, котрі можуть негативно впливати на біологічні об'єкти (людей, рослини, тварини) та деякі об'єкти неживої природи. При цьому прискорюється корозія металів, старіння бетонів, утворення тріщин в конструкціях. Про вплив геопатогенних зон можуть свідчити наявність на ділянках покривлених, деформованих з наростами дерев, постійні калюжі на нехарактерних місцях, посилене руйнування мурування будівель, зволоження стін, виникнення в них тріщин, виникнення гнилі, іржі, наявність моху, осідання входів, цоколів, просідання будівель тощо. Всі ці фактори можна визначити візуально.

Внаслідок впливу вищенаведених факторів може бути порушена безвідмовна робота конструкцій, будівель чи інженерних споруд. Відмови окремих конструкцій можна класифікувати за такими ознаками:

- за характером виникнення (поступові, раптові);

- за зв'язками з відмовами інших конструкцій (незалежні, залежні);

- за належністю до стадій експлуатації конструкцій, будівель чи споруд (відмови припрацювання, деградаційні);

- за причинами виникнення (конструктивні, виробничі, експлуатаційні);

- за ступенем наслідків (критичні, несуттєво некритичні, суттєво некритичні).

Поступові відмови – це відмови, що характеризуються безперервною зміною одного або декількох показників



експлуатаційної придатності конструкцій. Раптові відмови характеризуються стрибкоподібними змінами одного або декількох показників експлуатаційної придатності.

Незалежна відмова конкретної конструкції не залежить від відмов будь-яких інших конструкцій, а залежні відмови обумовлені відмовами інших конструкцій. Незалежні відмови відносно позитивне явище, так як залежні відмови можуть призвести до прогресуючого руйнування будівлі чи споруди.

Відмови припрацювання характерні для ранньої стадії експлуатації, коли відбувається пристосування об'єкта до її умов. Кількість відмов припрацювання можна зменшити шляхом якісного проектування, добре організованої системи контролю якості матеріалів, процесу виготовлення та зведення конструкцій тощо. Деградаційні відмови є наслідком природного старіння конструкцій, їхнього зношення. Вони пов'язані з процесами втомленості матеріалів, їхньою корозією, умовами експлуатації. Зменшення деградаційних відмов і їхніх наслідків досягається добре організованою експлуатацією будівель і споруд, зокрема, з організацією системи профілактичних ремонтів.

Конструктивні відмови є наслідком допущених помилок при проектуванні, не дотримання вимог норм проектування, а виробничі – дефектів при виготовленні і зведенні конструкцій. Експлуатаційні відмови виникають внаслідок порушення правил експлуатації (пориви водопровідних мереж, перевантаження конструкцій, аварії технологічного обладнання тощо).

Критичні відмови тягнуть за собою людські жертви, значні матеріальні і моральні втрати, суттєве погіршення навколишнього середовища. Некритичні відмови, суттєві і несуттєві, залежать від величини затрат на відновлення їхнього технічного стану з метою виконання ними функцій за призначенням.

Зміну технічного стану будівель та інженерних споруд в часі можна охарактеризувати зміною коефіцієнту інтенсивності відмов, який являє собою відношення кількості відмов в інтервалі часу ($t, t+\Delta t$) до добутку кількості об'єктів, які знаходяться в задовільному технічному стані $N(t)$ у момент часу



t , на тривалість інтервалу часу Δt і може бути знайдений за формулою:

$$\lambda(t) = \frac{\Delta n(t, \Delta t)}{N(t)\Delta t}, \quad (1.2)$$

де $\lambda(t)$ – коефіцієнт інтенсивності відмов;

$\Delta n(t, \Delta t)$ – кількість об'єктів, які відмовили в інтервал часу $(t, t+\Delta t)$;

$N(t)$ – кількість об'єктів, які на час t мають задовільний технічний стан.

Досвід експлуатації численних будівель і споруд свідчить, що функція $\lambda(t)$ має криволінійний характер (рис. 1.2). Спочатку небезпека відмов монотонно зменшується, що характерно для періоду припрацювання (інтервал часу від 0 до T_1), протягом якого відбуваються всі відмови, обумовлені технологічними причинами, тобто, відбуваються відмови припрацювання. В подальшому протягом тривалого часу (інтервал часу від T_1 до T_2) інтенсивність відмов стабілізується і її можна вважати постійною, що характерно для періоду нормальної експлуатації. Після цього періоду настає період інтенсивного виникнення відмов (від часу T_2 до часу T_c – середнє значення довговічності об'єкта), тобто, відбувається інтенсивне зношення об'єкта внаслідок старіння.

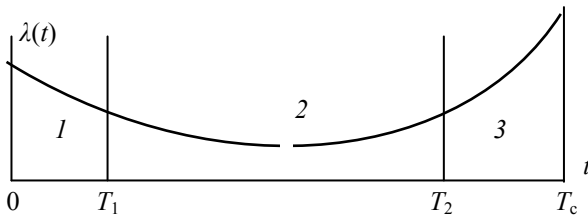


Рис. 1.2. Залежність інтенсивності відмов $\lambda(t)$ від часу t :
1 – період припрацювання; 2 – те саме, нормальної експлуатації; 3 – те саме, зношення

Зношення будівельних конструкцій проявляється в зниженні їхньої несучої здатності (міцності) в часі, що призводить до збільшення ймовірності відмов. Причинами



довготривалих незворотних процесів може бути корозія (в металевих конструкціях, арматури і бетону в залізобетонних конструкціях), гниття (в дерев'яних конструкціях), старіння (в конструкціях із полімерних матеріалів), стирання. Зниження несучої здатності відбувається також внаслідок накопичення пошкоджень, пов'язаних з величиною і тривалістю дії навантажень. Процеси зношення є нестационарними випадковими процесами, на які впливають умови експлуатації, а також фізико-хімічна структура матеріалів та технологія їх виготовлення.

1.4. Мета і завдання діагностування й паспортизації будівель і інженерних споруд

Технічна діагностика в своїй сутності являє собою область знань, що охоплює теоретичні, методологічні положення та засоби з метою визначення показників експлуатаційної придатності будівель і споруд. Досягнення мети діагностики відбувається шляхом технічного діагностування, яке поєднує взаємоузгоджувальні і взаємодоповнювальні обстежувальні, розрахункові та аналітичні процедури, направлені на оцінювання технічного стану будівель та інженерних споруд. Діагностування та паспортизація будівель і споруд виконуються для визначення та документування у встановлений термін їхнього дійсного технічного стану та придатності для подальшої експлуатації. Паспорт технічного стану, в якому відображається технічний стан будівель та інженерних споруд, складається на основі науково-технічного звіту про попередньо виконане діагностування. Діагностування може виконуватися також як самостійний вид робіт без складання паспорту технічного стану.

У загальному вигляді діагностування має завданням для кожної будівлі чи інженерної споруди встановити і оцінити:

- техногенні зміни навколишнього середовища;
- інженерно-геологічні умови майданчика;
- хімічний склад ґрунтових вод;
- конструкції та споруди, що захищають будівлі (споруди) від



- небезпечних геологічних процесів;
- вимощення та елементи благоустрою;
 - основи та фундаменти;
 - вводи та випуски інженерних мереж;
 - підземні несучі, огорожувальні та гідроізоляційні конструкції;
 - стан повітряного середовища в будівлі чи споруді та навколо них (температура, вологість, повітрообмін, хімічний склад повітря);
 - наземні несучі та огорожувальні конструкції;
 - покриття та покрівлі;
 - антикорозійний захист конструкцій, підлоги, зовнішнє та внутрішнє опорядження;
 - теплотехнічні, сантехнічні й вентиляційні системи та обладнання;
 - ізоляційні покриття;
 - інші елементи будівель і споруд та їхніх систем, проектування та влаштування яких регламентується нормативними документами.

Діагностування будівель та інженерних споруд є найважливішою частиною комплексу робіт з оцінювання їхнього технічного стану. При діагностуванні повинні бути встановлені фактична несуча здатність та експлуатаційна придатність будівельних конструкцій та основ з метою використання цих даних для визначення їх подальшої експлуатації або розробки проекту ремонту чи реконструкції.

Головним завданням паспортизації будівель та інженерних споруд є продовження терміну їх нормальної експлуатації. Це є важливою державною справою.

1.5. Види технічних оглядів конструкцій будівель та інженерних споруд

Контроль технічного стану будівель і споруд здійснюється шляхом впровадження системи їх технічного огляду, яка включає проведення планових (які відомі заздалегідь і здійснюються відповідно до встановленої періодичності) та



позапланових оглядів. Технічні огляди будівель і споруд дають можливість своєчасно виявити несправності їх конструктивних елементів, дефекти і пошкодження в них, причини їх появи, а також визначити обсяги робіт з поточного та капітального ремонту.

Планові огляди оцінюють поточний технічний стан об'єкта, встановлюють можливість його подальшої безаварійної експлуатації, або необхідність відновлення експлуатаційних властивостей. Планові огляди бувають загальні та профілактичні. Загальні огляди проводять на підставі наказу з періодичністю 2 рази на рік, як правило навесні і восени, з метою визначення обсягів робіт з підготовки будівель та споруд до експлуатації та встановлення їх технічного стану перед капітальними або поточними ремонтами. Профілактичні огляди є складовою технічного обслуговування будівель і споруд й полягають у виявленні та усуненні несправностей конструктивних елементів, встановленні їх причин, запобіганню порушенням санітарно-гігієнічних умов в приміщеннях, а також перевірці, налагодженні та регулюванні окремих видів технічних пристроїв з метою забезпечення їх безперебійної роботи. Терміни планового обстеження для об'єктів, що перебувають у типових для даної галузі умовах експлуатації, приймають згідно таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Орієнтовані терміни планового обстеження об'єктів

Вид об'єкта	T _б , роки
Житлові та громадські будівлі	6-7
Виробничі та допоміжні, складські будівлі	5-6
Сільськогосподарські	4-5
Мобільні збірно-розбірні будівлі, контейнерні	3-4
Мости, греблі, тунелі	5-6
Резервуари для води	4-5
Резервуари для нафтопродуктів	3-4
Резервуари для хімічної промисловості	2-3
Бункери, силоса, башти, щогли, димові труби	3-4
Теплиці	4-5



Визначена за таблицею 1.1 усереднена величина T_B може бути скоригована з огляду на конструктивні особливості конкретного об'єкта, його поточний технічний стан, властивості та стан основ, досвід експлуатації подібних об'єктів та інші фактори, що впливають на його надійність та довговічність.

Позапланові огляди будівель та інженерних споруд слід проводити за виявленої потреби у відновленні експлуатаційних властивостей або пристосуванні їх до зміни умов використання:

- після екстремальних явищ стихійного або техногенного характеру;

- якщо виявлено, що технічний стан об'єкта погіршився до рівня, який не відповідає вимогам експлуатаційної придатності;

- при виникненні або прогнозуванні змін в умовах експлуатації об'єкта, які змінюють проектні навантаження, впливи, інженерно-геологічну, гідрогеологічну або іншу ситуацію чи конструктивну систему об'єкта;

- при консервації, розконсервації або ліквідації об'єкта.

1.6. Організація і виконання діагностування та паспортизації будівель і інженерних споруд

Усі будівлі і споруди, незалежно від їхнього призначення, форми власності, тривалості експлуатації, капітальності, технічних особливостей, підлягають періодичним обстеженням з метою оцінки їхнього технічного стану та паспортизації, а також прийняття обґрунтованих заходів щодо забезпечення надійності та безпеки при подальшій експлуатації.

Роботи з діагностування для паспортизації будівель і споруд повинні виконувати спеціалізовані організації з проведення обстежень та паспортизації. Спеціалізована організація – це організація, яка має ліцензію органу державного управління будівельною справою (Держбуду України) на право виконання обстежень, випробувань, діагностування і оцінювання технічного стану будівельних конструкцій, будівель і споруд.

Для систематичного контролю технічного стану будівель і споруд на всіх підприємствах і установах створюються служби



нагляду за експлуатацією будівель і споруд. Служба входить до структури підприємства, установи чи організації, як один із основних виробничо-технічних підрозділів. Структура і чисельний склад служби нагляду залежить від загальної площі будівель і споруд та їхніх конструктивних особливостей. Служба може функціонувати як окремий підрозділ, або у вигляді групи чи одного спеціаліста. Рекомендується за площі будівель до 350 тисяч квадратних метрів до складу служби повинно входити не менше чотирьох осіб, більше 500 тисяч квадратних метрів – не менше п'яти. Служба нагляду створюється і підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства чи установи.

До служби нагляду повинні входити спеціалісти з вищою освітою, які мають достатній виробничий стаж роботи, але не менше, ніж три роки, та пройшли спеціальні навчання. В складі служби обов'язково повинні бути інженери-будівельники. Служба нагляду виконує функції, які передбачені положенням про службу нагляду підприємства, яке розробляється на підставі «Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд», затвердженого Держбудом України.

Основною задачею служби нагляду є забезпечення надійної і безпечної експлуатації будівель і споруд шляхом систематичного контролю їхнього технічного стану та організація усунення встановлених випадків зниження показників експлуатаційної придатності до значень, які не відповідають нормативним вимогам.

У своїй діяльності працівники служби нагляду керуються чинним законодавством, міжгалузевими нормативними актами, а також положенням про службу нагляду підприємства (установи).

Служба нагляду виконує такі основні функції:

- проводить експертизу проектів будівництва, розробок нових технологій на відповідність нормативним актам;
- разом із структурними підрозділами складає комплексні заходи для встановлення нормативів безпеки, планує проведення планово-запобіжних ремонтів;



- виконує огляд будівель і споруд.

Служба нагляду організовує за допомогою спеціалізованих організацій:

- технічне обстеження та паспортизацію будівель та інженерних споруд щодо їхньої відповідності нормативним документам;
- підготовку технічних звітів підприємства з питань спостереження.

Служба нагляду бере участь:

- в розслідуванні аварій і нещасних випадків;
- роботі комісій з питань нагляду за безпечною експлуатацією;
- роботі комісій з уведення в експлуатацію нових об'єктів;
- розробляє положення, технологічні карти інші документи з питань нагляду за безпечною експлуатацією будівель і інженерних споруд (БЕБіС).

Служба нагляду контролює:

- дотримання чинного законодавства, галузевих і міжгалузевих нормативних актів, виконання працівниками посадових інструкцій із питань нагляду за безпекою експлуатації будівель і споруд;
- виконання приписів органів державного нагляду;
- виконання заходів, наказів, розпоряджень з питань безпеки експлуатації будівель і споруд.

Спеціалісти служби нагляду мають право видавати керівникам обов'язкові для виконання приписи щодо усунення недоліків в експлуатації (припис може скасовувати письмово керівник).

Працівники служби нагляду несуть персональну відповідальність:

- за невідповідність прийнятих ними рішень вимогам чинного законодавства та іншим нормативним актам з питань надійності та безпечності експлуатації будівель і споруд;
- за невиконання своїх функціональних обов'язків відповідно до положення про службу нагляду;
- за недостовірність та невчасність підготовки технічних звітів та статистичних даних.



1.7. Охорона праці при обстеженні будівельних конструкцій

Під час обстеження будівель та інженерних споруд спеціалісти мають виконувати вимоги з охорони праці, які викладені в СНиП III-4-80*, та правила, що діють на підприємстві (організації), об'єкти якого обстежуються.

До виконання робіт з обстеження будівель і споруд допускаються спеціалісти не молодші 18 років, що пройшли відповідне навчання і перевірку знань з охорони праці. Перед початком обстеження на діючому підприємстві необхідно:

- ознайомити спеціалістів, що проводять обстеження, зі структурою виробництва, правилами охорони праці на ньому;
- скласти протокол узгодження умов безпечного проведення обстежувальних робіт і оформити наряд-допуск на виконання робіт з підвищеним рівнем небезпеки представникам спеціалізованої організації та підприємства-замовника.

Роботи з обстеження слід проводити тільки у присутності відповідальної особи, яка призначена наказом власника будівлі (споруди) та відповідає за безпечну і надійну її експлуатацію. Під час проведення обстежень особливу увагу необхідно звертати на роботи, що виконують у котлованах, аварійних будівлях, на висоті, з використанням електроприладів та електроінструментів. Якщо при обстеженні конструкцій діючого підприємства виникає небезпека для спеціалістів, що виконують роботи з обстеження, то слід прийняти заходи щодо її ліквідації або зупинити роботи. При обстеженні будівель та інженерних споруд забороняється:

- проводити обстеження конструкцій на висоті недобудованих будівель (споруд), які не мають сходів, перекриття, настилів;
- обстежувати у холодний період року зледенілі або засніжені конструкції;
- працювати без відповідних захисних засобів.

Під час обстеження об'єктів з аварійними конструкціями необхідно унеможливити знаходження людей, в тому числі і осіб, які приймають участь в обстеженні, на ділянках можливих обрушень або забезпечити їх захист.



2. ХАРАКТЕРНІ ПОШКОДЖЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, БУДІВЕЛЬ ТА ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

2.1. Осадові деформації та загальні пошкодження будівель і інженерних споруд

Загальні пошкодження будівель та інженерних споруд у процесі їх експлуатації є, в більшості випадків, наслідком локальних чи тотальних змін гідрогеологічних і інженерно-геологічних умов на будівельному майданчику або інших природних явищ, таких як землетруси, паводки, буревії тощо. Також на загальний стан будівель і споруд впливають пожежі, динамічні складові навантажень, зведені на забудованій території поряд з існуючими нові будівлі, недоліки в проектуванні та зведенні й інші технологічні чинники. Всі ці фактори можуть суттєво впливати на напружено-деформований стан основ, що тягне за собою виникнення додаткових нерівномірних деформацій як самих основ, так і фундаментів. Нерівномірні осідання фундаментів у свою чергу викликають додаткові деформації будівель і споруд в цілому, що можна розглядати як їхні пошкодження. При цьому в окремих конструктивних елементах будівель і споруд суттєво знижуються показники експлуатаційної придатності, аж до досягнення ними граничних станів.

Залежно від причин виникнення розрізняють деформації основ, викликані деформацією ґрунтів від навантажень, що передаються на підвалини будівлею (осідання, просідання), а також деформаціями не пов'язаними з навантаженням від будівлі (набухання, усадки і т.п.). Деформація основи під дією навантаження від будівлі без корінної зміни структури ґрунту називається осіданням. На відміну від осідання, просіданням називають деформації підвалин, пов'язані з корінними змінами: випиранням ґрунту з-під подошви фундаменту, осіданням окремих пластів тощо. Навіть значні осідання, рівномірні по периметру будівлі, при незначних просіданнях ґрунтів основи не порушують її міцності і стійкості. Більш небезпечними є нерівномірні осідання при просіданні ґрунтів основ.



Залежно від факторів впливу та конструктивних особливостей будівель і споруд в них можуть виникати різноманітні деформації або переміщення: вертикальні рівномірні та нерівномірні осідання і просідання; горизонтальні переміщення; прогини та вигини; кутові переміщення; перекошування та крени; кручення.

Прогин та вигин пов'язані з викривленням будівлі, при цьому прогин є менш небезпечним за вигин, оскільки в будівлі, як правило, не порушуються зв'язки між конструктивними елементами і вона рідше розбивається наскрізними тріщинами на окремі блоки. Проте, в практиці експлуатації будівель (особливо старої цегляної забудови) найчастіше спостерігається саме вигин, що пояснюється перевантаженням поздовжніх стін торцевими стінами, які мають значну вагу, та влаштуванням в будівлях арочних проїздів.

Перекошування виникають у будівлях і спорудах, коли суттєвої нерівномірності осідання виникають на окремих невеликої протяжності ділянках при збереженні проектного положення основної частини будівлі чи інженерної споруди.

Крени – поворот будівлі або інженерної споруди відносно горизонтальної осі. Найбільшу небезпеку вони представляють для вузьких будівель підвищеної поверховості. Кручення спостерігається при неоднаковому крені по довжині будівлі і розвивається у двох його перерізах в різні сторони.

Характер деформацій будівель та інженерних споруд залежить від типу їхньої жорсткості. Розрізняють будівлі і споруди абсолютно жорсткі, абсолютно гнучкі та кінцевої жорсткості. Абсолютно жорсткі будівлі і споруди мають дуже велику жорсткість у вертикальному напрямку (димові труби, водонапірні башти, силосні корпуси, будинки з підвищеною кількістю поверхів тощо), тому при нерівномірному осіданні в них можуть виникати деформації у вигляді крену (рис. 2.1а). В абсолютно гнучких спорудах (галереї, естакади, акведуки) фундаменти без перешкод прямують за деформаціями основи, при цьому розвиток нерівномірних осідань практично не впливає на виникнення додаткових зусиль у конструкціях споруди.

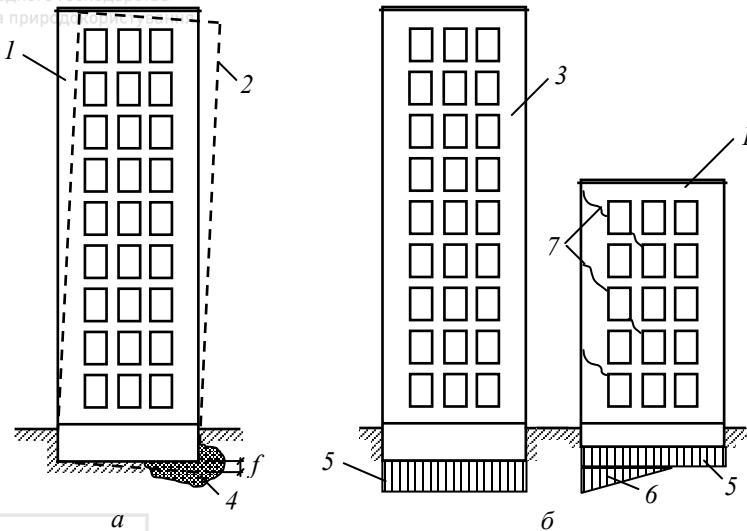


Рис. 2.1. Деформація будівлі у вигляді крена (*а*) та зміна тиску ґрунту основи в існуючих будівлях при зведенні поряд нових (*б*):

- 1 – існуючі будівлі в проектному стані; 2 – стан будівлі внаслідок крену;
3 – нова будівля; 4 – послаблений ґрунт; 5 – тиск ґрунту в проектному стані будівель; 6 – додатковий тиск в основі існуючого будинку;
7 – характер розташування тріщин в стінах існуючого будинку

Найбільше розповсюдження мають будівлі скінченої жорсткості, до яких можна віднести безкаркасні будівлі, з повним і неповним каркасом, що мають у своєму складі розрізні і нерозрізні конструкції, великопанельні будівлі та інші. В будівлях цього типу можуть виникати нерівномірні осідання основи, які спричиняють виникнення непередбачених додаткових зусиль в елементах конструкцій, недопустимих тріщин та деформацій.

Сучасне будівництво житлових і громадських будівель відбувається на вільних ділянках забудованих територій поряд з існуючими будинками, як правило з невеликою кількістю поверхів. В цьому випадку тиск у ґрунті, який виникає від нових будинків, сумується з тиском під фундаментами існуючих будинків, що призводить до виникнення місцевих зсувів ґрунту і, як наслідок, до кренів або руйнувань останніх (рис. 2.1б).



За локальних змін фізико-механічних характеристик ґрунту (замочування, підтоплення тощо) в будівлях скінченної жорсткості можуть виникати прогини, вигини, перекоси, кутові переміщення. При прогинах найбільш небезпечна розтягнута зона виникає в будівлі у її нижній частині, що викликає виникнення похилих тріщин в основному між віконними прорізами. У верхній зоні також утворюються тріщини внаслідок виникнення зсувних напружень (рис. 2.2а).

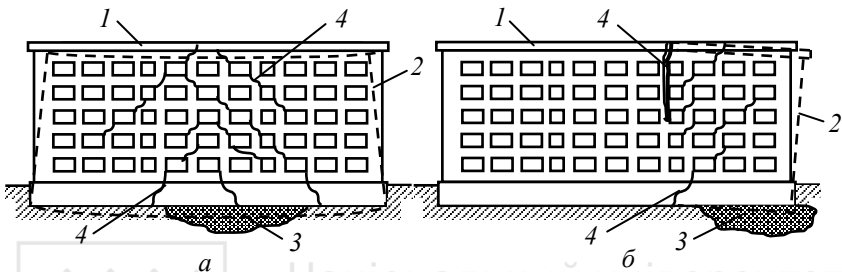


Рис. 2.2. Деформації будівлі у вигляді прогину (а) та у вигляді перекосу (б) при порушенні (ослабленні) ґрунту основи :

1- стан будівлі до деформування; 2 – те саме, після деформування; 3 – масив порушеного ґрунту; 4 – можливе розташування тріщин та пошкоджень будівлі

При перекосах (див рис. 2.2б) у верхній частині будівлі може виникнути суцільна вертикальна тріщина, а також похилі тріщини між віконними прорізами. За таких деформацій будівля може перейти в аварійний технічний стан.

Під час експлуатації будівель та інженерних споруд відбувається їх фізичне зношення і моральне старіння. Під фізичним зношенням розуміють втрату з часом конструктивними елементами і будівлями в цілому початкових фізико-технічних і експлуатаційних властивостей. Основними причинами фізичного зношення є вплив природних та штучних технологічних і функціональних факторів. Їх можна розглядати також як зовнішніми, так і внутрішніми (див. рис. 2.3). Моральним старінням називають невідповідність будівель і інженерних споруд новим об'ємно-планувальним,



технологічним, архітектурно-конструктивним, екологічним, санітарно-гігієнічним та іншим вимогам.



Рис. 2.3. Зовнішні і внутрішні фактори, які впливають на технічний стан будівель і споруд



2.2. Корозія будівельних матеріалів і конструкцій

Корозія – результат руйнуючої дії навколишнього середовища на матеріал. Вона відбувається в атмосферному повітрі, у промисловому, цивільному та сільськогосподарському середовищі, у питній, річковій та морській воді, а також у різних хімічних агресивних середовищах.

Залежно від механізму впливу розрізняють:

- хімічну корозію, яка викликає незворотні зміни у структурі речовин під дією агресивного середовища;
- електрохімічну корозію, яка відбувається у металах внаслідок різниці потенціалів на межі металу та електроліту;
- фізико-хімічну корозію, за якої виникає руйнування матеріалу конструкцій, пов'язане з вилущуванням, кристалізаційним руйнуванням;
- ерозійну корозію, за якої зношення матеріалу супроводжується механічними рухами повітря, рідини, твердих пилюватих частин.

Корозійна стійкість залізобетонних конструкцій залежить від щільності бетону та агресивності середовища. Корозія бетону, який має недостатню щільність, відбувається під дією води, що фільтрується і розчиняє частину складової цементного каменю – гідрат окису кальцію. Найбільш небезпечною являється м'яка вода. Зовнішньою ознакою такої корозії є наявність на поверхні бетону білих пластівців та патьоків (див. рис. 2.4).

Інший вид корозії бетону виникає під впливом газового або рідкого агресивного середовища: кислих газів в сполученні з підвищеною вологістю, розчинів кислот, сірчано-кислих солей тощо. За взаємодії кислоти з гідратом окису кальцію цементного каменю бетон руйнується. Продукти хімічної взаємодії агресивного середовища і бетону кристалізуються, поступово заповнюють шпарини бетону, що призводить до розриванню їхніх стінок і швидкому руйнуванню бетону.

Особливо шкідливі для бетону солі ряду кислот, особливо сірчаної, які утворюють в цементному камені сульфат



кальцію і алюмінію. Сульфатоалюмінат кальцію розчиняється, витікає з бетону і утворює на поверхні білі патьоки (рис. 2.4).

Також агресивні по відношенню до бетону ґрунтові води, які містять в собі сірчаноокислий кальцій, а також води з магnezіальними і аміачними солями. Шкідлива для бетону і морська вода.



Рис. 2.4. Корозія бетону конструкцій будівель та інженерних споруд

Корозія арматури в бетоні має електрохімічний характер і залежить як від властивостей структури бетону, так і від агресивності оточуючого середовища. Продукти корозії (іржа) мають у декілька разів (до дев'яти разів) більший об'єм, ніж об'єм сталі, що піддався корозії. Це утворює навколо арматури тиск на бетон, внаслідок чого з'являються тріщини, відколюються куски бетону, оголюється арматура (див. рис. 2.5, 2.6). Бетон захищає арматуру від впливів навколишнього середовища, але не в повній мірі, оскільки через нього можуть проникати волога та кисень, які і є основними компонентами електрохімічної корозії сталі.



Рис. 2.5. Недотримання та зколи захисного шару бетону, оголені стержні поздовжньої і поперечної арматури в колоні



Рис. 2.6. Корозія робочої арматури несучих конструкцій будівель та інженерних споруд

Корозія сталі відбувається за таких основних умов: наявність різниці потенціалів між окремими ділянками поверхні металу; наявність електролітичного зв'язку між цими ділянками; активний стан поверхні на анодних ділянках; наявність достатньої кількості деполаризатора, зокрема кисню, необхідного для асиміляції надлишкових електронів на катодних поверхні металу. Перша умова для арматури завжди має місце внаслідок неоднорідності структури бетону та сталі. Здійснюється також друга та четверта умови, оскільки бетон є капілярно пористим тілом. Отже, підвищити корозійну стійкість



арматури можна ліквідувавши тільки третю умову, а саме, забезпечити пасивність сталі у лужному середовищі.

Пасивністю сталі називають її стан підвищеної корозійної стійкості, яка забезпечується гальмуванням анодного процесу. Пасивний стан арматури настає після утворення на її поверхні безпористого шару продуктів реакції, наприклад оксидів Fe_3O_4 , які перешкоджають безпосередній взаємодії металу та електроліту.

У деякій мірі стан сталі в бетоні характеризується водневим показником pH середовища. При $pH \leq 11,5$ сталь може бути активною, при $pH \geq 12$ – пасивною. Пасивний стан арматури в бетоні може порушуватися за таких обставин: уведення в бетон хлоридів, зниження лужності вологи в бетоні нижче критичної, механічне або корозійне руйнування захисного шару бетону, утворення тріщин в бетоні.

При порушенні умов експлуатації, особливо це стосується недоліків у влаштуванні покриття, може відбуватися корозія як окремих конструкцій, так і вузлів їхнього з'єднання.

Металеві конструкції майже всією своєю поверхнею стикаються з оточуючим середовищем, яке впливає на їхню довговічність і надійність. В таких конструкціях незахищений метал піддається руйнуванню внаслідок електролітичного процесу, який полягає в окисненні металу (перетворенні його в окис або закис під впливом кисню повітря та води), або в утворенні хімічних з'єднань заліза з хімічно активними речовинами (під безпосереднім впливом агресивних середовищ, пов'язаних з деякими технологічними процесами). Продукти корозії заповнюють поверхневі мікротріщини, які завжди виникають після прокатування, зварювання, внаслідок дефектів структури сталі, старіння та поглиблюють їх.

Корозія зменшує поперечні перерізи елементів металевих конструкцій, викликає концентрацію напружень у разі нерівномірного її поширення, підвищує місцеві напруження, що, як наслідок, призводить до перенапруження елементів, тобто до порушення умов, передбачених проектом. Корозія металевих елементів суттєво може впливати на показники їхнього технічного стану (див. рис. 2.7).



Рис. 2.7. Виразкова корозія металевих конструкцій будівель та інженерних споруд

Опір кам'яної кладки впливам оточуючого середовища залежить від якості каменів та розчину. Корозія розчинної частини кладки відбувається таким же чином, як і бетону. Крім цього, розчин може піддаватися перемінному заморожуванню та відтаюванню, що підсилює його фізико-хімічну корозію, відбувається вивітрювання швів кладки. Каміні природного походження практично корозії не піддаються, за винятком можливого вивітрювання. Корозія штучних бетонних каменів відбувається так само, як і бетону, а глиняна цегла в більшості випадків піддається вивітрюванню (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Вивітрювання та руйнування кам'яної кладки будівель

На дерев'яні конструкції негативно впливають біологічні фактори – дереворуйнуючі гриби, які викликають біологічну корозію, а також хімічно агресивні середовища (газоподібні,



рідкі, тверді), які спричиняють хімічну корозію деревини. Внаслідок діяльності грибів деревина змінює забарвлення, структуру та фізико-механічні характеристики (див. рис. 2.9).

Найбільш розповсюдженими грибами, які харчуються деревиною, є домові гриби та їхні різновиди: гриб домовий білий, гриб домовий плівковий, гриб стовповий, гриб шахтний. Гриби розмножуються шляхом спор, які можуть переноситися на здорову деревину і на ній швидко розмножуватися. З огляду на це, не можна допускати будь яке використання враженої грибами деревини.



Рис. 2.9. Кров'яна система покриття будівлі уражена гниттям

2.3. Характерні пошкодження кам'яних конструкцій

Пошкодження – відхилення від первісного рівня якості елементів та конструкцій, що виникає під час експлуатації об'єкта або аварії.

Кам'яні і армокам'яні конструкції широко використовувалися в будівництві і тому в наш час в експлуатації знаходиться значна кількість будівель та інженерних споруд з їхнім використанням. За час експлуатації вони зазнали багатьох змін (пошкоджень) стосовно своєї придатності до нормальної експлуатації. Крім того кам'яним конструкціям характерні дефекти – відхилення якості, форми або фактичних розмірів



елементів та конструкцій від вимог нормативно-технічної чи проектною документації, які виникають при проектуванні, виготовленні, транспортуванні та монтажі. До основних дефектів кам'яної кладки відносять: неплосинність кладки (відхилення від вертикалі), негоризонтальні і товсті шви, незаповнення швів розчином, відсутність перев'язки швів, невідповідність проекту марок каменю та розчину у кладці, наявність розтрісканого та перепаленого керамічного каменю, невідповідність проекту армування армокам'яної кладки тощо. Дефекти кладки призводять в одних випадках до осідань і обвалень кам'яних конструкцій, а в інших – до їх продування, промерзання, зволоження і вивітрювання.

До характерних пошкоджень кам'яних конструкцій слід віднести вертикальні, горизонтальні та похилі тріщини, сколювання кладки під опорами балок і плит, деформації стін, пов'язані з загальними деформаціями будівель і споруд (див. рис. 2.2), фізичне зношення в часі тощо. Вертикальні тріщини в кладці виникають внаслідок її перевантаження (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Вертикальні тріщини у простінках зовнішньої несучої стіни поліклініки ЦРЛ м. Ізяслав Хмельницької області

Від початку навантаження і до руйнування в кам'яних кладках можна спостерігати чотири стадії їхньої роботи (рис. 2.11). На першій стадії роботи відсутні будь-які пошкодження, діюче стискаюче



навантаження q не викликає утворення тріщин, тобто $q < q_{crc}$

(де q_{crc} – навантаження, за якого виникають перші тріщини). При першій стадії роботи кладка знаходиться в нормальному технічному стані (рис. 2.11а).

Друга стадія характеризується утворенням тріщин, коли навантаження досягає значення $q = q_{crc}$ (рис. 2.11б). Перші тріщини в більшості випадків утворюються над і під вертикальними швами та внаслідок згину і зрізу окремих каменів. Навантаження q_{crc} , за якого утворюються перші тріщини, залежить від фізико-механічних характеристик каменів і розчину та якості виконання кладки.

В цій стадії навантаження q_{crc} менше від руйнуючого q_u , а їхнє співвідношення залежить від міцності розчину та віку кладки. Зі зменшенням міцності розчину відношення q_{crc}/q_u зменшується. В часі деформативність розчину зменшується, кладка стає більш крихкою, а тому відношення q_{crc}/q_u збільшується, тобто навантаження, за якого утворюються тріщини, наближається до руйнівного.

Робота кам'яної кладки в другій стадії при постійному навантаженні в часі стабілізується, а кладка знаходиться в задовільному технічному стані.

У третій стадії роботи при збільшенні навантаження в межах $q_{crc} < q < q_u$ в кладці розвиваються тріщини, які утворилися в другій стадії, а також виникають нові тріщини (рис. 2.11в). Окремі тріщини об'єднуються одна з одною, що є причиною розшарування кладки на окремі вертикальні елементи, які працюють на позацентровий стиск. Навіть якщо навантаження не збільшується, то процес розвитку тріщин все одно не припиняється. Технічний стан кладки – аварійний, а сама вона потребує негайного підсилення або заміни новою.



В четвертій стадії продовжується процес розшарування кладки на окремі елементи, відбувається їхнє відокремлення один від одного, тобто настає руйнування (рис. 2.11з).

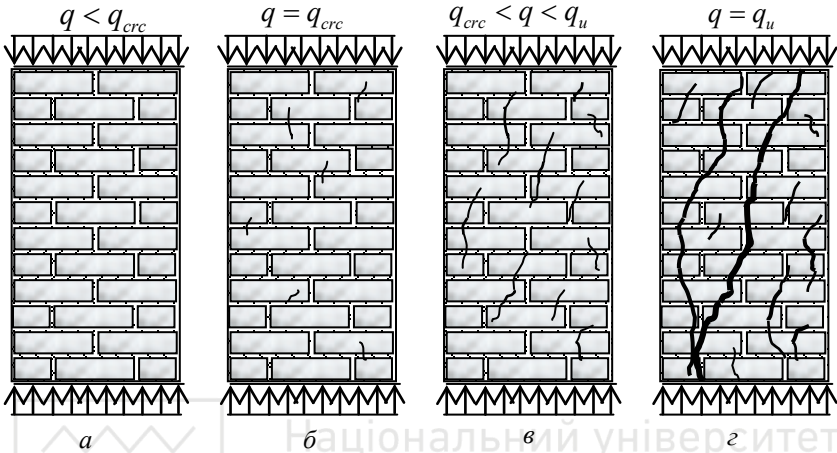


Рис. 2.11. Стадії роботи кам'яної кладки при стисненні:
а, б, в, з – відповідно перша, друга, третя та четверта стадії

Такий характер утворення тріщин може спостерігатися в центрально та позацентрово навантажених кам'яних стовпах, у простінках (рис. 2.12а) та, при значному перевантаженні, в суцільних стінах.

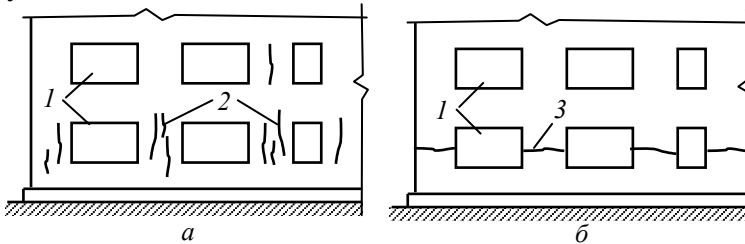


Рис. 2.12. Вертикальні (а) і горизонтальні (б) тріщини в кам'яних стінах: 1 – віконні прорізи; 2 – вертикальні тріщини; 3 – горизонтальні тріщини

Вертикальні тріщини часто виникають в місцях з'єднання поздовжніх і поперечних стін та в місцях примикання



підлясти до стін. Причинами виникнення перших тріщин можуть бути різниця в навантаженнях на поздовжні і поперечні стіни згідно з їхніми функціями (несучі, самонесучі), та температурно-вологісні деформації (рис. 2.13а). В другому ж випадку причинами можуть бути різні деформації стіни і підлястри та відсутність перев'язу між окремими каменями.



a



б

Рис. 2.13. Характер утворення тріщин в місці примикання поздовжньої стіни до поперечної (*a*) та на ділянці біля віконного прорізу (*б*)

Похилі тріщини, як правило розповсюджуються між кутами віконних прорізів (див. рис. 2.2) і можуть розташовуватися у вертикальних та горизонтальних швах або, навіть, перетинати окремі камені (рис. 2.13; 2.14).



Рис. 2.14. Похилі тріщини у несучій зовнішній стіні поліклініки ЦРЛ м. Ізяслав Хмельницької області



У випадках місцевого змінання, коли міцність кладки недостатня, або в процесі експлуатації збільшилося граничне навантаження, відбувається зрізання кладки під опорами балок, ребер плит, прогонів тощо (рис. 2.15).

В наш час існує багато недобудованих будинків, які піддавалися тривалим природним впливам (зміна температури, зволоження, дія вітру), внаслідок чого відбулося вивітрювання кладки (рис. 2.8). Така кладка не відповідає своїм первинним якостям і, за умови продовження будівництва, підлягає відновленню.

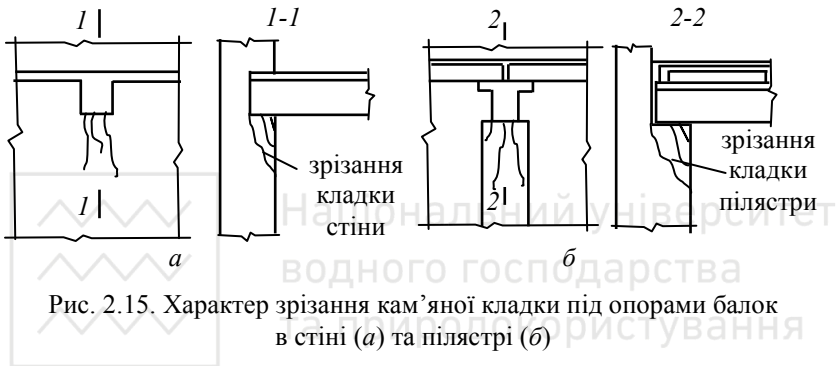


Рис. 2.15. Характер зрізання кам'яної кладки під опорами балок в стіні (а) та пілястри (б)

2.4. Особливості пошкоджень залізобетонних конструкцій

Залізобетон, як композитний і анізотропний матеріал, характеризується великою кількістю дефектів, серед них: нерівності, пори та раковини, каверни і чарунки, пустоти, напливи на поверхні, грубі та пористі шви, розшарування бетону, зколи, мікротріщини, усадочні тріщини, недотримання величини захисного шару бетону тощо. Особливо велика кількість дефектів зустрічається у монолітному залізобетоні, що пов'язано з порушеннями технології виготовлення конструкцій.

Пошкодження залізобетонних конструкцій особливо різноманітні, серед яких переважне місце займають різні за характером та причинами виникнення тріщини. Розрізняють тріщини, які виникли в до експлуатаційний період, і тріщини, які виникають в процесі експлуатації.



До тріщин, що виникають в до експлуатаційний період (під час виготовлення, складування, транспортування та монтажу) можна віднести: тріщини від усадки та набрякання бетону; тріщини в масивних залізобетонних конструкціях, які пов'язані зі значною кількістю тепла, що виділяється при твердінні бетону; тріщини в залізобетонних конструкціях при не правильному їхньому транспортуванні, складуванні та монтажі. Такі тріщини в подальшому під час експлуатації конструкцій під дією інших факторів можуть розвиватися і суттєво впливати на показники експлуатаційної придатності.

В експлуатаційний період тріщини виникають від силових впливів, які перевищують несучу здатність конструкцій, або через недостатньої міцності використаних матеріалів; тріщини в статично невизначених конструкціях, коли допущені помилки при виборі розрахункових схем; тріщини, які виникають внаслідок корозії бетону і арматури; тріщини, які виникають в конструкціях за нерівномірного осідання опор внаслідок замочування ґрунтів; тріщини, що виникають внаслідок температурних впливів тощо.

За орієнтацією розташування відносно осей конструкцій і їхніх елементів тріщини можуть бути нормальними та похилими до поздовжньої осі, поздовжніми та хаотично розташованими.

Пошкодження в залізобетонних конструкціях виникають також у вигляді роздроблення стиснутої зони бетону, відколонування захисного шару бетону, відшарування лещадок, виколів тощо.

Розглянемо докладніше найбільш поширені пошкодження залізобетонних балок (рис. 2.16). У випадках, коли дійсне навантаження перевищить розрахункове граничне, або припущена помилка у визначенні та установленні кількості поздовжньої арматури в розтягнутій зоні, виникають нормальні до поздовжньої осі балки тріщини (рис. 2.16а). Такі ж тріщини можуть виникати у верхній зоні балок від дії зусиль попереднього напружування арматури (рис. 2.16б).

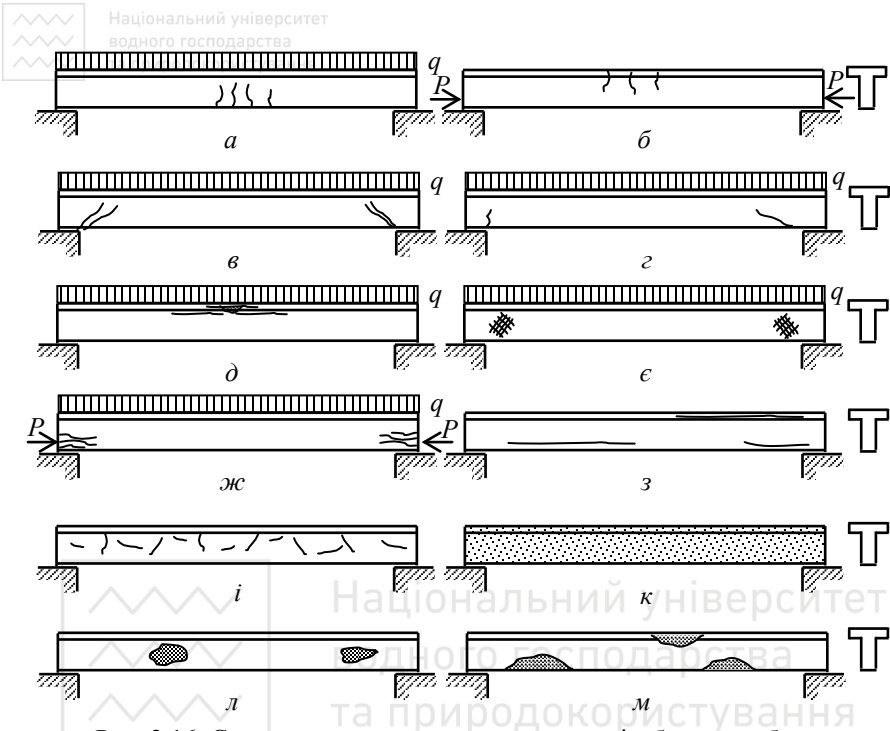


Рис. 2.16. Схеми можливих пошкоджень в залізобетонних балках:
a і *б* – нормальні до поздовжньої осі тріщини відповідно від дії зовнішнього навантаження та сил попереднього напруження арматури; *в* – похилі тріщини від дії зовнішнього навантаження; *г* – припорні тріщини внаслідок порушення анкерування арматури або її проковзування; *д* – роздроблення бетону та поздовжні тріщини в стиснутій зоні від зовнішнього навантаження; *е* – роздроблення бетону між похилими тріщинами; *ж* – поздовжні тріщини від розколюючої дії попередньо напруженої арматури; *з* – поздовжні тріщини вздовж арматурних стержнів, що піддалися корозії; *и* – хаотично розташовані тріщини від усадки бетону; *к* – лущення поверхні бетону внаслідок впливу зовнішнього середовища; *л* – відшарування лещадок бетону; *м* – зколи захисного шару бетону та кутів конструкції

На припорних ділянках в балках виникають суттєві поперечні сили, внаслідок чого в похилих перерізах діють головні розтягуючі напруження. Якщо останні перевищують міцність бетону на розтяг, то виникають похилі тріщини, а при



перевищені зовнішнім навантаженням граничних значень відбувається зріз балки по похилим перерізам (рис. 2.16в). Крім цього, через недостатнє анкерування арматури біля опор можуть виникати вертикальні і похилі тріщини (рис. 2.16г).

Виникнення тріщин відбувається і в стиснутій зоні бетону, коли недостатня міцність бетону на стиск або збільшено фактичне навантаження. В цьому випадку утворюються горизонтальні тріщини в місці примикання полиці до ребра, а також може виникнути роздроблення бетону в стиснутій зоні (рис. 2.16д). Роздроблення бетону в балці також можливе між похилими тріщинами від дії головних стискаючих напружень (рис. 2.16е).

В попередньо напружених балках за заниженої міцності бетону, або через недостатньої довжини ділянки анкерування арматури чи недостатньому поперечному армуванню можуть виникати горизонтальні тріщини. В цьому випадку попередньо напружена арматура проковзує і розклинає бетон приопорної ділянки (рис. 2.16ж).

Корозія арматури викликає горизонтальні тріщини, які порушують цілісність захисного шару бетону (рис. 2.16з). Хаотично розташовані тріщини виникають від усадки бетону (рис. 2.16і). Від впливів агресивного середовища, поперемінного заморожування та відтаювання, зволоження та висихання відбувається лущення поверхневого шару бетону (рис. 2.16к).

Під час зберігання, перевезення та монтажу в балках може відбутися відшарування лещадок бетону та пошкодження захисного шару бетону, зколи бетону на виступаючих кутах поперечного перерізу балок (рис. 2.16л; 2.16м).

В залізобетонних плитах спостерігаються пошкодження такі ж, як і в балках, але додатково ще можуть виникати тріщини в місцях примикання полиць до поздовжніх або поперечних ребер (недостатнє анкерування арматури в полицях), продавлювання полиць тощо (рис. 2.17).

Різноманітні пошкодження виникають у залізобетонних колонах (рис. 2.18), при цьому вони стосуються як самих колон в цілому, так і окремих їх конструктивних елементів (консолей).



Тріщини у колонах утворюються внаслідок їх перевантаження, або зниження проектної міцності бетону, корозії арматури, припущенні помилок при визначенні та здійсненні армування тощо.



Рис. 2.17. Пошкодження у залізобетонних ребристих плитах

Розташування поздовжніх тріщин в колонах залежить від величини ексцентриситету прикладання навантаження. При дії стискаючого навантаження з випадковими ексцентриситетами поздовжні тріщини розташовуються ближче до середини колон і можуть бути наскрізними (рис. 2.18а). При малих ексцентриситетах тріщини розташовуються ближче до стиснутої грані, хоча переріз колон може бути повністю стиснутим (рис. 2.18б). У випадках дії навантаження з великими ексцентриситетами в стиснутій зоні тріщини виникають поблизу бічної поверхні колони (рис. 2.18в), а також нормальні тріщини в розтягнутій зоні поперечного перерізу (рис. 2.18г).

Під час складування, транспортування та монтажу за порушення технологічних вимог в колонах виникають горизонтальні тріщини із площини дії в процесі експлуатації згинального моменту. Причиною таких тріщин може виявитись також недостатня жорсткість (велика гнучкість) колон із площини рами (рис. 2.18д).

Консолі колон під дією зовнішнього навантаження піддаються згину та зрізанню, а тому при перевантаженні, динамічних впливах або за допущених помилок при проектуванні та виготовленні в них можуть виникати нормальні та похилі тріщини (рис. 2.18е; 2.18ж; 2.19).

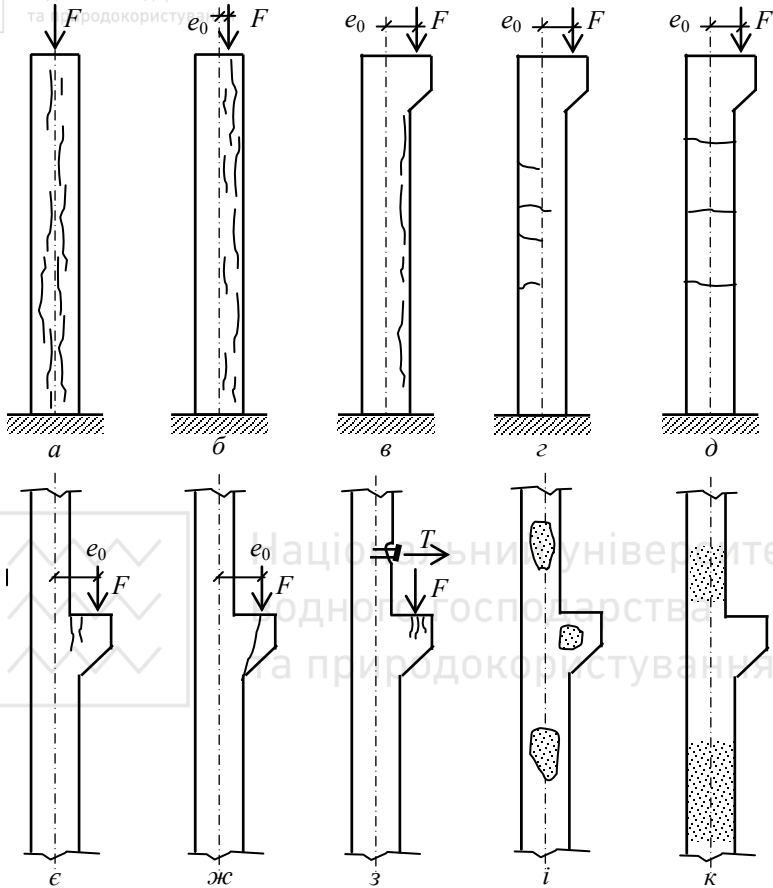


Рис. 2.18. Схеми пошкоджень залізобетонних колон: *a* – поздовжні тріщини по всій довжині; *б* – поздовжні тріщини в стиснутій зоні при дії сили з малими ексцентриситетами; *в* – те саме, тільки з великими ексцентриситетами; *з* – нормальні тріщини в розтягнутій зоні; *д* – нормальні тріщини із площини дії згинального моменту; *е* – нормальні тріщини в консолях; *ж* – похилі тріщини в консолях; *з* – вивання закладних деталей та тріщини від місцевого прикладання навантаження; *і* – відшарування лещадок бетону; *к* – лущення поверхні бетону при впливі зовнішнього середовища



В колонах з крановими навантаженнями від дії горизонтальних сил відбувається виривання закладних деталей, за допомогою яких кріпляться до колон підкранові балки, а також роздроблення бетону консолі під опорами балок внаслідок недостатньої його міцності на місцевий стиск (рис. 2.18з). Як і в балках в колонах також може відбуватися відшарування лещадок бетону та лущення його поверхні під дією зовнішнього середовища (рис. 2.18i; 2.18к).

Особливу увагу при обстеженні необхідно приділити верхнім частинам колон в місці обпирання кроквяних конструкцій, де можливе зім'яття та зколювання бетону під закладними деталями (рис. 2.19).



Рис. 2.19. Змінання та зколювання бетону консолі і верхньої частини колони в місці обпирання ригеля та кроквяної конструкції

Різноманітні пошкодження можуть утворюватися в залізобетонних фермах, які відносяться до багатоелементних конструкцій, що складаються з нижнього і верхнього поясів, розкосів, стійок, проміжних та опорних вузлів.

В нижньому поясі ферм виникають і розвиваються нормальні і повздовжні тріщини (рис. 2.20a). Перші є причиною перевантаження або недостатньої величини попереднього напруження арматури. В цьому випадку величини зусилля від попереднього напруження та зусилля опору бетону утворенню тріщин виявляються меншими за зусилля, яке виникає в нижньому поясі від зовнішнього навантаження. Навпаки, коли



зусилля попереднього напружування перевищує розрахункові значення, відбувається розколювання бетону, внаслідок чого виникають повздовжні тріщини.

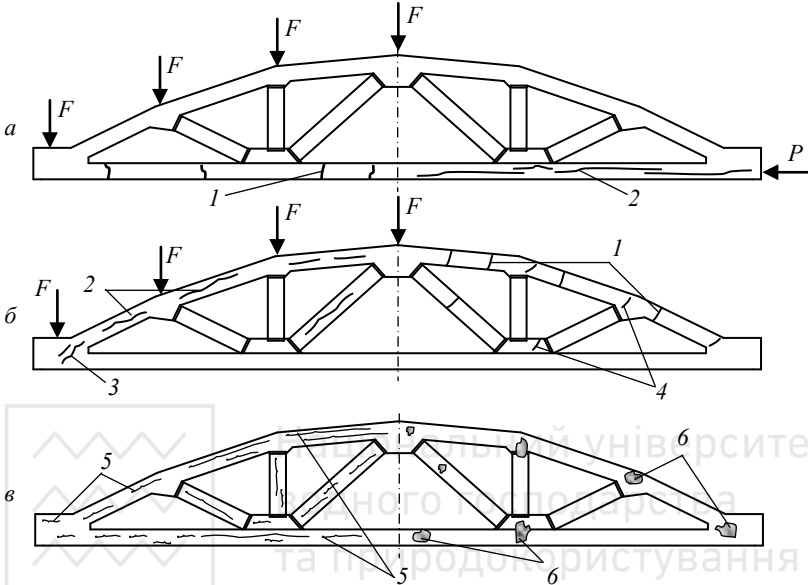


Рис. 2.20. Схеми пошкоджень залізобетонних ферм:
a – нижнього поясу; *б* – верхнього поясу, розкосів і вузлів;
в – пошкодження внаслідок усадки та утворенням лешадок;
1 – нормальні тріщини; *2* – поздовжні тріщини; *3* – похилі тріщини в опорному вузлі; *4* – тріщини в проміжних вузлах;
5 – усадочні тріщини; *6* – відшарування лешадок

У верхньому поясі та в елементах решітки також можуть виникати поздовжні тріщини, причиною чого є перевантаження ферм або використання бетону з міцністю меншою за проектну. При перевезенні та монтажі ферм, а також при складуванні з порушенням технологічних вимог ферми під дією власної ваги можуть працювати на згин зі своєї площини. Як наслідок, у верхньому поясі та інших елементах виникають односторонні або двосторонні нормальні тріщини (рис. 2.20б). В опорних вузлах, внаслідок перевантаження або через недостатню



кількість поперечної арматури, можуть виникати похилі тріщини. Також, за недостатнього армування, виникають тріщини в проміжних вузлах. Як і в усіх залізобетонних конструкціях, у фермах спостерігаються усадочні тріщини та відшарування лешадок, які є наслідком порушення технології виготовлення конструкцій (рис. 2.20б).

2.5. Пошкодження металевих конструкцій

Навіть за достатньо високого технічного рівня проектування, виготовлення і монтажу металевих конструкцій мають місце випадки не відповідності та порушення чинних вимог будівельних норм України, що тягне за собою накопичення різноманітних пошкоджень та зниження показників технічного стану конструкцій будівель та інженерних споруд. Внаслідок цього виникає необхідність у відновленні та підсиленні металевих конструкцій, задля недопущення в подальшому їхнього руйнування.

Причинами пошкоджень металевих конструкцій можуть бути силові, механічні, фізичні та хімічні фактори. Пошкодження від силових впливів виникають за наявності недопустимого перевантаження в процесі експлуатації, а також внаслідок допущених помилок при визначенні внутрішніх зусиль або послаблення перерізів елементів несучих конструкцій під час виготовлення та монтажу. В багатьох випадках різноманітні накладки, планки, в'язі чи інші елементи, які встановлюються конструктивно, за відсутності врахування дійсної роботи конструкцій можуть спричинити в місцях їхнього приєднання збільшення зусиль і пошкодження конструкцій. В конструкціях, які зазнають впливу динамічних навантажень досить часто виникають тріщини втоми. Динамічні навантаження також негативно впливають на роботу болтових, заклепкових та зварних швів (з'єднань).

Пошкодження від механічних впливів виникають, як правило, внаслідок порушення умов експлуатації транспортного обладнання в цехах виробничих будівель, прикріплення до



конструкцій різноманітних вантажів та допоміжного обладнання тощо.

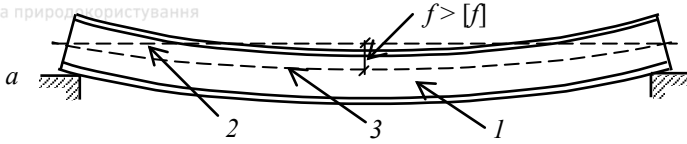
Руйнування конструкцій під впливом фізичних факторів пов'язано з розташуванням поблизу джерела тепла, а хімічних факторів – з різного виду корозією.

Пошкодження сталевих балок розділяються на загальні та локальні. До загальних пошкоджень можна віднести виникнення недопустимих прогинів, втрату стійкості полиць, стінок та ребер жорсткості (рис. 2.21) тощо. Перевищення допустимих прогинів у балках виникає в основному через їх перевантаження або недостатню запроєктовану жорсткість. Надмірні прогини балок утруднюють їхню нормальну експлуатацію (рис. 2.21а).

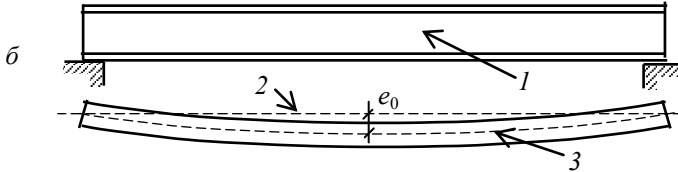
При значних прольотах та за недостатнього закріплення балок в горизонтальній площині може відбутися втрата стійкості із їхньої площини (рис. 2.21б). В цьому випадку в полицях нижнього поясу балок сумарні напруження від вертикального навантаження та деформування в горизонтальній площині перевищують межу текучості сталі і, навіть, межу міцності, що призводить до руйнування конструкції в цілому.

За дії високих технологічних температур, а також температур, що виникають внаслідок пожеж, зазвичай відбувається втрата стійкості всіх конструктивних елементів балок: верхнього і нижнього поясів, стінки та ребер жорсткості (див. рис. 2.21в). При цьому, форму втрати стійкості елементів, характер зміни їхньої геометричної форми передбачити неможливо.

Зварні шви металоконструкцій, при їх обстеженні, часто виявляються виконані з відхиленням від технічних умов і вимог: використані електроди не тих марок, що вказані у проекті; катет зварного шва не відповідає проекту; в наплавленому металі можуть спостерігатися непровари, раковини, шлакові включення тощо. Як наслідок, у зварних швах утворюються тріщини, які зазвичай виявляються не поміченими і призводять до ослаблення конструкцій та навіть до їхнього руйнування (див. рис. 2.23а).



1 – стальна балка; 2 – вісь ненавантаженої балки;
3 – вісь деформованої під навантаженням балки



1 – стальна балка; 2 – вісь ненавантаженої балки;
3 – вісь деформованої із площини балки

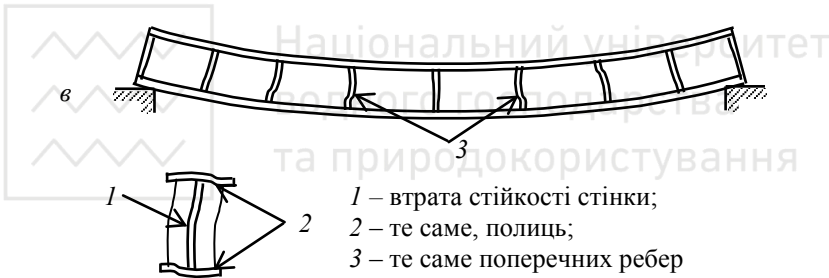


Рис. 2.21. Характерні загальні пошкодження сталевих балок:
а – недопустимий прогин; б – прогин із своєї площини;
в – втрата стійкості полиць, стінки та ребер жорсткості

Через порушення технології монтажу балок, при механічних впливах, а також внаслідок локальних перевантажень можуть утворюватися місцеві вигини (деформації) конструктивних елементів (див. рис. 2.22), або відбутись втрата їх місцевої стійкості. Окремі конструктивні елементи можуть мати пробоїни, підрізи тощо. При дії багаторазових повторних навантажень проявляється втома сталі, що спричиняє утворення тріщин у стінці або в нижньому поясі (див. рис. 2.23б).



Рис. 2.22. Деформація полички кутика нижнього поясу ферми

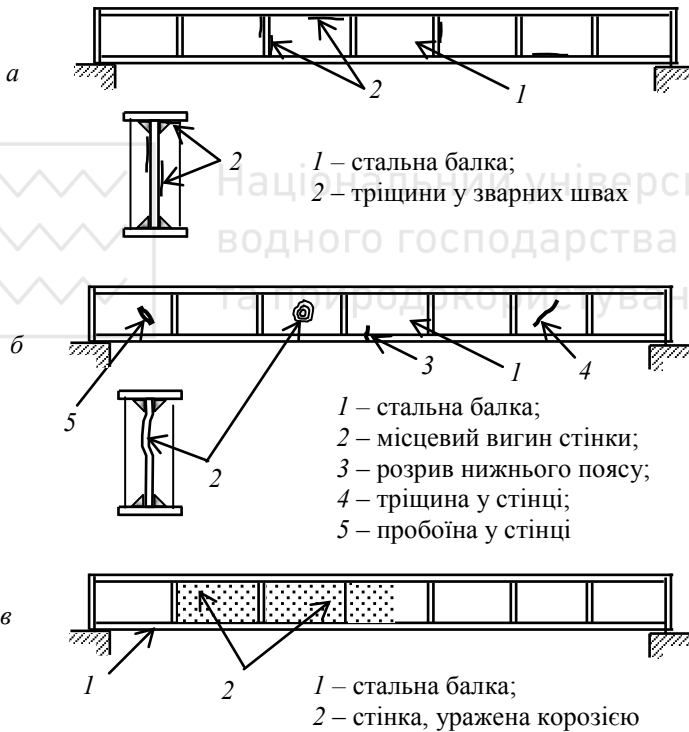


Рис. 2.23. Пошкодження сталевих балок у вигляді:
a – місцеві тріщини у швах; *б* – місцеві механічні пошкодження
нижнього поясу та стінки; *в* – ураження окремих ділянок корозією



При зміні температурно-вологісного режиму та наявності агресивного оточуючого середовища конструктивні елементи балок можуть зазнати поверхневої або виразкової корозії (рис. 2.23в).

При обстеженні будівель та інженерних споруд не рідкі випадки коли виявляється, що в процесі експлуатації до балок прикріплюють (приварюють) не передбачене проектом технологічне та інженерне обладнання, пошкоджуючи (влаштування отворів під болти, надрізів тощо) при цьому як самі конструкції, так і елементи в'язів, чим зменшують їхню несучу здатність та просторову жорсткість і стійкість.

Стальним фермам притаманні такі ж пошкодження і дефекти, як і балкам, але вони відрізняються від останніх значною кількістю елементів, а тому різновидів пошкоджень у них більше. При монтажі ферм виникають пошкодження пов'язані зі зміщення вузлів верхнього або нижнього поясів із їхньої площини (рис. 2.24.). Такі зміщення інколи можуть досягати суттєвих значень ($e=100-300$ мм) і призводять до втрати стійкості ферм в своїй площині в цілому та спричиняють руйнування всієї системи покрівлі.

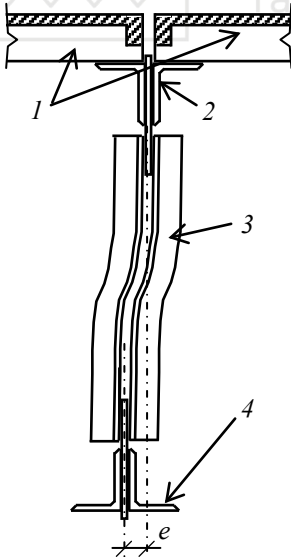


Рис. 2.24. Зміщення осей верхнього або нижнього поясу від проектного положення: 1 – плити покриття; 2 – верхній пояс ферми; 3 – елемент решітки ферми, що має викривлення; 4 – нижній пояс



Суттєво змінює напружено-деформований стан ферм випадок поза вузлового навантаження на них від покриття або внаслідок порушення центрування елементів у вузлах (рис. 2.25а; 2.25б). В цьому випадку у вузлах ферм виникають не передбачені в проекті згинальні моменти, які призводять до прогинів і вигинів конструктивних елементів верхнього поясу та решітки. У вузлових з'єднаннях ферм виникають тріщини як у зварних швах (руйнування швів), так безпосередньо і у фасонках (рис. 2.25в; 2.25г). Причинами вище вказаних пошкоджень можуть бути перенапруження конструктивних елементів ферм або механічні впливи при їх перевезенні і монтажі, що призводять також до втрати стійкості елементів решітки ферм та пошкоджень полиць кутиків тощо (див. рис. 2.22; 2.26; 2.27).

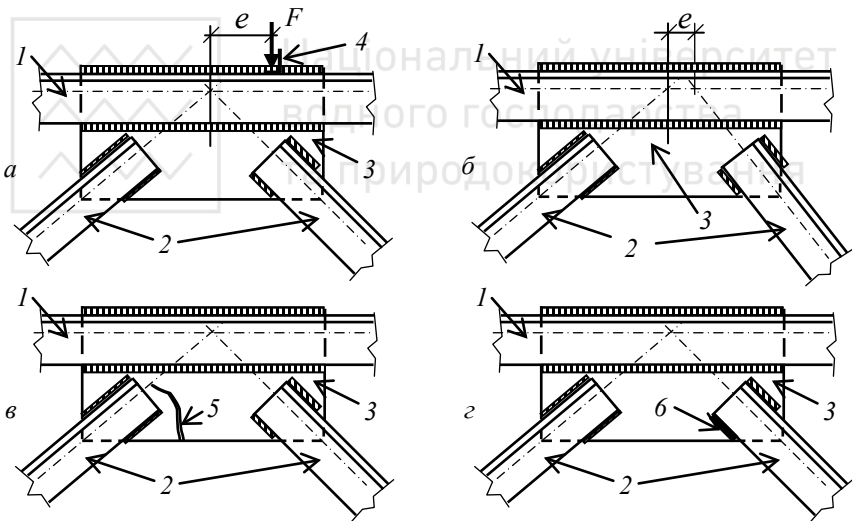


Рис. 2.25. Місцеві пошкодження елементів ферм: а – викривлення верхнього поясу та решітки внаслідок поза вузлового навантаження; б – те саме, внаслідок порушення центрування елементів у вузлах ферми; в – тріщина у фасонці; г – зрізання зварного шва; 1 – верхній пояс ферми; 2 – розкоси; 3 – фасонка; 4 – прогін; 5 – тріщина; 6 – зріз шва

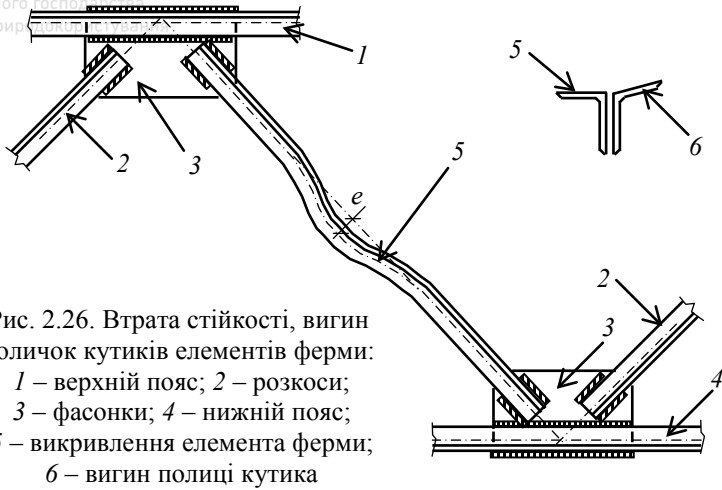


Рис. 2.26. Втрата стійкості, вигин полиць кутиків елементів ферми:

- 1 – верхній пояс; 2 – розкоси;
- 3 – фасонки; 4 – нижній пояс;
- 5 – викривлення елемента ферми;
- 6 – вигин полиці кутика

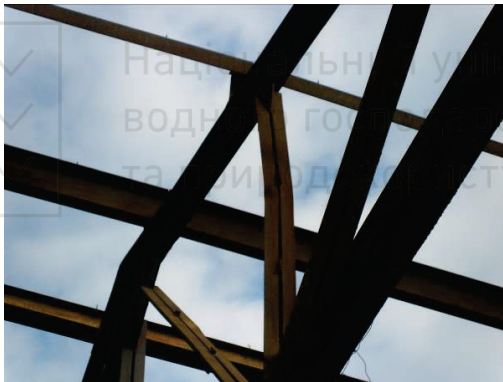


Рис. 2.27. Втрата стійкості стійки з площини ферми

В сталевих наскрізних колонах можна спостерігати втрату стійкості окремих віток внаслідок перевантажень та локальних механічних ударів, а також розриви планок решітки (див. рис. 2.28а).

В суцільних колонах виникають характерні пошкодження такі ж, як і в балках. Це втрата місцевої стійкості стінки та полиці в складених колонах, утворення тріщин в стінках і поясах, виникнення поверхневої та виразкової корозії тощо (рис. 2.28б; 2.28в).

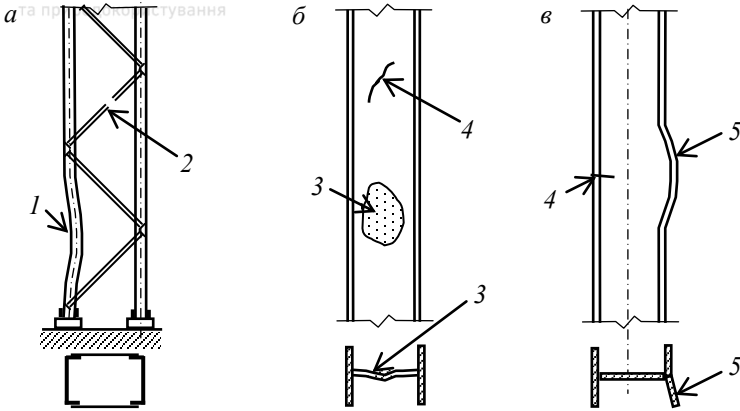


Рис. 2.28. Пошкодження сталевих наскрізних (а) і суцільних колон (б, в): 1 – втрата стійкості вітки; 2 – розрив планок; 3 – місцева втрата стійкості стінки; 4 – тріщини; 5 – втрата стійкості полиці

Необхідно зазначити, що в сталевих конструкціях, порівняно з конструкціями з інших матеріалів, незначні на перший погляд пошкодження і дефекти (раковини, тріщини, непровари швів тощо) мають більш негативний вплив на їхній технічний стан та несучу здатність. Непомічені тріщини, неякісне виконання зварних швів, послаблення болтових з'єднань елементів тощо призводять до зниження надійності конструкцій, а в подальшому і їхнього руйнування, у тому числі крихкого.

2.6. Пошкодження конструкцій із деревини

Велика кількість старих будівель, у тому числі і унікальних історичних пам'яток, зведені з застосуванням деревини, при цьому експлуатація їх розрахована на багато років. В сучасному будівництві, де переважне місце займають залізобетон, сталь та синтетичні матеріали, помітно зростає кількість конструкцій виконаних з деревини (балки перекриття, кровляні системи, стінові панелі тощо).

До позитивних властивостей деревини відносять невелику середню щільність в сухому стані, твердість, міцність



при згині, незначний коефіцієнт температурного лінійного розширення, пружність та здатність піддаватися легкій обробці. Але конструкції з деревини в процесі експлуатації не рідко піддаються різноманітним ушкодженням.

Дерев'яні балки, як і сталеві, можуть надмірно деформуватися в своїй площині, а також із площини внаслідок перевантаження або недостатнього закріплення в горизонтальній площині (рис. 2.29а; 2.29б). Характерними для деревини є утворення поздовжніх тріщин, пов'язаних зі зміною температурно-вологісного режиму середовища, що спричиняє її усування (рис. 2.29в). У складених балках спостерігаються розшарування дошок, порушення щільності з'єднання за рахунок усування або намокання (рис. 2.29г; рис. 2.30).

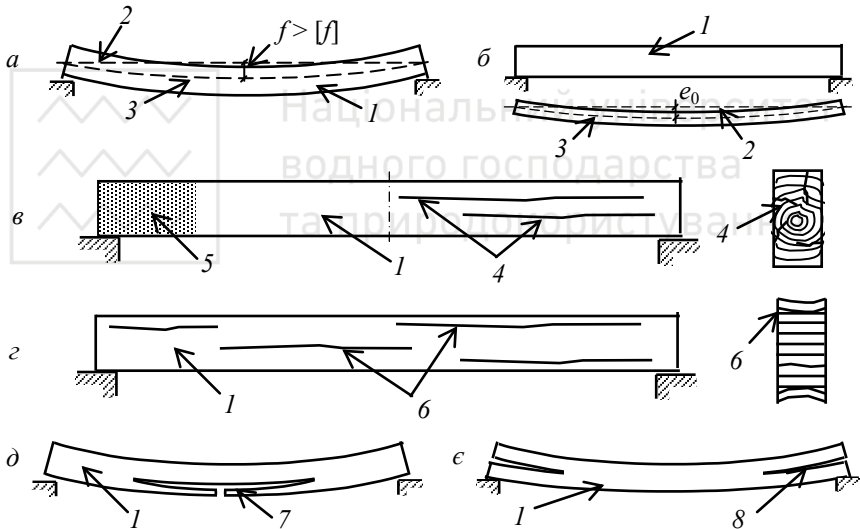


Рис. 2.29. Пошкодження дерев'яних балок: 1 – дерев'яна балка; 2 – вісь ненавантаженої балки; 3 – вісь деформованої балки; 4 – тріщини усування; 5 – загнивання балки на опорній ділянці; 6 – розшарування і короблення дошок; 7 – руйнування балки в прольоті; 8 – сколювання опорної ділянки балки



a



б

Рис. 2.30. Тріщини у клеєній дерев'яній балці прольотом 18 м на опорі (*a*) та в прольоті (*б*)

Під впливом несприятливих біологічних факторів – дереворуйнівних грибків і комах, деревина піддається гниттю. Особливо небезпечними в цьому плані є приопорні ділянки конструкцій, де відбувається контакт деревини з кам'яною кладкою, металевими і залізобетонними конструкціями, а також можливе зволоження її, кондиціонування та накопичування вологи, що сприяє розвитку діяльності грибків (рис. 2.29в). Загнивання деревини суттєво знижує її міцність та призводить до руйнування конструкцій (рис. 2.31).



Рис. 2.31. Кроквяна нога покриття будівлі зруйнована гниллю

На пошкодження дерев'яних конструкцій суттєво впливає наявність різноманітних вад деревини (сучків, тріщин, кренів, закомелюваності, косошарості, завилькуватості, прорості тощо), внаслідок чого відбувається руйнування балок в прольоті або сколювання на опорних ділянках (рис. 2.29д; 2.29е).



2.7. Пошкодження конструкцій фундаментів

Фундаменти багатьох будівель старої забудови виконувалися з керамічної цегли або бутового каменю без належної перев'язки і на розчинах низької міцності. Не рідкістю у фундаментах таких будівель є бутовий камінь укладений «насухо». В більш пізній час поверх бутового мурування почали влаштовувати бетонні блоки. В останні роки стрічкові фундаменти будівель виконують, як правило, з використанням залізобетонних плит та фундаментних стінових бетонних блоків, або ж влаштовують їх монолітними.

Внаслідок недостатньої перев'язки швів кладки фундаментів, зменшення міцності розчину, замочування основи в муруванні із буту виникають тріщини, які призводять до розшарування фундаменту (рис. 2.32а). Причиною розшарування фундаментів також можуть бути перевантаження, які виникають після реконструкції. Крім цього, у випадках, коли поряд з існуючими будівлями відкопаються котловани під нові і якщо вони затоплюються ґрунтовими чи атмосферними водами, відбувається порушення основи, втрата міцності розчину і самих фундаментів.

Негативно на якість фундаментів впливає порушення технології їхнього влаштування. Це стосується використання для засипки пазух фундаментів ґрунтів, що добре змерзаються, неякісне ущільнення ґрунту зворотної засипки, помилкове визначення глибини закладання фундаментів, підтоплення при зміні рівня ґрунтових вод, замочування ґрунту засипки тощо. Внаслідок цього відбувається розрив фундаментів по шву між бутовим муруванням і бетонними блоками (рис. 2.32б).

В стрічкових фундаментах від перевантаження або за недостатньої кількості робочої арматури у залізобетонних плитах виникають нормальні тріщини (рис. 2.32в). У плитах за заниженої їхньої товщини або міцності бетону можуть також утворюватись похилі тріщини.

Найбільш характерними пошкодженнями для фундаментів будівель та інженерних споруд є: поява тріщин і деформацій від осідання у надземних їх частинах; деформації



фундаментів, викликані осіданням чи зсувом основи; знос, пошкодження чи руйнування конструкцій фундаментів (тріщини у тілі, оголення арматури, корозія бетону та арматури, руйнування або втрата міцності матеріалом тощо).

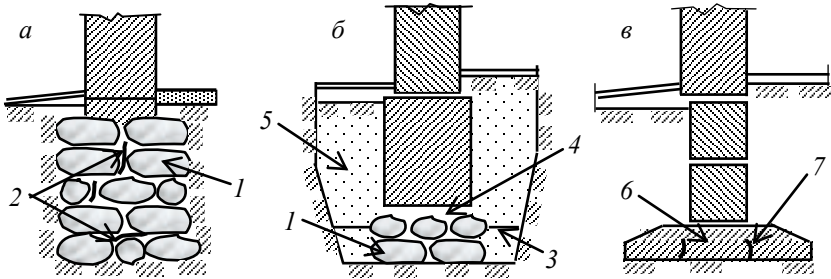


Рис. 2.32. Пошкодження фундаментів: *а* – розшарування бутового мурування; *б* – розрив фундаменту; *в* – тріщини у фундаментній плиті; 1 – бутове мурування; 2 – місця розшарування мурування; 3 – рівень промерзання ґрунту; 4 – розрив фундаменту; 5 – засипка пазух фундаменту; 6 – фундаментна залізобетонна плита; 7 – тріщини у фундаментній плиті

2.8. Характерні місця виникнення пошкоджень в будівлях

Під дією різноманітних навантажень і впливів в процесі експлуатації у громадських і промислових будівлях спостерігаються характерні місця виникнення пошкоджень (див. рис. 2.33; 2.34). В цих місцях найбільш імовірно зношення несучих і огорожуючих конструкцій, що призводить до зниження показників технічного стану та їхнього руйнування.

До основних показників, які необхідно встановити при дослідженні технічного стану будівель, відносяться:

- загальна та місцева міцність конструкцій;
- просторова жорсткість будівлі, загальні та місцеві деформації її конструктивних елементів;
- насиченість вологою елементів конструкцій;
- теплотехнічні характеристики огорожень;
- стан покрівель, карнизів, балконів, деформаційних швів;



- корозія несучих металевих конструкцій, металевих в'язів між елементами збірних конструкцій;
- стан опорних частин несучих конструкцій перекриття і покриття, стан дерев'яних конструкцій;
- стан основ і фундаментів;
- стан і відповідність проекту монтажу санітарно-технічних, електротехнічних та інших систем інженерного обладнання;
- тепловий режим, загазованість приміщень, вентиляція тощо.

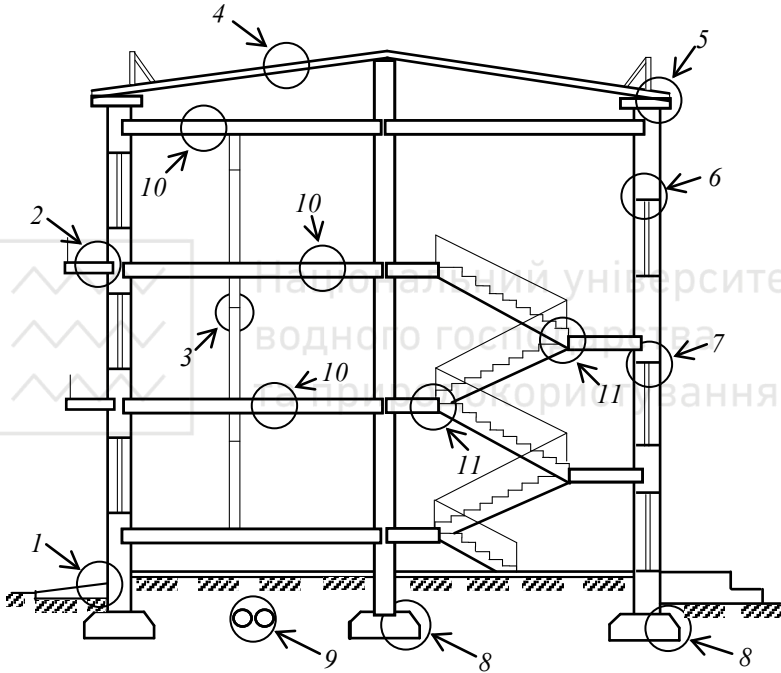


Рис. 2.33. Характерні вразливі місця, з імовірними пошкодженнями конструкцій багатоповерхових будівель:

- 1 – цоколи та вимощення; 2 – балкони та їхні кріплення;
- 3 – перегородки; 4 – покриття; 5 – карнизи та парапети; 6 – над віконними прорізами; 7 – у зовнішніх стінах; 8 – в основах і фундаментах; 9 – інженерні мережі; 10 – в перекриттях;
- 11 – в місцях обпирання сходових маршів і площадок

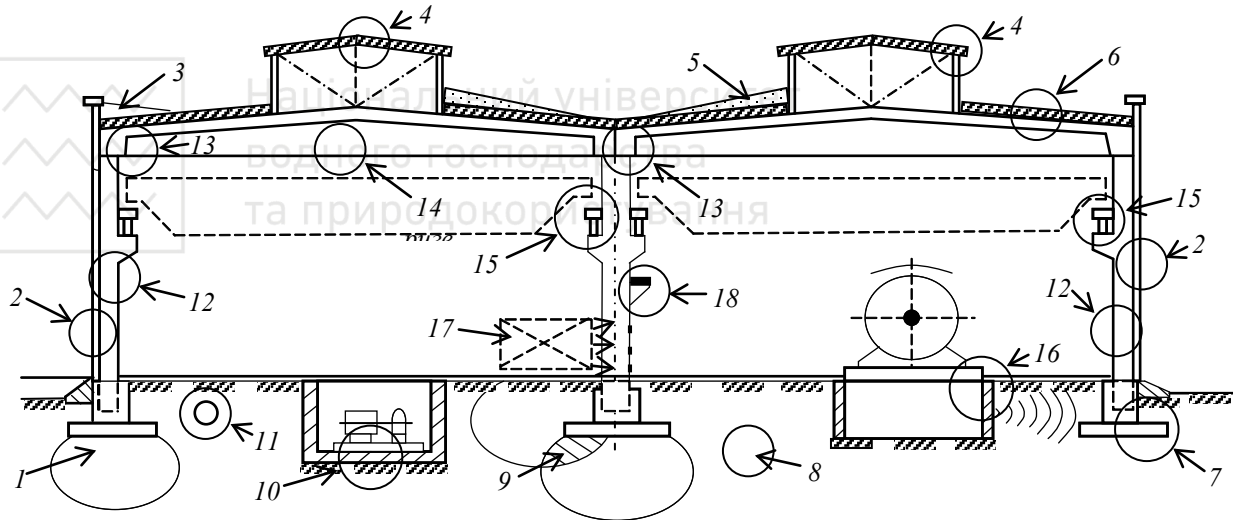


Рис. 2.34. Характерні місця для обстеження конструкцій в одноповерховій промисловій будівлі:
 1 – основа фундаменту; 2 – зовнішня стіна; 3 – снігові мішки біля парапету; 4 – конструкції світло-аераційного ліхтаря; 5 – пилові мішки біля ліхтаря; 6 – покрівля; 7 – конструкції фундаментів;
 8 – геопатогенна зона; 9 – додаткове напруження в основі від обладнання; 10 – технічний приямок;
 11 – підземні мережі; 12 – колони; 13 – опорні зони ригеля; 14 – середні зони ригеля (балок, ферм, арок);
 15 – підкранові балки та їхні вузли кріплення; 16 – фундамент агрегату з динамічними впливами;
 17 – навантаження на основу, у тому числі з впливами на конструкції високих температур;
 18 – кронштейн для кріплення інженерних мереж



На територіях промислового і цивільного будівництва крім будівель виробничого, адміністративного, культурно-побутового призначення, житлових будинків розташовано інженерні споруди, які забезпечують їх життєдіяльність. До найбільш значимих таких споруд відносять резервуари для зберігання різних рідин, очисні споруди систем водопостачання та водовідведення, водонапірні башти, силоси і бункери для зберігання сипучих матеріалів, підпірні стінки, опори ліній електропередач, канали і тунелі для розташування інженерних комунікацій, димові труби тощо.

Інженерні споруди зводять з застосуванням плит, балок, ферм, арок, рам, а також зі специфічних для них конструктивних елементів (елементи кільцевого перерізу, просторові елементи, великопротітні конструкції тощо). Виконують конструкції і споруди в основному із залізобетону, сталі, кам'яних матеріалів, а тому пошкодження у них можуть виникати такі ж, як і будівлях промислового та цивільного призначення, що описані в попередніх підрозділах.

У інженерних спорудах виникають і специфічні пошкодження, які в сполученні з іншими можуть призвести їх до аварійного стану. Розглянемо деякі приклади пошкоджень інженерних споруд, які виявилися причиною їхнього руйнування.

Силосний корпус на цементному заводі, який складається з двох груп по шість силосів з внутрішнім діаметром 9,5 м в кожній, зведений із монолітного залізобетону у ковзкій опалубці. Висота силосного корпусу від днища до верха складає 26,7 м. Для стін передбачався клас бетону В15, а армування запроектовано з подвійної гладкої арматури у вигляді стержнів з гаками. Для розвантаження цементу із силосів використовувалася пневматична система.

Руйнування одного із силосів відбулося під час розвантаження цементу у два вагони через випуски днища, оскільки боковий випуск був заблокований куском деревини, яка випадково попала в ємність. Від силосу при руйнуванні цілою залишилася нижня частина на висоту до 4,5 м від днища і вся підсилосна частина. В днищі і колонах деформації не виникали. В обломках стін силосів виявлена розірвана арматура з шийками на її кінцях. В



окремих місцях на оголеній арматурі гаки були розігнуті. При руйнуванні силосу були також пошкоджені сусідні силосні банки.

Аналіз руйнування показав, що причиною виявилися суттєві відхилення від проекту: кільцева арматура фактично мала площу поперечного перерізу в середньому на 18% меншу за проектну, а в зоні дії максимальних динамічних навантажень – на 47%; товщина стінок складала в межах 15,5 – 16 см при проектній 18 см. Крім цього були допущені порушення правила виконання робіт: робилися великі технологічні перериви при зведенні стінок в ковзкій опалубці (два місяці і більше); кільцева арматура встановлювалася без шаблону, внаслідок чого віддаль між стержнями по висоті досягала 57 см за проектного значення 10-12 см; нерегулярно виконувався контроль міцності бетону; акти на приховані роботи по влаштуванню арматури не склалися; керували роботами працівники без достатнього досвіду. Внаслідок недосконалої технології виготовлення в стінах силосів відбулося суттєве відшарування захисного шару бетону та корозія арматури в місцях влаштування технологічних швів (рис. 2.35).

Порушувалися також правила експлуатації, які полягали в тому, що розвантажувальні отвори часто засмічувалися обломками деревини, кусками злежалого цементного пилу, що вимагало підвищення тиску для подачі збільшеної кількості повітря, а це створювало додаткові навантаження на стіни силосної банки. Такий комплекс дефектів і порушень призвів до руйнування окремого силосу і суттєвих пошкоджень сусідніх силосних банок. В подальшому всі силоси були відновлені для експлуатації.



Рис. 2.35. Відшарування захисного шару бетону в силосних корпусах на ділянках влаштування технологічних швів бетонування



Інший залізобетонний силосний корпус зернового елеватору складався з квадратних силосів розміром $3,2 \times 3,2$ м, об'єднаних в послідовно розташовані три блоки по 35 силосів. Стіни товщиною 15 см зводили в ковзкій опалубці із бетону міцністю 14 МПа.

В процесі експлуатації в середньому блоці виникло нерівномірне осідання з нахилом до крайнього блоку, а також утворилися тріщини в нижній частині зовнішніх стін, які швидко прогресували. Не дивлячись на це, силосний корпус продовжували експлуатувати. Внаслідок чого відбулося раптове руйнування стін в нижній частині силосних банок.

Як і в попередньому випадку руйнування корпусу спричинив комплекс допущених дефектів та порушень умов експлуатації. В окремих місцях дійсна міцність бетону складала 11,4 МПа, а в середньому блоці на висоті 4 м виявлена по периметру горизонтальна смуга з низькою міцністю бетону.

Також були виявлені дефекти в розташуванні горизонтальної арматури, віддаль між якою досягала 50 см при проектній 30-35 см, а вертикальні стержні в стінах підсилосного поверху встановлені діаметром 10 мм замість 12 мм. Поперечні стержні в стінах підсилосного поверху розташовувалися через 25 см замість 15 см, а на окремих ділянках вони взагалі були відсутні. Ці вади у виконанні стін підсилосного поверху дали підстави розглядати їх не як залізобетонні, а як бетонні. Перевірочні розрахунки показали, що міцність стін в нижній частині силосів була на 26% меншою за проектну. Руйнування силосів спричинили також додаткові місцеві напруження в стінах внаслідок порушення правил завантаження та розвантаження.

До зведення залізобетонних димових труб висуваються високі вимоги з тим, щоб забезпечити їхню довговічність та надійність в експлуатації. Але і в трубах допускаються дефекти і пошкодження конструкцій, які можуть призвести до аварій.

Залізобетонна труба агломераційної фабрики висотою 120 м зведена із бетону класу В15 (на момент зведення марки М200). Футеровка труби виконувалася за проектом із глиняної цегли. В процесі зведення гідроізоляція ствола труби влаштовувалася шляхом обмазування бітумом, розбавленим гасом, а кислотостійкий розчин для захисту футеровки був замінений глиноцементним. Це погіршало умови роботи труби.



Після десяти років експлуатації, внаслідок низки дефектів і порушень технічного стану, відбулося руйнування верхньої частини труби на висоті 80 м. Частина труби, яка впала, являла собою грудку обломків бетону, перемішаних зі зігнутою арматурою. Обривів арматури не було виявлено.

В процесі експлуатації, внаслідок неякісної гідроізоляції ствола від технологічних та атмосферних впливів, відбувалося поступове просочування бетону розчином сірчаної кислоти, що викликало корозію матеріалів, накопичення тріщин та відшарування бетону внаслідок корозії арматури (рис. 2.36).



Рис.2.36. Сульфатна корозія бетону, фільтрація вологи на зовнішню поверхню димової труби

Міцність бетону, визначена на зразках відібраних з різних уламків, змінювалася в суттєвих межах. В процесі зведення труби допускалися порушення технічних умов на виконання робіт, що також негативно вплинуло на однорідність бетону.

Аналіз причин руйнування труби показав, що основною причиною виявилися резонансні її коливання при сильних поривах вітру, за яких внаслідок неоднорідності бетону, порушення зчеплення з ним арматури міцність труби виявилася недостатньою. Порушення технічного стану труби накопичувалися тривалий час і своєчасно не були виявлені. Димовідвідна труба за спеціальним проектом була відновлена для експлуатації.

При обстеженні цегляних димовідвідних труб виявляли наскрізні вертикальні та горизонтальні тріщини у стволі з шириною розкриття до 20 мм (рис. 2.37). Для кам'яної кладки труб характерні такі ж дефекти і пошкодження, що й для кладки конструкцій будівель і споруд, викладені вище. Особливу увагу слід звернути на стан металевих стяжних кілець труб, так як не рідко вони відсутні, провисають або є деформованими, замки розміщені не у шаховому

порядку, метал кілець та замків зазнає виразкової корозії, конструкція замків секцій кілець не відповідає технічним вимогам (неможливим є регулювання натягу кілець, стяжні болти у замку деформовані та не забезпечені від саморозкручування тощо). Крім того, металеві конструкції технологічних майданчиків труб та скоби драбини часто виявляються деформованими. Технічний стан споруди визначають з огляду на стан футеровки (при її наявності), цоколя, карнизів, димоходів тощо.



Рис. 2.37. Тріщини у стволі цегляної димовідвідної труби

Конструктивні елементи металевих димових труб в процесі експлуатації зазнають ураження корозією, не рідкість – виразковою, як і для металевих конструкцій будівель їм характерні деформації, локальні ушкодження тощо. При діагностиці технічного стану труб особлива увага приділяється стану зварних та болтових з'єднань конструктивних елементів споруди, опорній частині труби (плиті, ребрам, анкерним болтам), відтяжкам, вузлам з'єднання відтяжок зі стволом і фундаментами, димоходам (рис. 2.38).



Рис. 2.38. Опорний вузол та з'єднання відтяжок металевої димової труби



Відтяжки у металевих димових трубах можуть бути демонтовані (не встановлені), деформованими, можуть провисати (частково або повністю втратити натяг). Їх натяжні пристрої (талрепи) та вузли кріплення часто не відповідають технічним вимогам по влаштуванню таких споруд.

Залізобетонні водонапірні башти є різновидом просторових конструкцій і в більшості випадків зводяться із монолітного залізобетону в ковзкій або переставній опалубці. Особливі вимоги ставляться до влаштування основ фундаментів, оскільки надмірний крен може призвести до втрати стійкості споруди.

Наприклад, водонапірна башта з висотою до верха шатра рівною 45 м і ємністю бака в 560 м³ зруйнувалася в межах кільця між відмітками від 20 до 23 м. Одною із причин руйнування башти виявилися грубі порушення проекту в частині влаштування основ і фундаментів. Оскільки башта зведена на просідаючих ґрунтах, необхідно було виконати водозахисні заходи, що не було зроблено. Крім цього, котлован під час будівництва був заповнений атмосферною водою, після відкачки якої був засипаний ґрунтом, який належним чином не був ущільнений. Це в подальшому призвело до нерівномірних осідань основи і накопиченню тріщин в стволі башти, а крен башти збільшив ексцентриситет вертикальних навантажень, що знизило запас стійкості споруди. В межах кільця, по якому відбулося руйнування башти, були виявлені суттєві порушення у вигляді виколування бетону та вигинання арматури, міцність бетону була значно нижча проектної, а товщина стінки на окремих ділянках зменшена з 12 до 6 см.

Наведені вище дефекти і порушення з часом накопичувалися і призвели до руйнування башти, після якого вона була повністю розібрана. Певно, своєчасне виявлення порушень технічного стану башти дало б можливість виконати роботи, які б не допустили її руйнування.

До складних інженерних споруд відносять градирні, які являють собою просторові системи і зводяться із монолітного і збірною залізобетону. Градирня Дарницької ТЕЦ являє собою збірну біконічну оболонку з циліндричною вставкою та верхнім ребром жорсткості, а нижнє ребро жорсткості опирається на нахилену колонаду. Висота споруди складає 55 м, а максимальний діаметр – 49 м. Оболонка змонтована з 400 залізобетонних панелей

трапецієподібної форми довжиною по 5,2 м перемінної ширини. Висота ребер знаходиться в межах 200-250 мм з шириною 190 мм. Горизонтальні та вертикальні ребра змонтованих панелей утворюють зовнішні горизонтальні і вертикальні ребра оболонки.

Після 42-х років експлуатації були виконані обстеження технічного стану з визначенням фізико-механічних характеристик. Фактична міцність бетону плит знаходилася в межах 37,5-60 МПа, що свідчить про значне коливання його міцності для окремих плит. Але фактична мінімальна міцність бетону в плитах перевищувала проектну міцність (30 МПа). Не зважаючи на достатню міцність бетону, під дією техногенних та атмосферних впливів відбувалося його руйнування в першу чергу за рахунок корозії арматури, причиною якої став недостатній захисний шар бетону. Фактичний захисний шар бетону знаходився в межах 10-60 мм за проектного значення 25 мм, а в полицках в окремих місцях захисний шар був відсутній.

Внаслідок корозії бетону, яка носила фізичний характер, утворилися тріщини, паралельні напрямкам стержнів, з наступним відшаруванням захисного шару (рис. 2.39). Корозії піддавалися і стержні, діаметр яких зменшився на 1-2 мм, а окремі стержні були повністю зруйновані.



Рис. 2.39. Руйнування горизонтальних і вертикальних ребер збірних плит градирні

Для відновлення технічного стану градирні за спеціальним проектом виконано ін'єкціювання тріщин цементним розчином, а також поверхневий ремонт конструкцій з ретельним захистом бетону, арматури та закладних деталей від впливу оточуючого середовища.



3. ДІАГНОСТУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ, БУДІВЕЛЬ ТА ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

3.1. Етапи обстеження технічного стану будівельних конструкцій, будівель та інженерних споруд

Загальною метою діагностування технічного стану будівельних конструкцій, будівель та інженерних споруд є виявлення ступеня фізичного зношення та залишкового ресурсу несучих і огорожуючих конструкцій, причин, що обумовлюють їхній стан, дійсної роботоспроможності та розробка заходів з забезпечення експлуатаційних якостей. Діагностування технічного стану будівельних конструкцій, а також будівель та інженерних споруд у цілому здійснюється за результатами обстеження, розрахунку та аналізу отриманих результатів.

Основою для проведення обстеження об'єкта, як правило, є технічне завдання, в якому визначається: мета і завдання на обстеження; склад та форма подання результатів; необхідність оформлення (оновлення) паспорта об'єкта; перелік та обсяг робіт з обстеження; нормативні документи, вимоги яких мають бути виконані; форма участі замовника (власника) в роботах з обстеження; умови доступу виконавців обстеження до об'єкта (прилеглої території). У технічному завданні зазначається наявна технічна документація на об'єкт, яка може бути надана виконавцям обстеження.

Залежно від задач, що ставляться у технічному завданні, при виконанні обстежень об'єктів виділяють такі етапи:

- підготовка до проведення обстеження;
- попереднє обстеження;
- основне (детальне) обстеження;
- складання звіту;
- додаткове обстеження (за потреби);
- спеціальні обстеження (за потреби).

Підготовка до проведення обстеження включає:

- ознайомлення з об'єктом, прилеглою територією та забудовою;



- попередній аналіз завдання і вихідних даних, у тому числі наявної технічної документації;
 - за необхідності, пошук і отримання відсутніх матеріалів, необхідних для виконання обстеження;
 - складання технічного завдання на обстеження.
- Попереднє обстеження включає такі види робіт:
- ознайомлення з наявною технічною документацією для визначення відповідності конструктивних, архітектурно-планувальних рішень і експлуатаційних характеристик діючим нормам та змінам природного або техногенного середовища, що відбулися за період експлуатації;
 - збирання та аналіз інформації від осіб, що брали участь у будівництві та експлуатації об'єкта;
 - попередній огляд об'єкта, прилеглої території та забудови з урахуванням зібраної інформації, попереднім оцінюванням технічного стану конструкцій, основ, інженерних систем та виявленням серед них таких, що перебувають у найбільш небезпечному стані;
 - виявлення особливостей технології виробництва (експлуатації) з точки зору впливу на стан будівельних конструкцій.

Результатом попереднього обстеження може бути попередній висновок про стан об'єкта, за необхідності – попередні рекомендації з його експлуатації та програма основного обстеження.

До основного (детального) обстеження, залежно від поставлених задач, може бути включено:

- аналіз архітектурно-планувальних і конструктивних рішень, їх відповідності діючим нормам та умовам використання об'єкту;
- проведення візуального обстеження з фіксацією, обмірами, ескізуванням і визначенням причин наявних дефектів та пошкоджень конструкцій, основ і фундаментів;
- дослідження інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов майданчика;
- обміри конструкцій, об'єкта в цілому та елементів прилеглої території;



- інструментальні дослідження та випробування будівельних конструкцій (польові та лабораторні вимірювання міцності матеріалів, геометричних параметрів, фізико-механічних характеристик, випробування конструкцій контрольним навантаженням тощо);
 - обстеження засобів захисту конструкцій від корозії, природних та техногенних впливів;
 - огляди інженерних систем, що мають вплив на будівельні конструкції, вивчення та аналіз такого впливу на технічний стан конструкцій та об'єкта в цілому;
 - вибіркове розкриття закритих елементів та вузлів для оцінки їх технічного стану і вимірювання необхідних технічних та експлуатаційних характеристик;
 - уточнення фактичних діючих навантажень, їхніх схем, перевірочні розрахунки конструктивних систем об'єкта, його конструкцій та основ з урахуванням фактичних геометричних параметрів, діючих навантажень, розрахункових схем і перерізів, фізико-механічних характеристик, наявних дефектів і пошкоджень;
 - визначення поточної динаміки розвитку тріщин і деформацій в конструкціях і вузлах через встановлення маяків та проведення інших заходів;
 - узагальнення та аналіз отриманих даних;
 - прогнозування динаміки зміни параметрів, що впливають на технічний стан об'єкта.

Додаткове обстеження об'єкта проводять, якщо в процесі основного обстеження виявлено необхідність у дослідженнях, не передбачених договором та технічним завданням.

Спеціальні обстеження призначають у тих випадках, коли даних основних і додаткових обстежень недостатньо для прийняття обґрунтованого рішення щодо технічного стану та безпечної експлуатації об'єкта. Спеціальні обстеження потребують більш тривалих і точних спостережень, проведення вишукувань, досліджень, випробування конструкцій і споруд в натурних умовах. У разі проведення спеціальних обстежень додатково:



- уточнюють дані інженерно-геологічних, гідрогеологічних, інженерно-геодезичних та інших вишукувань;
- здійснюють випробовування конструкцій пробними (контрольними) навантаженнями та впливами;
- виконують тривалі спостереження та вимірювання (моніторинг) деформацій, осідань, кренів, температуро-вологісного режиму тощо.

Підсумком роботи з обстеження та аналізу його результатів є звіт (заключення), який повинен містити:

- дані про технічну документацію, її повноту та якість, опис конструктивних рішень, висновки про невдалі та хибні рішення;
- стислий опис технології будівництва з зазначення відхилень від проекту, а також дефектів, які виникли на стадії будівництва;
- відомості, які характеризують проектний та фактичний режим експлуатації конструкцій і споруд, що містять дані про фактичні навантаження та впливи, а також про характер внутрішньовиробничого середовища;
- результати огляду споруд із зазначенням технічного стану окремих її конструкцій;
- відомості, карти та фотофіксація дефектів і пошкоджень;
- результати геодезичних та інших інструментальних вимірювань конструкцій, неруйнівних методів контролю, інших натурних досліджень та випробувань;
- результати фізико-механічних випробувань зразків матеріалів, хімічних аналізів матеріалів та середовища;
- результати аналізу дефектів, пошкоджень та причини їхнього виникнення;
- перевірені розрахунки конструктивних елементів та будівельних систем;
- висновки про стан конструкцій і споруд та їхню придатність до подальшої експлуатації або відновленню;
- відомості, які потрібні для складання (заповнення) паспорту технічного стану будівель та інженерних споруд;
- рекомендації з поліпшення експлуатації будівельних конструкцій і основ, стислі технічні рішення щодо методів відновлення технічного стану будівельних конструкцій;
- дані щодо строку проведення наступного обстеження.



3.2. Інженерні вишукування при обстеженні будівель та інженерних споруд

У складі інженерних вишукувань передбачають:

- інженерно-геодезичні;
- інженерно-геологічні;
- інженерно-гідрометеорологічні вишукування.

Основними завданнями інженерних вишукувань є:

- встановлення змін природних умов території за результатами її забудови, виявлення впливу антропогенних даних на природне середовище;
- оцінювання достовірності раніше виданого прогнозу щодо змін природних умов з урахуванням досвіду будівництва та експлуатації будівель і інженерних споруд;
- виявлення чинників наявних деформацій будівель і інженерних споруд.

Інженерно-геодезичні вишукування зазвичай передбачаються для будівель та інженерних споруд, що реконструюються. До їх складу входять наступні роботи:

- збирання та аналіз додаткових результатів інженерно-геодезичних вишукувань минулих років;
- побудову (розвиток) опорних геодезичних мереж;
- створення планово-висотної мережі;
- інженерно-топографічні знімання планів;
- інженерно-гідрографічні роботи;
- спеціальні геодезичні роботи, які містять: координування кутів капітальних будівель, поворотних і вузлових опор інженерних комунікацій, детальне обстеження.

Інженерно-геологічні вишукування виконують в два етапи:

- підготовка попередніх даних про інженерно-геологічні умови;
- інженерно-геологічні вишукування для вирішення питання про подальшу експлуатацію об'єкта (реконструкція, модернізація, відбудова, паспортизація, підсилення тощо).



Збирання та узагальнення даних щодо інженерно-геологічних умов будівельного майданчику базується на інформації по основах та фундаментах будівель, відомостях обстежень та вишукувань попередніх років, а також відомостях про деформації об'єкта. При інженерно-геологічних вишукуваннях виконуються такі роботи:

- здійснюють зовнішній і внутрішній огляд усіх стін будівлі з метою виявлення деформацій та тріщин у конструкціях;
- встановлюють місця розташування вводів і випусків водопровідних комунікацій;
- перевіряють наявність та ефективність дренажів, водопонижувачих систем тощо;
- виявляють деформації наземних конструкцій.

Для огляду фундаментів і оцінювання ґрунтів відривають шурфи на глибину нижче подошви фундаменту на 0,5 м, а в насичених ґрунтах – на 1 м. У разі необхідності влаштування свердловин їх занурюють на глибину, що дорівнює стисливному шару ґрунту. При цьому 20% свердловин повинні пройти малостисливий ґрунт на 5 м ($E=30$ МПа). За результатами вишукувань складають карти з відображенням усіх отриманих результатів та звіт, що має містити наступні основні характеристики:

- кут внутрішнього тертя та модуль деформації ґрунтів;
- щільність та коефіцієнт фільтрації ґрунтів;
- природна вологість, вологість на межі розкочування та на межі текучості ґрунтів;
- заторфованість, засоленість ґрунтів тощо.

У складі інженерно-гідрометеорологічних вишукувань повинно бути передбачено:

- збирання матеріалів попередніх вишукувань;
- збирання даних про умови експлуатації об'єкта;
- збирання даних про несприятливий вплив підприємств на режим водних об'єктів, флору, фауну, повітряний басейн тощо.



3.3. Аналіз території ділянки забудови

Аналіз ділянки забудови зводиться до визначення системи благоустрою. Методика обстеження при цьому містить три етапи: відбір архівних матеріалів; натурні вишукування; камеральна обробка отриманих матеріалів. Відправними документами є: ситуаційний план, технічні паспорти будівлі або споруди, генеральний план.

При проведенні обстеження збирають відомості:

- соціально-економічні (склад працюючих, показники рівня благоустрою, наявність рекреаційних зон тощо);
- містобудівні (зонування і баланс території, стан озеленення, транспортні мережі, перспективне будівництво);
- гігієни середовища (шумовий, інсоляційний режим тощо);
- про інженерні мережі (підземні і наземні комунікації, їхній технічний стан тощо);
- система побутового обслуговування (медичні установи, організація харчування, служби побутового обслуговування).

Після зібрання даних проводять аналіз отриманої інформації та виконують спеціальне економічне обґрунтування по реконструкції об'єкта, використанню території тощо.

3.4. Діагностування технічного стану будівельних конструкцій, будівель та інженерних споруд

Технічний стан об'єктів необхідно діагностувати з врахуванням їх класу наслідків та категорії відповідальності окремих конструкцій. Визначення класу наслідків (відповідальності) здійснюється за ДСТУ–Н Б В.1.2-16:2013.

Під час технічних оглядів та обстеження об'єктів рекомендується брати до уваги небезпечні фактори впливу на експлуатаційні властивості будівель та інженерних споруд, найбільш імовірні ділянки можливих дефектів і пошкоджень конструкцій від дії навантажень, наявність зовнішніх і внутрішніх несприятливих впливів (зокрема від інженерних систем), а саме:



- вплив ускладнюючих умов – підроблювані території, просідаючі ґрунти, сейсмічні та технологічні впливи тощо;
- стан водовідведення з приоб'єктної території;
- технічний стан покрівель та систем водовідведення з дахів;
- стан гідроізоляції фундаментів та вимощення навколо об'єкта;
- технічний стан несучих конструкцій;
- стан захисного шару в залізобетонних конструкціях;
- стан антикорозійних та вогнезахисних покриттів металевих та інших конструкцій;
- технічний стан несучих дерев'яних конструкцій, дерев'яних конструктивних елементів, що контактують з ґрунтом, є закладними елементами цегляних або бетонних конструкцій, знаходяться в місцях значних температурних перепадів тощо;
- технічний стан інженерних систем (водопостачання, каналізації, тепlopостачання, вентиляції, газопостачання, електропостачання) та їх можливий вплив на конструктивну систему об'єкта;
- дотримання проектного температурно-вологісного режиму у приміщеннях, агресивність середовища;
- ризик тілесних ушкоджень у людей на об'єкті чи поряд з ним.

При проведенні обстежень слід відстежувати неприпустимість:

- несанкціонованих змін об'ємно-планувальних, конструктивних та технологічних рішень об'єкта без розробленої та затвердженої в установленому порядку проектної документації;
- перевантажень будівельних конструкцій.

У пошуку дефектів і пошкоджень окремих конструктивних елементів при обстеженні об'єктів рекомендується орієнтуватись на такий перелік потенційно небезпечних ділянок (з найбільшою імовірністю появи) для них:

- ❖ для основ – у зонах складування, біля несучих колон, опор, стін, фундаментів, у місцях зволоження ґрунтів та вібраційних чи ударних навантажень;
- ❖ для фундаментів – у зонах зволоження ґрунтів, дії вібраційних чи ударних навантажень, при спорудженні важких прибудов, влаштуванні близько розташованих котлованів, при невпорядкованих водовідливі;



- ❖ для колон – у найбільш напружених зонах стику з фундаментом, біля консолей, у стиках збірних колон по висоті, поблизу підлоги, де можливе попадання агресивної рідини або механічне пошкодження транспортом, у вузлах стикування з ригелями перекриттів;
- ❖ для конструкцій перекриттів – у зонах дії максимальних згинальних моментів, поперечних сил, передачі зосереджених сил, дії вібраційних та ударних навантажень, агресивних рідин, газів, пилу в місцях стикування;
- ❖ для покриттів – у місцях підвищеного зволоження, пошкоджень з боку приміщень, накопичень технологічного пилу, на ділянках з підвищеною щільністю утеплювача або насичення його вологою;
- ❖ для стін – у місцях підвищеного зволоження з заморожуванням та відтаюванням, у стиках панельних стін, у приляганнях до підлоги та перекриття;

При обстеженні і діагностиці будівель та інженерних споруд слід дотримуватись загальних рекомендацій щодо визначення та оцінки технічного стану конструкцій та основ.

Основи та фундаменти

Характерними факторами (показниками), що характеризують технічний стан основ та фундаментів є:

- наявність тріщин і деформацій від нерівномірних осідань фундаментів у надземних частинах об'єкта;
- наявність передумов для нерівномірних деформацій основ (нерівномірна стисливість ґрунтів основи, нерівномірні навантаження фундаментів, перевантаження фундаментів, осідання, усадка, набухання ґрунтів основи, зсуви, обвали тощо);
- зношення, пошкодження та руйнування конструкцій фундаментів (тріщини у тілі підколонника чи фундаментної плити, оголення арматури, корозія матеріалів, руйнування або втрата міцності матеріалів фундаментів).

Під час обстеження основ і фундаментів:



- уточнюють інженерно-геологічну будову будівельного майданчику, фізико-механічні та деформативні характеристики ґрунтів основ і агресивність ґрунтових вод;
- визначають типи фундаментів, їх форму у плані, розміри, глибину залягання;
- встановлюють пошкодження фундаментів і визначають міцність матеріалів їх конструкцій;
- встановлюють наявність і стан гідроізоляції;
- визначають навантаження на фундаменти на рівні підшви;
- визначають питомий тиск на ґрунт та розрахунковий опір ґрунту під підшвою фундаментів;
- виконують розрахунки середнього осідання об'єкта та відносні різниці осідань.

Під час інструментального обстеження фундаментів визначають:

- міцність та водонепроникність бетону;
- армування фундаментів, товщину захисного шару бетону;
- ступінь та глибину корозії бетону і металевих елементів;
- нахили, перекоси та зсуви елементів конструкцій;
- осідання, крени, прогини та кривизну фундаментів;
- деформації основи;
- необхідні характеристики ґрунтів, рівень ґрунтових вод та їх хімічний склад.

Класифікаційні ознаки стану основ та фундаментів мілкого закладання з характерними для них дефектами і пошкодженнями, що визначають категорію технічного стану наведену у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Класифікаційні ознаки стану основ та фундаментів

Категорія технічного стану	Дефекти та пошкодження
1	Дрібні тріщини у цоколі; відсутні фізико-геологічні процеси і явища, які негативно впливають на умови експлуатації об'єкта.
2	Окремі глибокі тріщини у цоколі і стінах; викривлення горизонтальних ліній цоколя;



продовження табл. 3.1

2	місцеві вибоїни, зколи, порушення штукатурки цоколя; відсутні деформації, що порушують нормальну експлуатацію об'єкта; місцеві деформації поверхні ґрунту та вимощення; показники осідання (просідання) не перевищують встановлених проектом і нормами значень.
3	Наскрізнi тріщини у цоколі з поширенням на висоту об'єкта, викривлення і значне осідання окремих ділянок зі стабілізацією деформацій; деформації, що порушують нормальну експлуатацію об'єкта; наявні ознаки різкої втрати стійкості ґрунтів; показники осідання (просідання) перевищують встановлені проектом і нормами значення.
4	Прогресуючі наскрізнi тріщини на висоту об'єкта; руйнування цоколя, перекося прорізів; аварійні значення зсуву плит та балок; руйнування конструктивних елементів, що визначають стійкість об'єкта; деформації аварійного характеру; прогресуючі деформації ґрунтової основи.

Бетонні та залізобетонні конструкції

Характерними показниками, що характеризують технічний стан бетонних і залізобетонних конструкцій є:

- тріщини і деформації від силових впливів та корозійного пошкодження, що перевищують нормативні значення;
- роздроблення, лещадки, тріщини в стиснутому бетоні;
- оголення, випирання, зміщення, досягнення границі текучості та розриви арматури, порушення її зчеплення з бетоном;
- відсутність зчеплення старого бетону з новим, зниження міцності бетону;
- корозійне пошкодження бетону, арматури, з'єднувальних
- пошкодження від попереминого зволоження-заморожування-відтаування;



- температурні деформації за невідповідності відстаней між температурно-осадковими швами до умов експлуатації;
- технологічні дефекти (усадочні тріщини, розшарування бетону, недостатній захисний шар бетону, розущільненість у робочих швах тощо);
- пошкодження механічні, від вогню тощо.

Основні характеристики, які підлягають визначенню при інструментальному обстеженні:

- геометричні розміри конструкцій і вузлів їх з'єднань;
- деформації конструкцій (прогини, крени, осідання тощо);
- параметри тріщин (довжина, проекція, ширина розкриття, глибина проникнення, їх кількість, місцеположення та характер);
- фізико-механічні характеристики бетону;
- параметри механічних пошкоджень та руйнування бетону;
- наявність раковин, каверн, пустот у бетоні та їх параметри;
- ступінь та розповсюдження корозії бетону;
- ступінь пошкодження арматури та закладних деталей корозією та інші їх пошкодження (механічні, деформації тощо);
- параметри армування (діаметр, напрям, крок, кількість, клас арматури, марка сталі, її міцнісні та деформативні характеристики тощо);
- стан вогнезахисного покриття (облицювання).

Тріщини у бетоні аналізують з точки зору конструктивних особливостей і напружено-деформованого стану залізобетонних конструкцій. При діагностиці тріщин необхідно встановлювати чинники, які спричинили їх виникнення, серед них можуть бути:

- збільшення зусиль в конструкціях, перерозподіл зусиль внаслідок осідання основ, просідання фундаментів;
- порушення технології виготовлення конструкцій, їх транспортування, зберігання та монтажу;
- недостатнє армування конструкцій;
- зниження міцності бетону, усадка бетону;
- втрата зчеплення арматури з бетоном;
- розклинююча дія льоду в раковинах, тріщинах та продуктів корозії арматури;
- великі втрати попереднього напруження арматури.



Розрізняють стадії корозійного пошкодження арматури залізобетонних конструкцій:


- I стадія – у захисному шарі виникають поздовжні тріщини на рівні арматури шириною розкриття до 0,3 мм. Товщина продуктів корозії на арматурних стержнях до 0,56 мм.
- II стадія – велика кількість поздовжніх тріщини шириною розкриття до 3 мм. Товщина продуктів корозії на арматурних стержнях до 3 мм.
- III стадія – часткове або повне відшарування бетону (зколи бетону). Товщина продуктів корозії на арматурних стержнях перевищує 3 мм.

Класифікаційні ознаки стану залізобетонних конструкцій з характерними для них дефектами і пошкодженнями, що визначають категорію технічного стану наведену у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2
Класифікаційні ознаки стану залізобетонних конструкцій

Категорія технічного стану	Дефекти та пошкодження
1	Волосяні усадочні тріщини, що не мають чіткої орієнтації, переважно на верхній (при виготовленні) поверхні.
2	Волосяні тріщини уздовж арматури внаслідок її корозії, сліди іржі на поверхні бетону.
2 – 3 (встановлюється розрахунком)	Тріщини силового характеру та температурно-усадочні в стінах і перекриттях монолітних конструкцій. Сколювання бетону. Промаслення бетону.
3	Механічні пошкодження арматури та закладних деталей. Похилі та нормальні силові тріщини з шириною розкриття, що перевищує встановлені нормами граничні значення, але менші 1 мм (0,5мм для нормальних тріщин в колонах).
3 – 4	Тріщини розриву внаслідок корозії арматури уздовж стержнів шириною розкриття до 3мм. Ознаки корозії арматури на поверхні бетону, відшарування захисного шару бетону.



3 – 4	Прогини, що перевищують встановлені нормами допустимі значення. Похилі тріщини в опорній зоні внаслідок порушення анкерування арматури, що перетинають робочу арматуру з шириною розкриття менше 0,4мм. Зменшення площадок обпирання конструкцій у порівнянні з проектом.
3 – 4 (встановлюється розрахунком)	Відшарування захисного шару бетону внаслідок корозії поздовжньої та поперечної арматури.
 4	Похилі та нормальні силові тріщини з шириною розкриття, що перевищує встановлені нормами граничні значення, але менші 1мм з розгалуженими в стиснутій зоні кінцями. Випирання стиснутої арматури внаслідок перевантаження конструкції, поздовжні силові тріщини в стиснутій зоні, лещадки у бетоні стиснутої зони, зколи бетону, роздроблення та зминання бетону стиснутої зони. Похилі та нормальні силові тріщини з шириною розкриття ≥ 1 мм. Похилі тріщини зі зміщенням їх берегів вздовж тріщин. Тріщини з роздробленням бетону їх берегів. Похилі тріщини в опорній зоні, що перетинають робочу арматуру з шириною розкриття $\geq 0,4$ мм. Тріщини в опорних і приопорних ділянках вздовж розтягнутої арматури. Розриви стержнів робочої арматури, розриви або зміщення поперечної арматури у зоні похилих тріщин. Відрив анкерів від пластин закладних деталей. Руйнування, деформації та зміщення стиків і опор, або їх елементів. Руйнування стиків зі взаємним зміщенням збірних елементів.

Кам'яні та армокам'яні конструкції

Характерними показниками, що характеризують технічний стан кам'яних та армокам'яних конструкцій є:

- тріщини у кладці;



- розшарування та випирання;
- вивітрювання матеріалів кладки;
- механічні пошкодження;
- корозія матеріалів кладки та арматури;
- технологічні дефекти.

Основні характеристики, які підлягають визначенню при інструментальному обстеженні:

- геометричні розміри конструкцій і вузлів їх з'єднань;
- деформації конструкцій (крени, осідання, випирання тощо);
- параметри тріщин (довжина, ширина розкриття, глибина проникнення, їх місцезположення та характер);
- характеристики матеріалів кладки;
- параметри технологічних дефектів (недостатність або відсутність перев'язу, передбаченого армування, заповнення розчином, велика товщина швів тощо);
- розповсюдження корозії, вивітрювання, розшарування та руйнування кладки;
- геометричні параметри механічних пошкоджень;
- ступінь пошкодження арматури та закладних деталей корозією та інші їх пошкодження (механічні, деформації тощо);
- параметри армування (діаметр, напрям, крок, кількість, клас арматури, марка сталі, її міцнісні та деформативні характеристики тощо).


Класифікаційні ознаки стану кам'яних та армокам'яних конструкцій з характерними для них дефектами і пошкодженнями, що визначають категорію технічного стану наведену у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3


Класифікаційні ознаки технічного стану кам'яних та армокам'яних конструкцій

Категорія технічного стану	Дефекти та пошкодження
1	Дефекти та пошкодження відсутні.
2	Розморожування, вивітрювання та руйнування кладки, відшарування облицювання на сумарну глибину (з обох боків) до 15% товщини.



2	<p>Вертикальні та похилі силові тріщини від стискаючих зусиль, що перетинають не більше 2-х рядів кладки. Інші тріщини з шириною розкриття до 0,5мм у випадку їх допустимості. Пошкодження внаслідок пожежі кам'яної кладки на глибину до 5мм.</p>
 <p>3</p>	<p>Розморожування, вивітрювання та руйнування кладки, відшарування облицювання на сумарну глибину до 25% товщини. Вертикальні та похилі силові тріщини від стискаючих зусиль в несучих стінах та стовпах, що перетинають не більше 4-х рядів кладки, при кількості тріщин ≤ 4 на 1м ширини. Нормальні тріщини в розтягнутій зоні в несучих колонах та стовпах шириною розкриття більше 0,5мм. Інші тріщини з шириною розкриття до 5мм. Осадові тріщини в стінах шириною розкриття до 50мм. Нахили та випирання стін і фундаментів межах поверху не більше ніж на 1/6 їх товщини (≤ 3см або 1/150 висоти поверху для колон і стовпів). Виникнення вертикальних тріщин між поздовжніми та поперечними стінами. Розриви або висмикування окремих сталевих з'єднань та анкерів кріплення стін до колон та перекриттів. Місцеве (крайове) пошкодження кладки на глибину до 20мм під опорами ферм, балок, прогонів та перемичок у вигляді виколів, роздрібнення каменю або силових тріщин по кінцях опор, що перетинають ≤ 2-х рядів кладки. Тріщини в перемичках шириною розкриття до 5мм. Зміщення плит перекриття на опорах $\leq 1/5$ глибини закладання (1/15 для балок на колонах та стовпах), але не більше 20мм. Пошкодження внаслідок пожежі кам'яної кладки на глибину до 20мм.</p>
4	<p>Обвали ділянок стін, масове випадання цегли (каменів). Руйнування кладки в замку та п'ятах склепін і арок. Розморожування і вивітрювання кладки на сумарну глибину $> 25\%$ товщини.</p>



<p>4</p> 	<p>Вертикальні та похилі силові тріщини від стискаючих зусиль в несучих стінах та стовпах, що перетинають більше 4-х рядів кладки (довжиною > 350мм), при кількості тріщин > 4-х на 1м ширини. Інші тріщини в несучих колонах і стовпах, простінках > 5мм. Осадкові тріщини в стінах шириною розкриття > 50мм. Нахили та випирання стін в межах поверху більше ніж 1/6 їх товщини (>3см або 1/150 висоти поверху для колон і стовпів). Зміщення (зсув) стін, стовпів та фундаментів по горизонтальних швах або косій штабі. Відрив поздовжніх стін від поперечних в місцях їх перетину. Розриви або висмикування окремих сталевих з'єднань та анкерів кріплення стін до колон та перекриттів. Пошкодження кладки на глибину > 20мм під опорами ферм, балок, прогонів та перемичок у вигляді тріщин, виколів, роздрібнення каменю або зміщення рядів кладки по горизонтальним швам; силові вертикальні або похилі тріщини по кінцях опор, що перетинають > 2-х рядів кладки. Тріщини в перемичках шириною розкриття > 5мм. Зміщення плит перекриття на опорах > 1/5 глибини закладання (1/15 для балок на колонах та стовпах), або 20мм. Пошкодження внаслідок пожежі кам'яної кладки на глибину > 20мм.</p>
--	---

Дерев'яні конструкції

Характерними показниками, що характеризують технічний стан дерев'яних конструкцій є:

- вологий стан (або періодичне зволоження) деревини, що перевищує допустиме значення;
- зміна природного забарвлення деревини;
- недопустимі деформації конструкцій та їх елементів;
- ураження деревини біошкідниками, у т.ч. домовими грибами та жуками-деревооточцями;
- корозія металевих деталей;
- технологічні дефекти (неточності виконання тощо);



- руйнування від дії хімічних агресивних середовищ (зростання кристалів солі усередині деревини, через дії кислот та лугів, що утворюються внаслідок дії вологи та солі);
- тріщини та розшарування, в т.ч. клеєних дерев'яних конструкцій.

Основні характеристики, які підлягають визначенню при інструментальному обстеженні:

- геометричні розміри конструкцій і вузлів їх з'єднань;
- деформації конструкцій (крени, осідання, прогини тощо);
- параметри тріщин (довжина, ширина розкриття, глибина проникнення, їх місцеположення та характер);
- характеристики деревини (фізико-механічні властивості, вологість) та її захисту (антисептування, противогневого захисту тощо);
- параметри механічних пошкоджень;
- наявність, розташування, характеристики та стан металевих конструктивних елементів;
- характеристики ураження та руйнування деревини біошкідниками та від дії хімічних агресивних середовищ (від шкідника, площа ураження поверхні і поперечних перерізів).


Класифікаційні ознаки стану дерев'яних конструкцій з характерними для них дефектами і пошкодженнями, що визначають категорію технічного стану наведену у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Класифікаційні ознаки технічного стану дерев'яних конструкцій

Категорія технічного стану	Дефекти та пошкодження
1	Дефекти та пошкодження відсутні.
2	Перекуси та інші нерівномірні деформації стінових конструкцій. Поверхнєве ураження деревини гниллю (до 5% поверхні або 10% площі перерізу конструкцій). Незначне пошкодження облицювальних шарів. Пошкодження, жолоблення окремих дошок. Незначне зволоження. Поздовжні тріщини в балках. Зазори та щілини між дошками.



3	<p>Значні перекоси та інші нерівномірні деформації стінових конструкцій. Ураження деревини гниллю на 5-10% поверхні або 10-30% площі перерізу конструкцій. Масове відпадання та пошкодження облицювальних шарів. Масове жолоблення та відставання дощок. Значне зволоження. Обростання мохом на рівні цоколю. Продувність і промерзання зовнішніх конструкцій. Наявність ознак жуків-деревоточців. Руйнування, відпадання окремих дощок настилу. Прогини, що перевищують встановлені нормами значення. Поздовжній прогин стояка від 1/400 до 1/100 його висоти.</p>
 4	<p>Повне порушення жорсткості, розщеплення елементів каркасу та сильне випирання стінових конструкцій. Ознаки дереворуйнівного грибка, значне ураження деревини гниллю (>10% поверхні або 30% площі перерізу конструкцій). Більша частина деревини має високу вологість. Значне ураження жуками-деревоточцями. Поздовжні тріщини біля нагелів, а також в стояках. Розрив волокон в розтягнутій зоні. Тріщини та зсуви в сполученнях перекриттів, сходів. Відносні прогини більше 1/50 прольоту. Поздовжній прогин стояка більше 1/100 його висоти. Сколювання опорної площадки та відсутність стяжного болта в лобовому врубванні. Випирання деревини в стиснутій зоні (утворюються складки на стиснутій грані).</p>

При обстеженні дерев'яних конструкцій особливу увагу звертають на ділянки, які є зонами найбільш ймовірного біологічного ураження або промерзання конструкцій:

- вузли обпирання дерев'яних конструкцій на фундаменти, мури, кам'яні, сталеві та залізобетонні конструкції;
- ділянки покриття горищного перекриття в місцях розташування слухових вікон, розжолобків, парапетів, вентиляційних шахт тощо.



Металеві конструкції

Згідно ДБН 362-92 показники, що характеризують технічний стан сталевих конструкцій залежно від їх виду, характеристики, місцезнаходження поділяють на групи:

- 1 – послаблення поперечного перерізу, розриви, відсутність конструктивних елементів;
- 2 – тріщини в основному металі або пришовній зоні;
- 3 – тріщини у зварних швах;
- 4 – дефекти зварних швів або відсутність шва;
- 5 – загальне викривлення;
- 6 – місцеве викривлення або вм'ятини;
- 7 – послаблення або відсутність болтів та заклепок;
- 8 – дефекти болтів та заклепок;
- 9 – зміщення відносно проектного положення;
- 10 – зазори у місцях сполучення елементів або конструкцій;
- 11 – корозійні пошкодження і руйнування захисних покриттів;
- 12 – інші дефекти і пошкодження.

Категорії дефектів та найбільш небезпечні пошкодження сталевих конструкцій наведену у табл. 10 ДБН 362-92.

3.5. Оцінювання впливу корозійного зношення на технічний стан будівельних конструкцій

Ступінь агресивної дії на будівельні конструкції характеризується середньорічною втратою міцності у зоні корозії та швидкістю руйнування матеріалу. Класифікація ступеня впливу агресивного середовища наведена у таблиці 3.5.

Ступінь впливу корозійних пошкоджень на технічний стан конструкцій оцінюють через натурні обстеження та, за необхідності, уточнюють розрахунком з урахуванням виявлених корозійних пошкоджень. Негативний вплив корозійних процесів на несучу здатність конструкцій може відбуватися як напряму – через зменшення перерізів, міцності матеріалів, зчеплення окремих елементів тощо, так і опосередковано – через перевантаження пов'язаних конструкцій при перерозподілі навантажень і зусиль з причини зниження жорсткості пошкоджених елементів.



Урахування корозійних пошкоджень у розрахунку може здійснюватися через відповідне зниження перерізів конструкцій та їх елементів, зменшення міцності матеріалів, введення розрахункових коефіцієнтів, які враховують зниження несучої здатності та жорсткості конструкцій загалом, виключення з роботи аварійних конструкцій (зі збереженням їх ваги) тощо.

Таблиця 3.5

Класифікація ступеня впливу агресивного середовища

Середовище	Середня швидкість руйнування поверхневого шару, мм/рік		Зниження міцності в зоні корозії, %		Зовнішні ознаки корозії неметалевого матеріалу
	метал	неметалеві матеріали	метал	неметалеві матеріали	
Неагресивне	0	0,2	0	0	-
Слабоагресивне	<0,1	0,2-0,4	<5	<5	слабке поверхнево руйнування
Середньоагресивне	0,1-0,5	0,4-1,2	3-15	5-20	пошкодження кутів
Сильноагресивне	>0,5	>1,2	>15	>20	сильне розтріскування

При виявленні ділянок конструкцій з підвищеним корозійним зносом, пов'язаних з впливом агресивних факторів, особливу увагу звертають на наступні конструктивні елементи і вузли конструкцій:

- зовнішні стіни, розташовані нижче нульової позначки;
- балкони і елементи лоджій;
- ділянки пандусів при візді в підземні та багатоповерхові гаражі;
- несучі конструкції перекриттів над проїздами;
- низ і бази колон, розташовані на рівні підлоги;
- верхні частини колон, колони які знаходяться в середині цегляних стін;
- ділянки колон багатоповерхових будівель, що проходять через перекриття;



- ділянки плит покриття, розташовані біля воронок внутрішнього водостоку, зовнішнього скління і торців ліхтарів та торців будівлі.
- ділянки конструкцій, які знаходяться у приміщеннях з підвищеною вологістю або в яких можливі протікання;
- опорні вузли кроквяних і підкроквяних конструкцій, поблизу яких розташовані водоприймальні воронки внутрішнього водостоку;
- верхні пояси кроквяних конструкцій у вузлах приєднання до них аераційних ліхтарів, стояків вітробійних щитів тощо;
- верхні пояси підкроквяних ферм, уздовж яких розташовані ендови покрівель.

Для визначення корозійного зношення залізобетонних конструкцій необхідно встановити:

- ділянки корозійного пошкодження бетону, арматури та закладних деталей;
- характер, вид, ступінь, та глибину корозійного пошкодження;
- стан антикорозійного захисту.

Корозія арматури та закладних деталей залізобетонних конструкцій може бути суцільною (рівномірною або нерівномірною), місцевою (виразки або плями), а також у вигляді корозійних тріщин. Корозію арматури найчастіше виявляють візуально за появою тріщин та іржавих плям на поверхні бетону.

Ступінь корозії арматури оцінюють за характером продуктів корозії (суцільна, виразкова, плямиста, тонким нальотом, шарувата), площі ураження поверхні у процентах по відношенню поверхні, що відкрили, та глибини корозійного пошкодження. Глибину корозії арматури визначають як напіврізницю між фактично виміряним її діаметром і проектним значенням. При виразковій корозії арматури глибину проникнення вимірюють індикатором. Для арматури періодичного профілю відмічають залишкову висоту рифів (виступів, ребер).

Об'єктивну інформацію про електрохімічний стан арматури можна отримати зняттям поляризаційних кривих спеціальними приладами. Ці криві відображають залежність між



щільністю накладеного струму і потенціалом зразка арматури, зануреного у водну витяжку із розмеленого цементного каменю, або безпосередньо зразка арматурної сталі у бетоні.

Глибину ушкодженого корозією бетону залізобетонних конструкцій під впливом агресивного середовища визначають видаленням ручним інструментом прокородованого шару з обов'язковим наступним визначенням міцності поверхневого шару бетону неруйнівними методами.

Збереження захисних властивостей антикорозійного покриття залізобетонних конструкцій оцінюють візуально. При цьому фіксують: розтріскування та відшарування, бульбашки і корозійні осередки, які характеризуються площею або діаметром. Для оцінювання обклеювальної ізоляції фіксують порушення її суцільності, короблення, відшарування, наявність тріщин.

При обстеженні сталевих конструкцій стосовно ураження їх корозією необхідно зібрати дані про ступінь агресивних впливів, стан захисного покриття та інтенсивність корозійного руйнування, які необхідні для розробки рекомендацій по відновленню конструкцій та їх антикорозійного захисту. При цьому виконують наступні види робіт:

- поточний контроль корозійного стану та режиму стабільності експлуатації;
- періодичний контроль, який встановлений в технічній документації;
- спеціальний контроль при відсутності поточного та періодичного контролю.

Для встановлення ступеня корозійного зношення металевих конструкцій необхідно:

- очистити конструкції від пилу, продуктів корозії;
- провести візуальний огляд конструкцій;
- визначити вид корозійного пошкодження та площі ураження;
- підготувати поверхні ділянок з підвищеним корозійним пошкодженням для інструментальних вимірювань;
- провести інструментальні вимірювання ступеня пошкодження конструкцій корозією.



Корозію металу поділяють на загальну, суцільну та місцеву. Суцільна корозія в залежності від змінювання глибини корозійного ураження на ділянках металевої поверхні буває рівномірною та нерівномірною. Місцева корозія має неоднаковий ступінь руйнування. Найбільш характерними видами місцевої корозії є: виразкова, корозія плямами, пітінгова (супроводжується утворенням виразок та порожнин на поверхні), підповерхнева (викликає спучування та розшарування металу), міжкристалітна та транскристалітна (виникають при сталості розміщення анодних та катодних ділянок).

При оцінюванні корозії зварних з'єднань металевих конструкцій враховують три можливих випадки:

- корозія усіх ділянок з'єднання відбувається з однаковою швидкістю;
- зварний шов кородує з більшою інтенсивністю;
- пришовна зона зазнає більшої корозії.

Контроль технічного стану металевих конструкцій протягом їх нормативного терміну експлуатації залежить від агресивності середовища, що безпосередньо пов'язано з корозією металу (див. таблиця 3.6).

Таблиця 3.6

Періодичність контролю стану металевих конструкцій залежно від агресивності середовища

Режим агресивного середовища	Поточний контроль	Періодичний контроль, роки	Спеціальний контроль, роки
Сильноагресивне	щомісяця	0,5	3
Середньоагресивне	раз у 2 місяці	1	4
Слабоагресивне	раз у 3 місяці	1	5
Неагресивне	раз на 6 місяців	1-2	5

Натурні дослідження лакофарбованих антикорозійних покриттів містять візуальні та інструментальні методи оцінювання. Незадовільний шар покриття визначають, якщо під ним шар корозії металу складає 100 мікрон.



Для прогнозування зміни несучої здатності сталеві конструкції використовують комплексний показник корозійної стійкості елемента:

$$n_k = \frac{V_{СТЗ}}{V_\phi \delta / k_3},$$

де $V_{СТЗ}$ – швидкість корозії сталі Ст-3 без захисту в умовах корозії (мм/рік);

V_ϕ – фактична швидкість корозії елемента конструкції, мм/рік за результатами обстеження;

k_3 – коефіцієнт корозійного зношення, який враховує особливості елемента;

δ – товщина стінки елемента, см.

$$k_3 = k_\phi k_\alpha,$$

де k_ϕ – коефіцієнт, який враховує тип перерізу елемента і змінюється від 1,0 до 2,5 (для труб із сталі 10ХСНД $k_\phi=1,0$; для замкнених коробчастих перерізів $k_\phi=1,1$; для складеного профілю $k_\phi=2,0$);

k_α – коефіцієнт, який враховує кут нахил поверхні до горизонталі, приймається:

для труб: $\alpha = 0$ - $k_\alpha=1,0$; $\alpha = 45^\circ$ - $k_\alpha=0,6$; $\alpha = 90^\circ$ - $k_\alpha=0,4$;

для складних профілів: $\alpha = 0$ - $k_\alpha=1,0$; $\alpha = 45^\circ$ - $k_\alpha=0,8$; $\alpha = 90^\circ$ - $k_\alpha=0,6$.

Основною характеристикою агресивних середовищ є характеристичне значення річних корозійних втрат A_n , г/м², умовно приведені до незахищеної поверхні сталі класу С 235. Перехід до інших матеріалів виконується за спеціальними вказівками норм проектування. Оцінювання ступеня агресивності корозійних впливів виконується розрахунково-вимірювальним та реєстраційним методами.

Розрахункове значення річних корозійних втрат A визначають за формулою:



$$A = \frac{\gamma_{fk} A_n \tau}{8760},$$

де τ – тривалість впливу корозійно-активних компонентів у годинах за рік;

γ_{fk} – коефіцієнт надійності за впливами, що залежить від ступеня агресивності і категорії розміщення конструкцій, який приймається згідно з таблицею 2 ДСТУ Б В.2.6-193: 2013.

3.6. Оцінювання технічного стану конструкцій будівель та інженерних споруд за деформаціями

Експлуатаційна надійність будівельних конструкцій, а також будівель і споруд в цілому, змінюється в часі внаслідок виникнення і розвитку порушень, основними причинами яких є:

- помилки, припущені в проектуванні і зведені об'єктів;
- наявність дефектів у несучих конструкціях;
- невідповідність фактичних і розрахункових схем, недодержання необхідних правил експлуатації;
- накопичення пошкоджень в елементах і вузлах, зношення та старіння матеріалів.

Встановлені дві групи граничних станів:

- настання конструкціями, будівлями та інженерними спорудами повної втрати несучої здатності (руйнування, втрата стійкості, досягнення межі витривалості тощо);
- досягнення конструкціями таких статичних або динамічних переміщень чи надмірного розвитку тріщин, за яких експлуатація споруди є неможливою (такий стан називають гранично експлуатаційним).

Критерій непридатності за деформаційними характеристиками пов'язаний, в основному, з розвитком переміщень за умови, що певний рівень розвитку деформацій у цьому стані допускається. Втрату несучої здатності можна розглядати як верхню межу втрати експлуатаційних якостей. При цьому, за досягнення граничного стану за деформаційними характеристиками руйнування конструкції не повинно відбутися.



При оцінюванні експлуатаційної придатності будівельних конструкцій за прогинами і переміщеннями повинна виконуватися умова:

$$\Delta \leq [\Delta] \frac{1}{\gamma_m},$$

де Δ – прогин (вигин) або переміщення елемента чи конструкції в цілому;

$[\Delta]$ – гранично допустима величина прогину або переміщення згідно з нормами [7];

γ_m – коефіцієнт надійності за призначенням.

Класифікація деформацій будівель і споруд за ступенем пошкодження несучих конструкцій наведена у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Класифікація деформацій будівель і споруд

Категорії деформацій	Найбільше осідання s_{\max} , мм	Середнє осідання s , мм	Перекіс, і	Коефіцієнт нерівномірності осідання	Найбільша швидкість осідання, мм/рік	Зовнішні ознаки пошкодження
Деформації що не порушують нормальної експлуатації	151	123	0,0043	1,05	37	Тріщини до 3–5мм, окремі до 8-10мм
Деформації що порушують нормальну експлуатацію	235	179	0,0055	1,15	62	Тріщини до 20–30мм, окремі до 40–70мм, зколи штукатурки, перекося прорізів
Деформації аварійного характеру	348	253	0,0218	1,75	≥ 179	Тріщини до 90–100мм. Будівля підлягає демонтажу



3.7. Оцінювання пошкоджень залізобетонних конструкцій

Оцінювання залишкової розрахункової несучої здатності та експлуатаційної придатності залізобетонних конструкцій виконують у відповідності до чинних норм проектування з використанням фактичних даних, отриманих за результатами обстеження. Розрахунки виконуються в один або два етапи.

На першому етапі визначають несучу здатність перерізів, ширину розкриття тріщин, прогини (переміщення, кути повороту тощо) конструкції. Якщо виявиться, що:

$$\gamma_n S(G_d, a_d, \gamma_{sd}, T_{ef}) \leq R(f_d, a_d, \gamma_{rd}, T_{ef}),$$

де S – навантажувальний фактор;

R – несуча здатність елемента чи поперечного перерізу;

G_d, a_d, f_d – відповідно розрахункові значення навантаження, геометричні характеристики конструкцій, характеристики міцності матеріалів;

γ_{sd} і γ_{rd} – коефіцієнти, які відображають невизначеність розрахункової моделі та несучої здатності;

T_{ef} – встановлений термін експлуатації;

γ_n – коефіцієнт надійності за відповідальністю, який враховує значущість конструкції і об'єкта в цілому та можливі наслідки відмови

$$\text{та } w_k \leq w_{k,u} \text{ і } f \leq f_u,$$

де w_k, f – відповідно ширина розкриття тріщин та прогин від фактичних значень розрахункових навантажень;

$w_{k,u}, f_u$ – граничні значення відповідно ширини розкриття тріщин та прогину згідно чинних норм проектування

то конструкцію вважають придатною до подальшої експлуатації без підсилення або відновлення.

Якщо залізобетонні конструкції не мають пошкоджень, вони можуть розраховуватися за нормативними документами, які існували на час проектування об'єкта. Конструкції, які мають дефекти і пошкодження, що можуть знизити їх несучу здатність, необхідно розраховувати за нормами, які діють на період обстеження з урахуванням їх фактичного стану.



При перевірці несучої здатності залізобетонних конструкцій (визначенні залишкового ресурсу) порушення (втрату) зчеплення арматури з бетоном рекомендується враховувати введенням коефіцієнту $k_{зч}$, значення якого можна приймати:

- для нормального технічного стану $k_{зч}=1,0$;
- для задовільного технічного стану $k_{зч}=0,8$.

При перерахунку конструкцій слід враховувати, що ушкодження внаслідок корозії знижує їх несучу здатність:

- шар корозії до 0,5 мм – до 8%;
- шар корозії до 3 мм – до 15%;
- шар корозії більше 3 мм – до 30%.

Якщо за результатами розрахунків на першому етапі не задовольняється хоча б одна з вимог граничних станів і при цьому різниця між отриманими і граничними значеннями факторів не перевищує 25%, виконується другий етап розрахунків. При різниці більшій за 25% розрахунки за другим етапом не виконуються, а конструкція підлягає підсиленню.

На другому етапі методами статистичного моделювання визначають надійність конструкції – початкову її ймовірність безвідмовної роботи за граничними станами першої і другої груп на момент обстеження.

При одночасному виконанні двох нерівностей: $P_I \geq 0,9986$ і $P_{II} \geq 0,95$ конструкцію вважають придатною до експлуатації. В іншому випадку вона підлягає підсиленню.

Залізобетонні конструкції вважають аварійними, якщо за характером силових тріщин встановлено:

- розрив розтягнутої арматури;
- досягнута межа текучості арматури в нормальному або похилому перерізах;
- виникло роздроблення бетону стиснутої зони в нормальному перерізі або над похилою тріщиною.

Конструкція знаходиться в аварійному стані, якщо прогин складає більше 1/50 прольоту або у 1,5 рази перевищує прогин від контрольного навантаження.



3.8. Оцінювання пошкоджень кам'яних конструкцій

Пошкоджені кам'яні і армокам'яні конструкції підлягають конструктивному підсиленню, якщо їхня несуча здатність виявиться недостатньою для сприймання фактичного діючого навантаження, тобто коли:

$$N_{Ed} \geq N_{Rd} \gamma_t,$$

де N_{Ed} – фактичне діюче розрахункове вертикальне навантаження на конструкцію;

N_{Rd} – розрахункова величина вертикального опору конструкції, визначена відповідно до вимог ДБН В.2.6-162:2010 з врахуванням фактичних значень площі перерізу, гнучкості, ексцентриситету та міцності матеріалів кладки;

γ_t – коефіцієнт зниження несучої здатності кам'яних конструкцій за наявності дефектів та пошкоджень, що визначається за таблицями 3.8 та 3.9.

Таблиця 3.8
Коефіцієнт зниження несучої здатності при утворенні силових тріщин від стискаючих зусиль

Характер пошкодження	Коефіцієнт γ_t	
	неармовані кон-ції	армовані кон-ції
Тріщини в окремих цеглинах, що не перетинають розчинні шви	1,0	1,0
Волосяні тріщини, що перетинають не більше 2-х рядів кладки	0,9	1,0
Те саме при перетинанні не більше 4-х рядів кладки при числі тріщин не більше 4-х на 1м ширини (товщини) стіни, стовпа, простінка	0,75	0,9
Тріщини з розкриттям до 2мм, що перетинають не більше 8-ми рядів кладки при числі тріщин не більше 4-х на 1м ширини (товщини)	0,5	0,7
Те саме при перетині більше 8-ми рядів кладки	0	0,5



Таблиця 3.9

Коефіцієнт зниження несучої здатності при пошкодженні
кладки опор балок, ферм та перемичок

Характер пошкодження кладки опор	Коефіцієнт γ_t	
	неармовані кон-ції	армовані кон-ції
Місцеве (крайове) пошкодження кладки на глибину до 20мм під опорами ферм, балок та перемичок у вигляді дрібних тріщин, відшарування, утворення вертикальних тріщин на кінцях опор, що перетинають не більше 2-х рядів кладки	0,75	0,9
Те саме при перетинанні тріщинами не більше 4-х рядів кладки	0,5	0,75
Місцеве (крайове) пошкодження кладки на глибину більше 20мм та утворення вертикальних і похилих тріщин по кінцях та під опорами балок та ферм, що перетинають більше 4-х рядів кладки	0	0,5

Значення коефіцієнта γ_t при наявності дефектів виконання робіт встановлюють наступним чином:

- відсутність перев'язу 5-6 рядів (400–450 мм) – $\gamma_t=1,0$;
- відсутність перев'язу 8-9 рядів (600–650 мм) – $\gamma_t=0,9$;
- відсутність перев'язу 10-11 рядів (750–800 мм) – $\gamma_t=0,75$;
- відсутність перев'язу вертикальних швів – $\gamma_t=0,9$.

При товщині горизонтальних швів більше 20мм:

- за марки розчину М75 – $\gamma_t=1,0$;
- за марки розчину М50 – $\gamma_t=0,9$;
- за марки розчину $M \leq 25$ – $\gamma_t=0,8$;

Після вогневої дії (пожежі) на кам'яну кладку стін, простінків, стовпів – $\gamma_t=0,85$.

Рекомендації по необхідності підсилення кам'яних і армокам'яних конструкцій в залежності від їх ступеня пошкодження наведено у таблиці 3.10.



Таблиця 3.10

Рекомендоване оцінювання необхідності підсилення кам'яних і
армокам'яних конструкцій

Технічний стан	Пошкодження	Зниження несучої здатності	Підсилення конструкцій
Нормальний	відсутні	0	не потрібно
Задовільний	незначні	до 15%	потрібно при наявності тріщин
Не придатний до нормальної експлуатації	середні	до 25%	необхідно
	сильні	до 50%	необхідно
Аварійний	аварійні	> 50%	можливо при частковому розбиранні, розкріпленні та заміні конструкцій



4. ПАСПОРТИЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬ ТА ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

Паспортизація технічного стану будівлі (інженерної споруди) – це обстеження, діагностика і оцінювання технічного стану об'єкта та визначення на цій основі категорії його технічного стану з подальшим складанням Паспорта технічного стану будівлі (інженерної споруди). Головним завданням паспортизації будівель та інженерних споруд є продовження терміну їх нормальної експлуатації.

Відомості і висновки, які отримані при періодичному обстеженню будівлі (інженерної споруди) використовуються при заповненні Паспорта технічного стану будівлі (інженерної споруди). Паспорт є технічним документом власника будівлі (інженерної споруди), в якому міститься зроблений на основі об'єктивних даних, що отримані у процесі виконання інструментальних обстежень, висновок, що періодично уточнюється, про придатність (або непридатність) будівель (інженерних споруд) до подальшої експлуатації.

Паспортизації підлягають будівлі (інженерні споруди) всіх підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності. Результатом паспортизації буде створення єдиної системи обліку та моніторингового контролю за станом об'єктів з метою своєчасного виявлення передаварійних та аварійних ситуацій, а також припинення експлуатації аварійно небезпечних будівель (інженерних споруд).

Форму Паспорта технічного стану будівлі (інженерної споруди) заповнює її власник (керівник організації) на основі даних повного обстеження та визначення технічного стану будівлі (споруди) за участю представника спеціалізованої організації, що проводила обстеження. Паспорт складається у двох примірниках: один з них зберігається у власника будівлі (інженерної споруди), а другий – в організації, що проводила паспортизацію.

Паспорти для нових будівель (інженерних споруд), а також для об'єктів після їх реконструкції або капітального ремонту складаються організацією, що проектувала будівлю



(споруду), безпосередньо після прийняття об'єкта державною або технічною комісією.

ПАСПОРТ технічного стану будівлі (споруди)

0.1	Назва підприємства, установи, організації	повна	
		коротка	
0.2	Назва об'єкта		
0.3	Зміни окремих характеристик Паспорту технічного стану будівлі (споруди) оформлюються згідно з таблицею 4		

1. ДАНІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1	Відомча належність		
1.2	Поштова адреса підприємства		
1.3	Ідентифік. код		
1.4	Форма власності		
	Власник (керівник) підприємства		
1.5	Прізвище, ім'я, по батькові		
1.6	Телефон, факс		

2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БУДІВЛЮ (СПОРУДУ)

2.1	№ об'єкта*		
2.2	Призначення		
2.3	Категорія будівлі (приміщення) з вибухо-пожежної та пожежної небезпеки		

ВІДНЕСЕННЯ БУДІВЛІ (СПОРУДИ) ДО КЛАСИФІКАЦІЙНИХ ГРУП **

2.4	- за відповідальністю		
2.5	- за безпекою технологічних процесів		
2.6	- за агресивністю робочого середовища		
2.7	Рік забудови		



2.8	Площа забудови, м ²	
2.9	Будівельний об'єм, м ³	
2.10	Поверховість виробничої частини	
2.11	Поверховість адміністративно-побутової частини	
2.12	Балансова вартість, тис. грн.	
2.13	Страхова компанія та номер страхового поліса	
2.14	Дата складання паспорта	

ОРГАНІЗАЦІЯ-ГЕНПРОЕКТУВАЛЬНИК ОБ'ЄКТА

2.15	- назва	
------	---------	--

**ОРГАНІЗАЦІЯ-ГЕНПІДРЯДНИК, ЩО ЗДІЙСНЮВАЛА
БУДІВНИЦТВО ОБ'ЄКТА**

2.16	- назва	
------	---------	--

**ОРГАНІЗАЦІЯ, ЩО ПРОВЕЛА ОБСТЕЖЕННЯ ДЛЯ
ПАСПОРТИЗАЦІЇ**

2.17	- назва	
2.18	- ідентифікаційний код	
2.19	- сертифікат №	
2.20	Періодичність планових обстежень технічного стану, років	

ОСТАННЄ ОБСТЕЖЕННЯ ПРОВЕДЕНО:

2.21	- обстежувальна організація	
2.22	- ідентифікаційний код	
2.23	- сертифікат №	
2.24	- дата обстеження	

**3. ТЕХНІЧНИЙ СТАН БУДІВЛІ (СПОРУДИ) ТА ВИСНОВКИ
ЩОДО ЇЇ ПОДАЛЬШОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

3.1. Технічний стан основ та конструктивних елементів за частинами об'єкта надається у таблиці 1.

Таблиця 1

Частини об'єкта, основи та конструктивні елементи	Матеріал	Оцінка стану**	

3.2. Технічний стан інженерного обладнання за частинами об'єкта надається у таблиці 2.



Таблиця 2

Частини об'єкта, основи та конструктивні елементи	Оцінка стану**	
силові мережі		
освітлювальні мережі		
низьковольтні мережі		
пожежна та охоронна сигналізація		
водопостачання		
система пожежогасіння		
водовідведення		
система збору та відведення дощової води		
систем вентиляції		
системи опалення		
технологічне інженерне обладнання		

3.3

Технічний стан будівлі (споруди) в цілому*
--

Примітка

* Проставляється (цифрою та словами) одна з чотирьох категорій технічного стану:

1 - нормальний;

2 - задовільний;

3 - не придатний до нормальної експлуатації;

4 - аварійний.

** Визначається згідно з правилами обстеження, оцінки технічного стану та паспортизації житлових і громадських будівель.

3.4. Виявлені дефекти та пошкодження і терміни їх усунення надаються у таблиці 3.

Таблиця 3

№	Виявлений дефект	Термін усунення

3.5. Оцінка потенційних наслідків можливої аварії**

3.5.1	Загроза життю та здоров'ю робітників, що працюють на об'єкті	чол.	
3.5.2	Загроза населенню, що мешкає поблизу об'єкта	чол.	
3.5.3	Загроза обвалення основних конструкцій об'єкта або його частини	м ²	
3.5.4	Загроза забруднення довкілля навколо об'єкта	км ²	



3.6. Пропозиції щодо подальшої експлуатації

1. Наступне обстеження провести не пізніше *****
2.
3.
та ін.

4. ІНШІ ВІДОМОСТІ*

4.1. Характерні інженерно-геологічні розрізи.

* Наводяться при необхідності визначення особливостей будівлі (споруди).

4.2. Конструктивна схема будівлі або споруди (план, розріз).

4.3. Відомості про реконструкцію, технічне переозброєння будівлі (споруди).

Відсутні.

4.4. Наявність підйомно-транспортних пристроїв та механізмів.

Відсутні.

4.5. Проектні дані про допустимі корисні навантаження на основні несучі конструкції та елементи будівлі.

Найменування конструкцій та елементів будівель	На момент здачі в експлуатацію	Після капітального ремонту (реконструкції)
Підлоги по ґрунту		
Міжповерхові перекриття	-	
Перекриття	-	

4.6. Площа підлог, м²

Найменування	На момент здачі в експлуатацію	Після капітального ремонту (реконструкції)
Дошка		
Керамічна плитка	-	
Азбестоцементні накриття	-	
Цементно-піщана стяжка	-	
Стальні плити	-	

4.7. Розмір внутрішніх поверхонь огорожувальних та несучих конструкцій, м²



Найменування	На момент здачі в експлуатацію	Після капітального ремонту (реконструкції)
Загально площа покриття, у тому числі: а) залізобетонних б) дерев'яних в) металевих		
Площа стін та перегородок		
Розгорнута поверхня колон: а) залізобетонних б) дерев'яних в) металевих		
Розгорнута поверхня підкранових балок а) залізобетонних б) металевих в) підвісних шляхів кранів		
Розгорнута поверхня: а) ригелів перекриття б) ферм покриття в) металевих зав'язків г) труб промпроводки д) вентиляційних систем є) внутрішніх дверей		

4.8. Площа приміщень, м²

Найменування	На момент здачі в експлуатацію	Після капітального ремонту (реконструкції)
Виробничі		
Побутові приміщення		
Сходи, коридори, тамбури		



4.9. Розміри зовнішніх поверхонь огорожувальних конструкцій, м²

Найменування	На момент здачі в експлуатацію	Після капітального ремонту (реконструкції)
Площа стін за виключенням прорізів		
Площа застакнення: а) одинарного б) подвійного		
Площа покрівлі: а) м'якої б) зі сталевих листів		
Площа: а) зовнішні двері б) ворота в) жалюзійні решітки		

Власник (керівник) підприємства _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник групи обстеження _____
(підпис) (прізвище, ініціали)



Згідно з державним класифікатором будівель і споруд (ДК 018-2000) будівлі та склади класифікують за галузями промисловості:

- будівлі підприємств гірничої металургії;
- будівлі підприємств хімічної та нафтохімічної промисловості;
- будівлі підприємств легкої промисловості;
- будівлі підприємств лісової, деревообробної та целюлозно-паперової промисловості;
- будівлі підприємств будівельної індустрії, будівельних матеріалів та виробів.

Згідно з ДК 018-2000 за функціональними призначенням будівлі поділяють на житлові та нежитлові. Житлові будинки поділяють за трьома групами:

- будинки одноквартирні;
- будинки з двома та більше квартирами (багатоквартирні);
- гуртожитки.

Нежитлові будинки класифікують за сімома групами:

- готелі, ресторани та подібні будівлі;
- офіси;
- торгівельні;
- транспорту та засобів зв'язку;
- промислові та склади;
- для публічних виступів, закладів освітньої, медичної та оздоровчого призначення;
- нежитлові та інші.

Для паспортизації інженерних мереж Державним комітетом архітектури та житлової політики розроблено наступні правила:

1. Правила обстеження, оцінки технічного стану, паспортизації зовнішніх мереж споруд водопостачання і каналізації (затверджені 03.04.1998 р. за № 69).
2. Правила обстеження, оцінки технічного стану, паспортизації та проведення планово-попереджувальних ремонтів теплових мереж і споруд до них (09.06.1998 р.).
3. Правила обстеження, оцінки технічного стану, паспортизації та проведення планово-попереджувальних ремонтів газопроводів і споруд на них (09.06.1998 р., №124).



5. ПІДСИЛЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ТА ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

Відновлення – забезпечення покращення експлуатаційних якостей конструкцій, будівель та інженерних споруд в цілому від стану їх обмеженої експлуатації до проектних значень. Відновлення проводиться у відповідності до експертних рекомендацій, що були надані після обстеження та діагностування технічного стану об'єкта.

Підсилення конструкцій – комплекс заходів, що забезпечують підвищення несучої здатності та експлуатаційних властивостей будівельних конструкцій, з урахуванням фактично діючих на них навантажень, до проектних значень.

Потреба у підсиленні будівельних конструкцій часто виникає при проведенні реконструкції будівель та інженерних споруд. Реконструкція – комплекс будівельних робіт, що пов'язані зі зміною навантажень, планування приміщень, будівельного об'єму і загальної площі будівель, інженерної оснащеності, а також з метою зміни умов та цілей експлуатації будівель та інженерних споруд.

В залежності від залишкової несучої здатності послабленої конструкції технічне рішення по її підсиленню пропонує один з двох можливих варіантів:

- примінення системи підсилення в якості основної конструкції;
- використання існуючої конструкції в якості основної, при відповідному її підсиленні.

У першому варіанті, підсилення має велику трудомісткість та вартість виконання робіт і не завжди його можна виконати з огляду на архітектурно-планувальне, конструктивне рішення будівлі чи з технологічної точки зору (влаштування шпренгельних систем, підведення нових конструкцій під існуючі тощо).

У другому варіанті, підсилення конструкцій базується на збільшенні їх несучої здатності зі зміною, або без зміни розрахункової схеми. При зміні розрахункової схеми існуючий елемент і конструкція підсилення утворюють принципово нову



конструктивну систему – влаштовують підкоси, розпірки, додаткові стійки, портали, зтяжки, діафрагми, додаткові в'язі тощо. У випадку незмінності розрахункової схеми підсилення конструктивного елемента не призводить до якісних змін напружено-деформованого стану в ньому – влаштовують залізобетонні або металеві обойми, розчинні та залізобетонні сорочки, нарощують перерізи елементів та підсилюють їх з'єднання тощо.

У випадку руйнування конструкцій по двом і більше зонам (перерізам), а також при неможливості досягнення необхідного ступеня підвищення несучої здатності шляхом підсилення тільки однієї зони (перерізу), застосовують комбіноване підсилення таких конструкцій різними методами. Якщо підсилення будівельних конструкцій з метою підвищення їх несучої здатності, жорсткості і тріщиностійкості виконується під навантаженням, то для них ефективним є використання (влаштування) попереднього напруження.

Перед виконанням робіт по підсиленню, конструкції необхідно розкріпити, убезпечивши їх від можливого руйнування (особливо, що має крихкий характер). Слід намагатись – максимально розвантажити конструкції, що підсилюються.

Для сильно ушкоджених конструкцій (в аварійному технічному стані) при відновленні об'єкта часто застосовують їх заміну новими. Заміна залізобетонних конструкцій може бути здійснена: шляхом демонтажу конструкцій з наступним зведенням нових; шляхом зведення нових з тимчасовим використанням в якості опалубки і наступним демонтажем замінованих конструкцій; шляхом зведення нових конструкцій без демонтажу існуючих з виконанням заходів, що запобігають їх руйнуванню.

При виборі методу підсилення будівельних конструкцій в конкретних умовах експлуатації, необхідно враховувати доцільність того чи іншого способу з точки зору навантажень і технічного стану підсилювальної конструкції, агресивності середовища, пожежо- та вибухонебезпечності середовища, можливості досягнення необхідного ступеня збільшення несучої



здатності, технологічності та економічності, можливості виконання підсилення без зупинки виробництва, виконання робіт по підсиленню в стислі строки, зменшення габаритів приміщення, гігієнічності, естетичності тощо.

Виконання робіт по підсилення конструкцій будівель та інженерних споруд потребує розробки проекту з підсилення спеціалізованою проектною організацією. Демонтаж та виконання робіт по підсиленню конструкцій будівель та інженерних споруд має право здійснювати спеціалізована будівельна організація.

5.1. Підсилення основ та фундаментів

Методи підсилення ґрунтів основ зводяться в основному до підвищення їх несучої здатності за допомогою штучного зміцнення.

Метод силікатизації основ використовується для дрібних та пилюватих пісків, пливунів, лесоподібних та насипних ґрунтів. Під подошву фундаменту заглиблюють сталеві труби діаметром 19-38 мм з отворами, крізь які під тиском 0,3-0,6 МПа нагнітають розчин (рис 5.1). При однорозчинному методі силікатизації використовують розчин силікату натрію, при дворозчинному методі – силікат натрію та хлористий кальцій. У результаті хімічних реакцій виділяється гель кремнієвої кислоти, який є в'язучим матеріалом. Таким чином закріплюється стовп ґрунту діаметром 30-100 см, ґрунт набуває міцності 0,5-3,5 МПа.

Подібними до силікатизації за технологією виконання робіт є методи: *цементзації, бітумізації, смолізації основ* (див. рис 5.1).

Метод електросилікатизації основ полягає у подачі електричного струму через ін'єктори-електроди (стрижні-електроди), що сприяє проникненню розчину в ґрунт, збільшує швидкість проникнення і об'єм розчинів до 20%.

Термічний метод застосовують для закріплення просадочних основ. У ґрунт крізь жаротривкі труби нагнітають гаряче повітря протягом 5-10 діб (рис. 5.2). При температурі



300° С лесоподібний ґрунт втрачає просадочні властивості, при температурі 700-800° С отримує міцність 1,5-2 МПа.

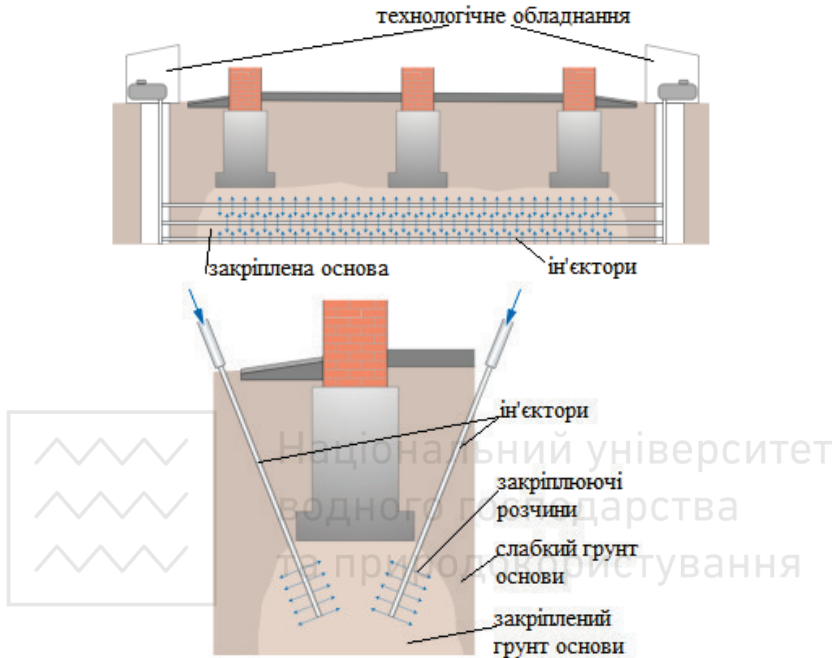


Рис. 5.1. Хімічне закріплення ґрунтів нагнітанням до основи розчинів (цементизація, бітумізація, силікатизація, смолізація тощо)

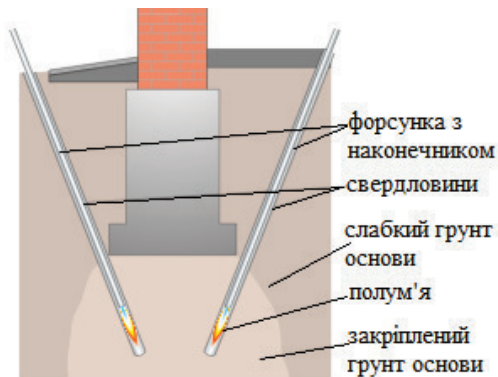


Рис. 5.2. Термічне закріплення ґрунтів



Конструктивні заходи по зміцненню піщаних та заторфованих ґрунтів основ будівель передбачають глибинний спосіб ущільнення ґрунту, заснований на зануренні штампів, які утворюють свердловини з витисненням ґрунту з них і його ущільненням навколо свердловини (рис. 5.3). Штampi при цьому занурюють забиванням, вібруванням, бурінням. Для глибинного ущільнення слабких, насипних і лесових ґрунтів використовують гідравлічні ущільнювачі. Свердловини при виконанні робіт можуть бути розміщені як вертикально, так і похило, при цьому їх занурюють у щільний ґрунт. Свердловини заповнюють піском, щебенем, або цементно-ґрунтовими сумішами з подальшим їх ущільненням.

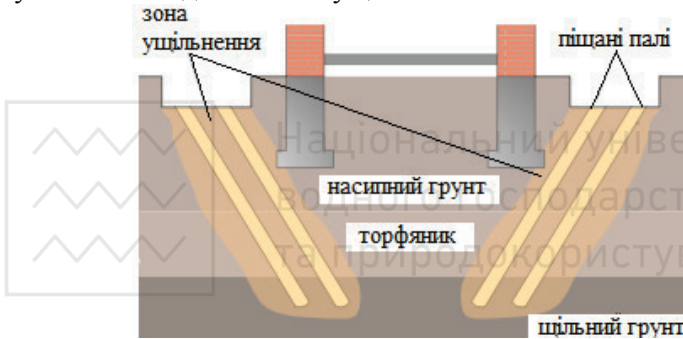


Рис. 5.3. Глибинне ущільнення основи

Для зменшення водопровідності ґрунту застосовують *методи глинізації та бітумізації основ*.

Серед *методів підсилення стрічкових фундаментів* розрізняють підсилення самого фундаменту за недостатньої міцності матеріалу, або підсилення фундаментів шляхом збільшення їх розмірів при недостатній міцності ґрунтів основи.

Для підсилення та усунення дефектів і пошкоджень кам'яної кладки (відсутність розчину у швах, розриви, тріщини тощо) фундаментів з природніх та штучних каменів використовують *метод цементації*. Рідкий розчин на цементній основі нагнітають під тиском через ін'єктори до тіла фундаменту (рис. 5.4). Для доступу до фундаментів відривають шурфи, або ж влаштовують свердловини під ін'єктори.

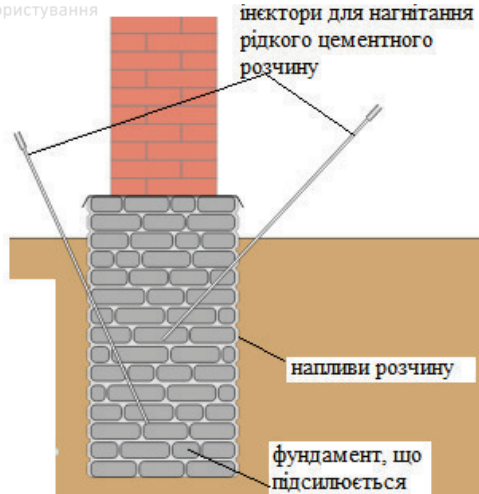


Рис. 5.4. Підсилення фундаментів цементациєю

Збільшення розмірів фундаментів будівель та інженерних споруд виконують суцільним або місцевим. Для цього використовують: залізобетонні сорочки завтовшки не менше 15 см, бетонні та залізобетонні обойми, монолітні та збірні залізобетонні балки, металеві розвантажувальні балки тощо (рис. 5.5-5.7).

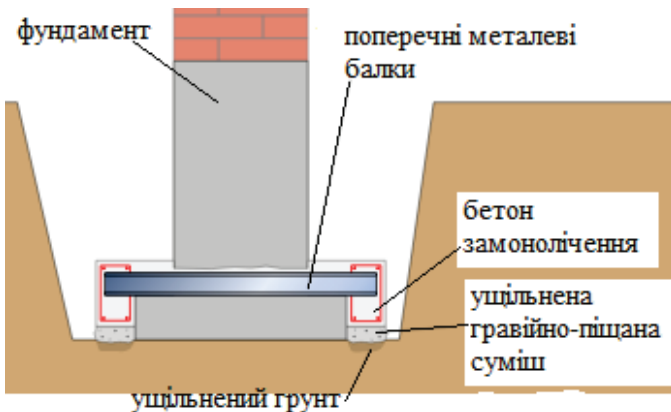


Рис. 5.5. Встановлення розвантажувальних балок фундаментів

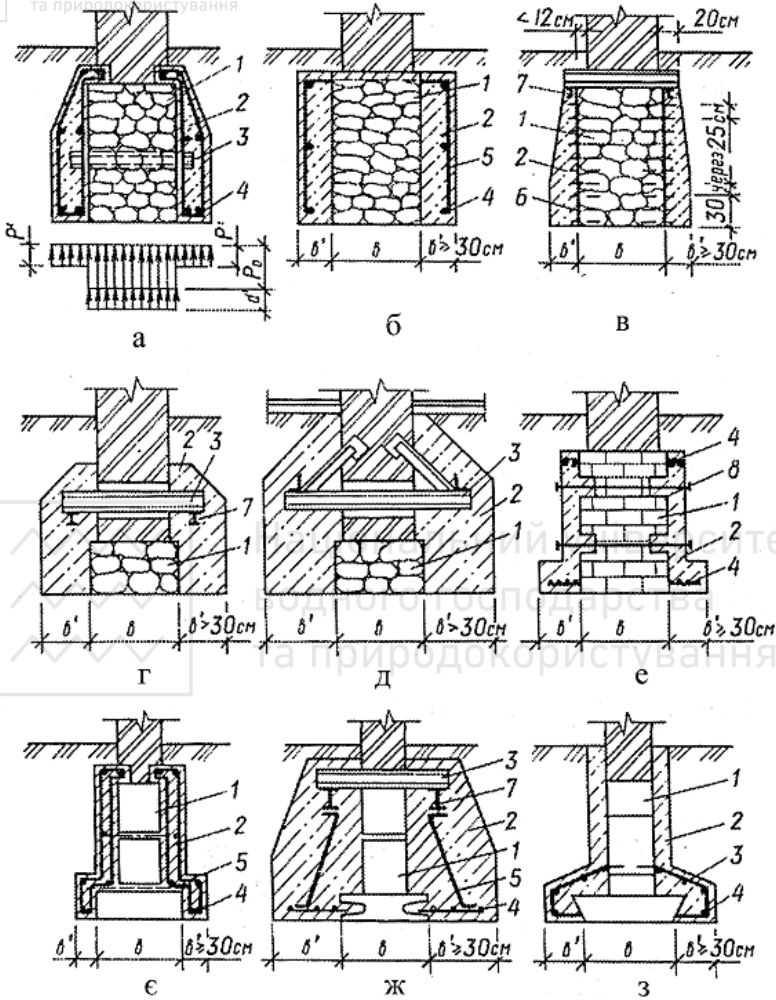


Рис. 5.6. Схеми розширення та підсилення стрічкових фундаментів монолітними банкетами за допомогою:

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

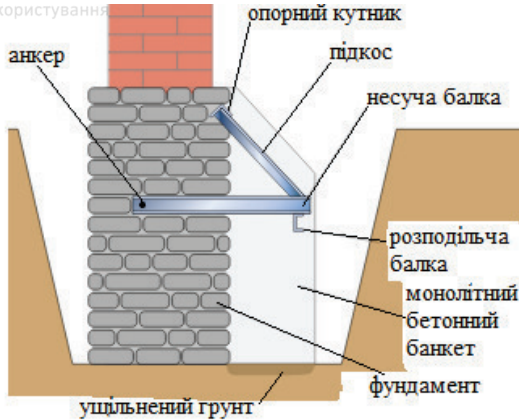


Рис. 5.7. Розширення стрічкових фундаментів односторонніми монолітними банкетами

Для підсилення стрічкових фундаментів використовують палі. Палі влаштовують як трубобетонні, так і бурин'єкційні (рис. 5.8). Палі виконують висячими, або обпирають на корінний міцний ґрунт (палі-стійки). При влаштуванні трубобетонних паль попередньо вибурюють свердловини діаметром на 10-15 см меншим за діаметр труб паль. Згодом металеві труби з загостреним кінцем вдавлюють домкратом у свердловину та заповнюють трубу бетоном.



Рис. 5.8. Схеми підсилення стрічкових фундаментів палями



При підсиленні окремо стоячих фундаментів під колони і опори будівель та інженерних споруд користуються такими ж методами, як і при підсиленні стрічкових фундаментів. За недостатньої міцності матеріалу фундаменту та ґрунту основи влаштовують залізобетонні обойми та сорочки (рис. 5.9; 5.10). Фундаменти підсилюють залізобетонними балками, металевими розвантажувальними балками (рис. 5.10), влаштовують палі (рис. 5.11) тощо.

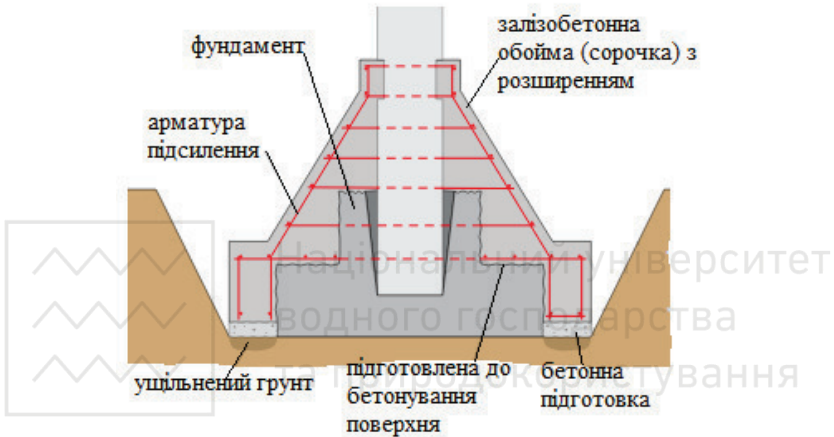


Рис. 5.9. Підсилення стовпчастих фундаментів залізобетонною обоймою (сорочкою)

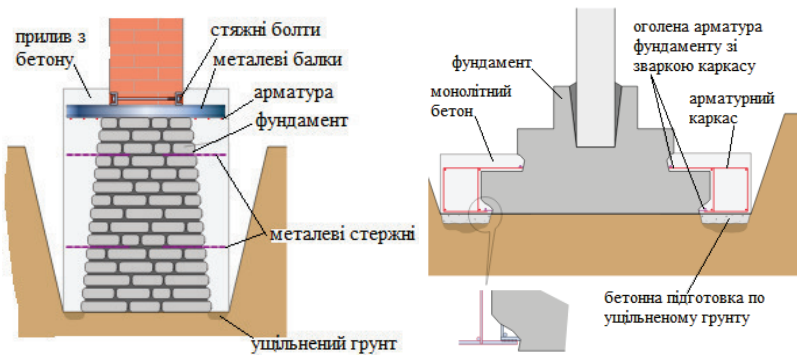


Рис. 5.10. Підсилення окремих фундаментів

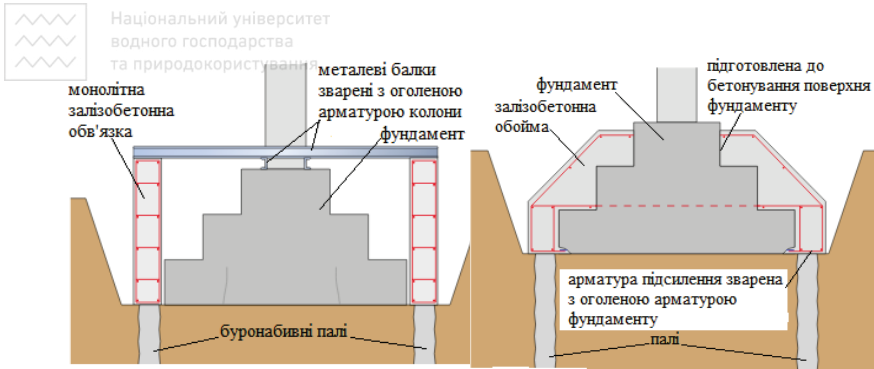


Рис. 5.11. Схеми підсилення окремо стоячих фундаментів палями

Для запобігання продавлювання залізобетонного фундаменту стаканного типу влаштовують систему просторових розпірок з прокатних профілів з передачею частини навантаження від колони на обріз фундаменту (рис. 5.12).

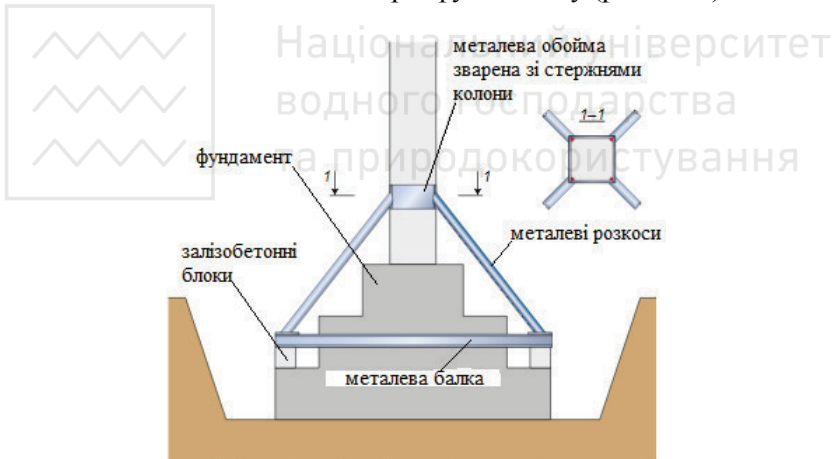


Рис. 5.12. Підсилення фундаментів стаканного типу при продавлюванні механізмом просторових розпірок

5.2. Підсилення та відновлення кам'яних конструкцій

Одним з найбільш розповсюджених методів підсилення кам'яних конструкцій є взяття їх в об'язку. Застосовують наступні види об'язок: у вигляді армованої штукатурки (рис. 5.13а), сталеві (рис. 5.13б) та залізобетонні (рис. 5.13в). Об'язки



можуть влаштовуватись як по всій висоті елемента, так і в окремі його частини.

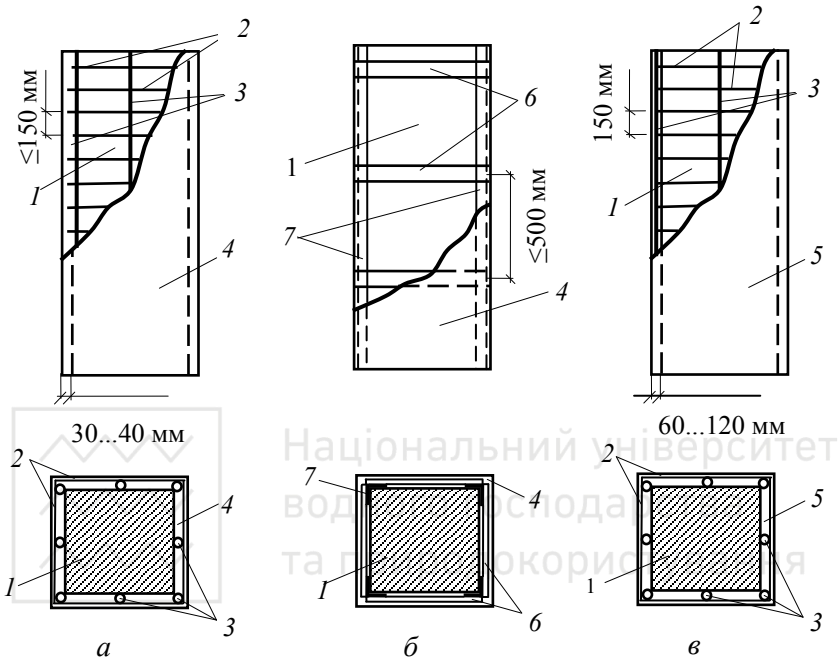


Рис. 5.13. Підсилення кам'яних стовпів обоймами:

а – армованою штукатуркою; *б* – сталюю обоймою; *в* – залізобетонною обоймою; 1 – кам'яна кладка; 2 – хомути; 3 – поздовжні стержні; 4 – цементно-піщана штукатурка; 5 – шар бетону; 6 – металеві планки; 7 – сталі кутники.

Обойми у вигляді армованої штукатурки застосовують для будь якої форми перерізу за незначного збільшення несучої здатності елемента. Їх перевагою є мала товщина, отже і незначне збільшення перерізу кам'яного елемента. Обойма складається з вертикальних стержнів діаметром 12-16 мм, розташованих по периметру перерізу стовпа, але не рідше чим через 400 мм та хомутів із дроту діаметром 4-8 мм, що охоплюють поздовжні стержні з кроком не більше 150 мм.



Арматуру захищає шар цементно-піщаної штукатурки із розчину марки М50-100 товщиною 30-40 мм.

Залізобетонні обойми, що застосовують за різних форм перерізу, суттєво підвищують несучу здатність кам'яних елементів. Вони виготовляється аналогічно обоймі з армованої штукатурки, але замість цементно-піщаної штукатурки вкладають бетон класу не нижче С12/15. Товщина шару бетону визначається розрахунком, але приймається в межах 60-120 мм.

Стальні обойми, поряд зі значним підвищенням несучої здатності, мають суттєве обмеження щодо використання, а саме, вони застосовуються лише для стовпів прямокутного перерізу і є неекономічними за витратами сталі. Стальні обойми складаються з сталевих кутників, встановлених на цементно-піщаному розчині по кутах перерізу, та поперечних планок (хомутів) зі стрічкової сталі або стержнів діаметром 10 мм, приварених до кутників. Відстань між поперечними планками приймається не більше за менший розмір перерізу елемента і не більше 500 мм. Щоб обойми сприймали вертикальне навантаження безпосередньо після встановлення, їх роблять попередньо напруженими та обтискають струбцинами. Стальна обойма захищається від корозії шаром цементно-піщаного розчину марки М50-100 товщиною 25-30 мм. Для надійного зчеплення з розчином стальну обойму рекомендується обмотувати металевою сіткою «Рабіца».

Особливістю всіх обойм є те, що вони чинять опір поперечним деформаціям стисненої кладки, збільшуючи її несучу здатність. Крім того, залізобетонні і стальні обойми самі сприймають частину поздовжнього зусилля. Отже, основними факторами, що впливають на ефективність обойм є стан кладки і схема передачі зусилля на конструкцію, клас бетону і марка розчину за міцністю, площа перерізу поздовжньої арматури, відсоток поперечного армування хомутами або планками.

Так само, як і кам'яні стовпи, можна підсилювати обоймами простінки несучих та самонесучих стін. Але, зважаючи, що переріз простінків майже завжди буває з відношенням сторін понад 2,5, то необхідно встановлювати надійно закріпленні додаткові поперечні в'язі, що перетинають



кладку і влаштовуються з кроком не більше $2h$ (де h – товщина простінка) і не більше 750 мм (рис. 5.14).



Рис. 5.14. Підсилення простінків зовнішньої несучої стіни будівлі сталевими обоймами

Одночасно з влаштуванням обойм рекомендується ін'єктувати тріщини в кладці під тиском спеціальними розчинами, кам'яну кладку просочують розчинами, що збільшують її міцність.

Альтернативним методом підсилення цегляних стін будівель та інженерних споруд є підсилення металевими накладками з швелерів, пластин (рис. 5.15). Накладки встановлюють на поверхні з обох боків стіни, або ж влаштовують у штрабах з подальшим їх замоноличенням цементно-піщаним розчином марки М100. З'єднують накладки між собою стяжними болтами, встановленими в висвердлені отвори у стіні з подальшим їх замоноличенням розчином.

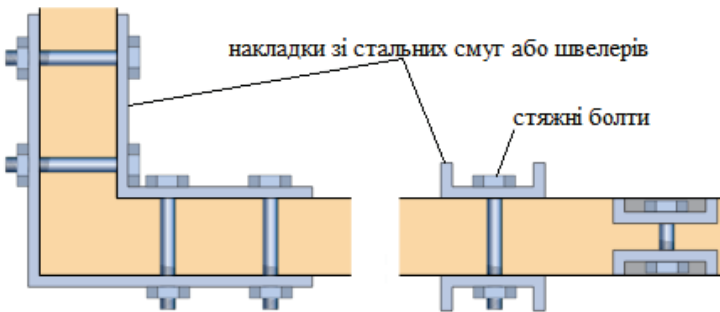


Рис. 5.15. Підсилення цегляних стін сталевими накладками



За необхідності підвищення міцності і жорсткості будівель у зв'язку з утворенням недопустимих тріщин і деформацій осадового характеру, застосовують підсилення методом об'ємного обтиску споруди металевими тяжами (рис. 5.16). Обтиск виконують як для всієї будівлі, отримавши замкнений контур, так і для її окремих частин. Тяжі з круглої (арматурної) сталі діаметром 25-36 мм зазвичай розміщують на рівні перекриттів та розташовують ззовні кладки або в пробитих штрабах і кріплять до кутників у кутах будинку, або до опорних металевих елементів з застосуванням прокладок, гайок та контргайок. Натяг тяжів здійснюється одночасно по контуру будівлі за допомогою стяжних муфт (талрепів), які розміщують з рівним кроком по їх довжині. Задля запобігання провисанню тяжів, величину їх натягу періодично контролюють інструментальними методами протягом терміну експлуатації будівлі, у разі ослаблення тяжі підтягують.

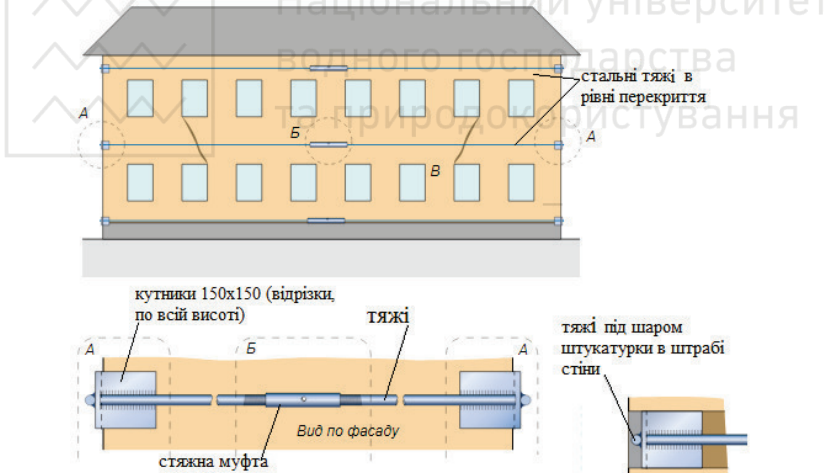


Рис. 5.16. Підсилення будівлі напруженими сталевими тяжами

Тяжами також з'єднують зовнішні та внутрішні стіни, зовнішні стіни з плитами та балками перекриття будівлі у вузлах їх спряження.

З метою з'єднання кутових зовнішніх стін будівлі в місці виникнення наскрізних тріщин можна використати сталеві



скоби з арматури періодичного профілю діаметром 10-12 мм, встановивши їх у вибрані фрезою пази кладки на цементно-піщаний розчин марки не нижче М100. Скоби у стіну мають бути заглиблені на величину не менше за 100 мм.

Для збільшення жорсткості цегляних стін у випадку надбудови поверхів при незавершеному будівництві, влаштовують по периметру зовнішніх та внутрішніх стін монолітні залізобетонні пояси висотою 200-270 мм на рівні низу або в одному рівні із перекриттям, з надійним анкеруванням конструкцій між собою арматурними стержнями діаметром 12 мм (анкерні стержні заводять в пояс та приварюють до монтажних петель плит перекриття). Замість монолітного поясу можна влаштувати по несучим стінам будівлі на рівні низу перекриття (опорна зона плит перекриття) металеві прокатні балки зі швелерів та двотаврів на висоту 250-300 мм, з наступним їх обетонуванням.

Для збільшення ділянки опирання несучих конструкцій на кам'яну кладку стін будівлі влаштовують металеві опорні столики із прокатного швелера (рис. 5.17). Опорні швелери мають бути надійно заанкерені у стіні за допомогою стяжних болтів. При односторонньому підсиленні використовують опорні пластини, замонолічені у нішах в стіні. При необхідності, для включення столиків в роботу, застосовують металеві пластини-клини.

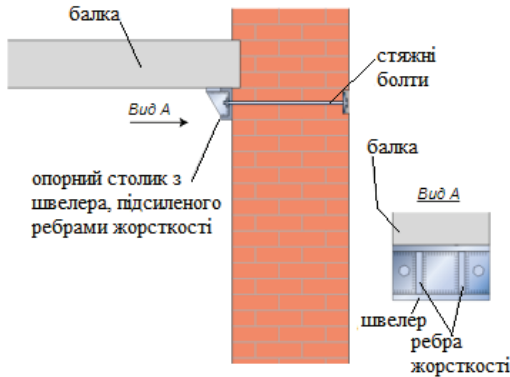


Рис. 5.17. Конструктивне рішення по збільшенню ділянки опирання несучих конструкцій на кам'яну кладку стін



Альтернативою для застосування опорних столиків є влаштування металевих і залізобетонних обойм, залізобетонних анкерних стінок мінімальною товщиною 50 мм під опорами конструкцій та підведення металевих прокатних двотаврових балок №12-20, що опираються на стійки з кроком 1,5-3 м.

Цегляні перемички над проїмами будівель підсилюють шляхом розклинювання тріщин металевими пластинами-клинами та заробкою їх цементно-піщаним розчином (рис. 5.18а); влаштуванням накладок з металевих прокатних кутників на цементно-піщаному розчині (рис. 5.18б); при великих прольотах – встановленням накладок із кутників з додатковим їх кріпленням тяжами (рис. 5.18в); влаштуванням накладок зі стійками з прокатних кутників на важкому розчині (рис. 5.18г).

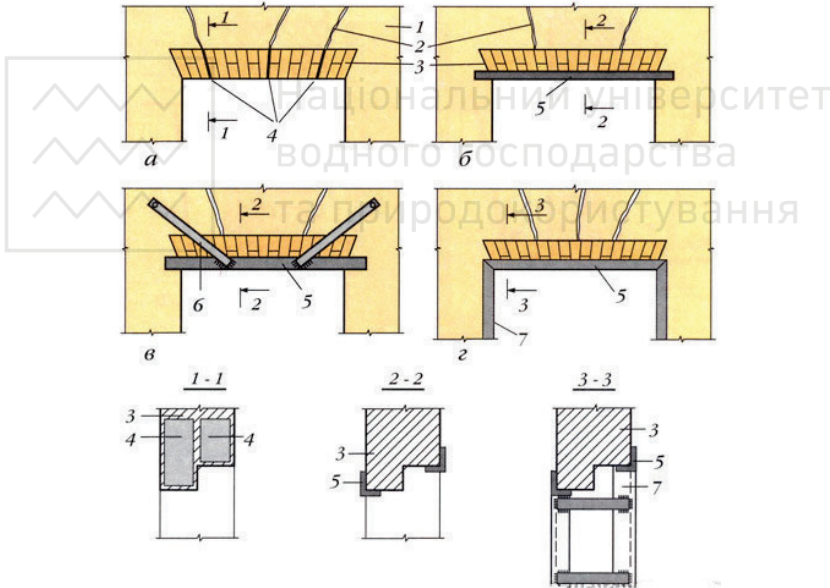


Рис. 5.18. Підсилення цегляних перемичок:

- а – розклинювання тріщин металевими пластинами; б – влаштування накладок з кутників; в – влаштування накладок із кутників з додатковим кріпленням тяжами; г – влаштування накладок зі стійками;
1 – цегляна стіна; 2 – тріщина; 3 – перемичка; 4 – металеві пластини-клини; 5 – сталевий кутник; 6 – тяжі з полосової сталі;
7 – сталевий обійма простінка



Крім зазначених методів підсилення цегляних перемичок влаштовують накладки на стяжних болтах (рис. 5.19). Накладки з прокатних швелерів встановлюють в отвори у стіні та з'єднують стяжними болтами. Отвори згодом заробляють дрібнозернистим важким бетоном.

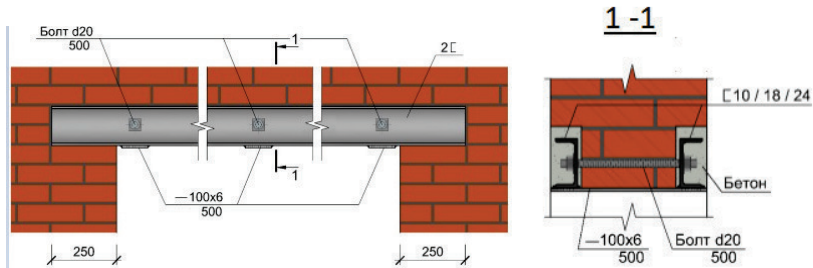


Рис. 5.19. Підсилення цегляних перемичок накладками на стяжних болтах

Надійним способом підсилення цегляних перемичок є встановлення в нижній зоні на цементно-піщаному розчині металевих або збірних залізобетонних балок. Після виконання робіт балки оштукатурюються по сітці.

Ділянки зруйнованої кам'яної кладки під опорами балок, перемичок тощо відновлюють шляхом заміни їх новою кладкою, заміни монолітним залізобетоном, влаштуванням металевих обойм, підведенням розвантажувальних сталевих та залізобетонних стійок, встановленням металевих підвісок.

При аварійному технічному стані кам'яних конструкцій, а також по причині того, що при влаштуванні обойм збільшуються розміри конструктивних елементів, зменшуються прорізи, погіршується зовнішній вигляд будівлі, рекомендується повна заміна кам'яної кладки. Заміна кладки виконується після тимчасового кріплення конструкцій металевими та дерев'яними стійками, підкосами, клинами тощо, що сприймають навантаження від них. Нову кладку влаштовують з цегли та важкого розчину марки М100. За необхідності збільшення несучої здатності кладки у горизонтальні шви вкладають арматурні сітки. Тимчасові кріплення розбирають після того, як розчин кладки набуде міцності не менше за 50% проектної.



5.3. Підсилення та відновлення залізобетонних конструкцій

До основних способів та методів відновлення і підсилення залізобетонних конструкцій відносяться:

- ❖ відновлення несучої здатності конструкцій, що включає:
 - відновлення робочої площі перерізу (заробка тріщин, раковин, дефектів і пошкоджень тощо);
 - відновлення закладних деталей, петель, анкерів, кріплень тощо;
 - захист від замокання та агресивності середовища, відновлення нормального температурно-вологісного режиму;
 - підвищення міцності матеріалів фундаменту;
 - інші заходи;
- ❖ збільшення несучої здатності конструкцій, що відбувається:
 - без зміни розрахункової схеми і напружено-деформованого стану (обойми, сорочки, нарощення, підсилення вузлів, інші заходи);
 - зі зміною розрахункової схеми (додаткові опори, металеві кронштейни та підкоси, тяжі, залізобетонні та металеві пояси, включення в спільну роботу окремих конструкцій, спеціальні рішення);
 - зі зміною напружено-деформованого стану (додаткова горизонтальна чи шпренгельна попередньо напружена арматура, попередньо напружені розпірки, попередньо напружені затяжки і хомути, спеціальні рішення);
- ❖ розвантаження конструкцій:
 - часткове (передача навантаження на інші конструкції);
 - повне (заміна конструкцій).

Найбільш технологічними та економічними методами підсилення *збірних залізобетонних багатопустотних плит* є:

- підведення металевих розвантажувальних балок знизу (рис. 5.20);
- підведення металевих розвантажувальних балок зверху (рис. 5.21);



Національний університет
водного господарства
та природокористування

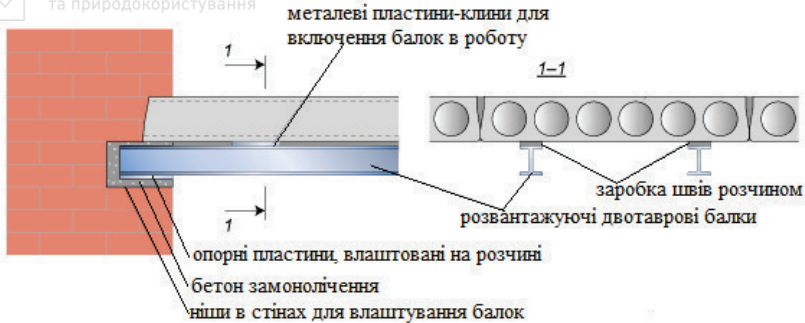


Рис. 5.20. Підсилення багатопустотних плит підведенням металевих розвантажувальних балок знизу

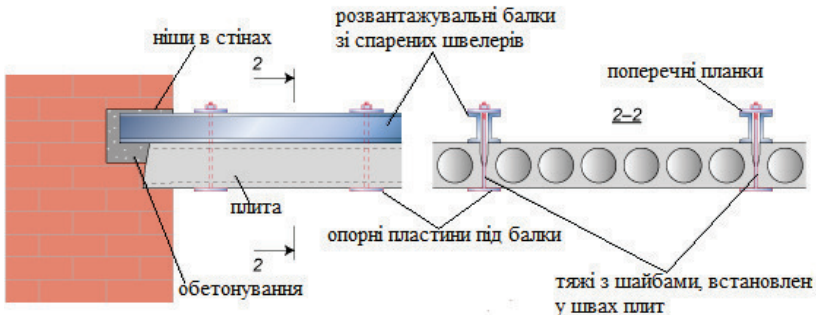
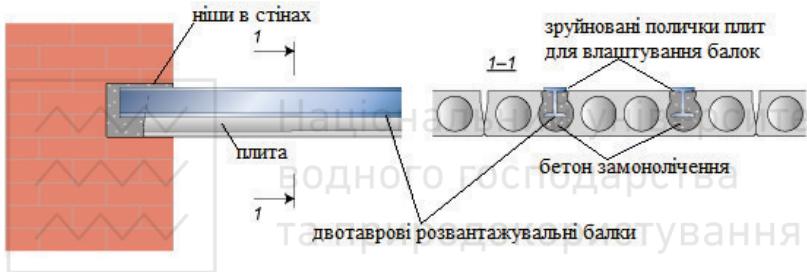


Рис. 5.21. Підсилення багатопустотних плит підведенням металевих розвантажувальних балок зверху



- нарощення плит зверху при забезпеченні зчеплення поверхонь (рис. 5.22);
- нарощення плит зверху при недостатньому зчепленні поверхонь (рис. 5.23);
- влаштування додаткової арматури на полімер-розчині (рис. 5.24);
- встановлення арматурних каркасів в пустотах знизу з наступним обетонуванням пустот;
- приклеювання склотканини чи листового металу на полімер-розчині у нижню розтягнуту зону плити;
- пристрелювання дюбелями (або рідкі дюбелі, хімічні анкери) смуг листової сталі у нижню розтягнуту зону плити;



Рис. 5.22. Підсилення багатопустотних плит нарощенням зверху при забезпеченні зчеплення поверхонь

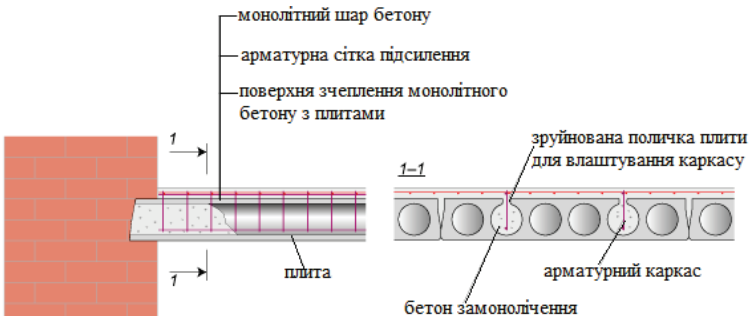


Рис. 5.23. Підсилення багатопустотних плит нарощенням зверху при недостатньому зчепленні поверхонь

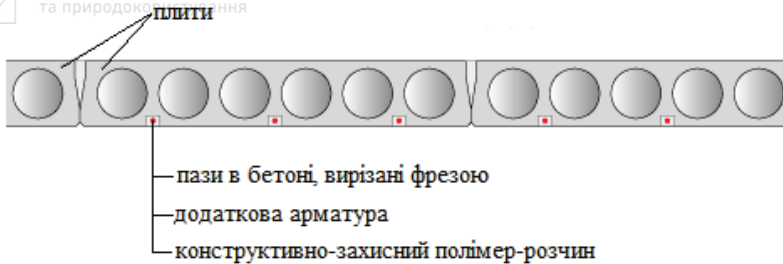


Рис. 5.24. Підсилення багатопустотних плит влаштуванням додаткової арматури на полімер-розчині

- підведення двоконсольних розвантажувальних балок (рис. 5.25);
- влаштування нерозрізності встановленням арматурних каркасів в пустотах (рис. 5.26);
- встановлення шпренгельних затяжок (рис. 5.27) тощо.

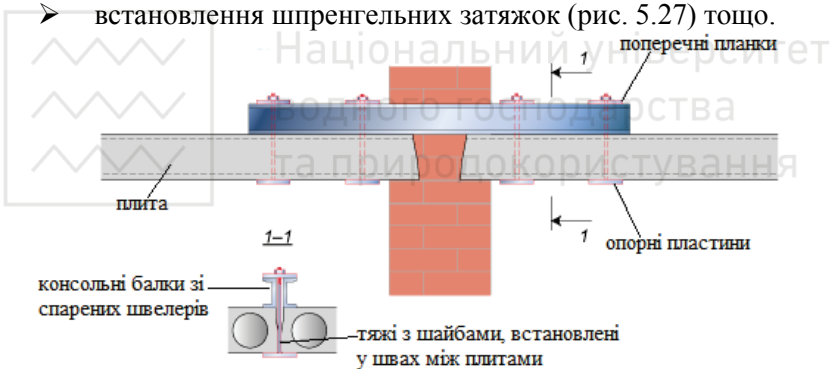


Рис. 5.25. Підсилення багатопустотних плит підведенням двоконсольних розвантажувальних балок

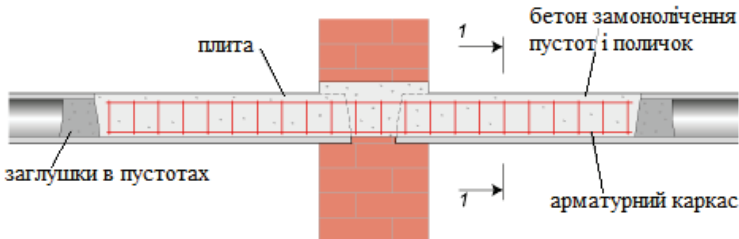


Рис. 5.26. Підсилення багатопустотних плит створенням нерозрізності

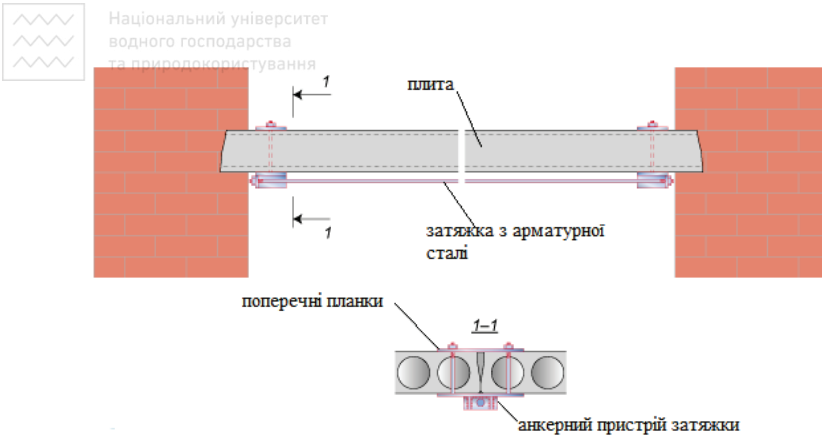


Рис. 5.27. Підсилення багатопустотних плит встановленням шпренгельних затяжок

- Аналогічно багатопустотним плитам здійснюють підсилення і збірних залізобетонних ребристих плит методами:
- нарощення плит зверху при забезпеченні зчеплення поверхонь (рис. 5.28);
 - нарощення плит зверху при недостатньому зчепленні поверхонь (рис. 5.29);
 - нарощення в стиснутій зоні бетоном плитою з ребрами (рис. 5.30);
 - підведення ребер з монолітного залізобетону (рис. 5.31);
 - нарощення знизу при забезпеченні зчеплення (рис. 5.32);
 - влаштування розвантажувальних монолітних залізобетонних балок з розсуванням плит (рис. 5.33);
 - влаштування додаткової робочої арматури (рис. 5.34);
 - влаштування затяжок зі сталевих смуг (рис. 5.35);
 - підведення металевих розвантажувальних балок (рис. 5.36);
 - підведення двоконсольних розвантажувальних балок (рис. 5.37);
 - влаштування шпренгельних затяжок (рис. 5.38);
 - влаштування шпренгельних затяжок у швах між плитами (рис. 5.39);
 - влаштування попередньо напружених затяжок на поперечних ребрах (рис. 5.40);



- підведення під поперечні ребра шпренгельних балок (рис. 5.41);
- створення нерозривності (рис. 5.42) тощо.

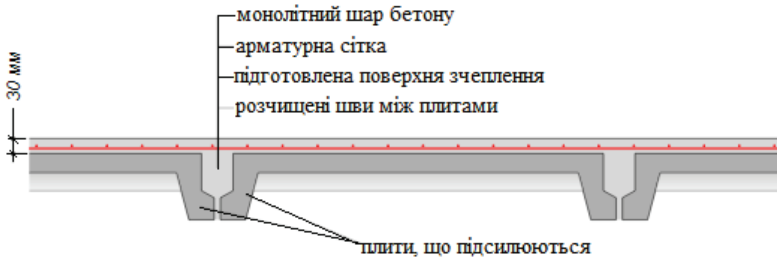


Рис. 5.28. Підсилення ребристих плит нарощенням при забезпеченні надійного зчеплення бетону підсилення та плити

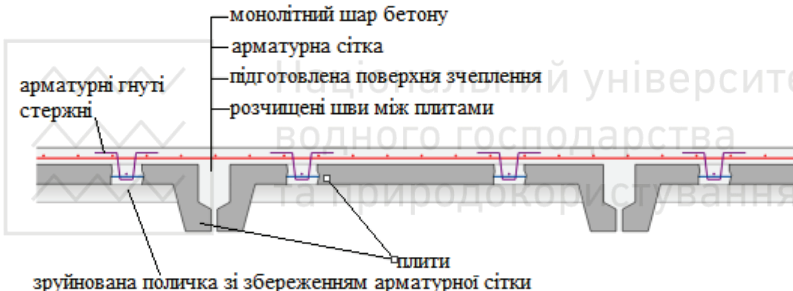


Рис. 5.29. Підсилення ребристих плит нарощенням полицки при недостатньому зчепленні

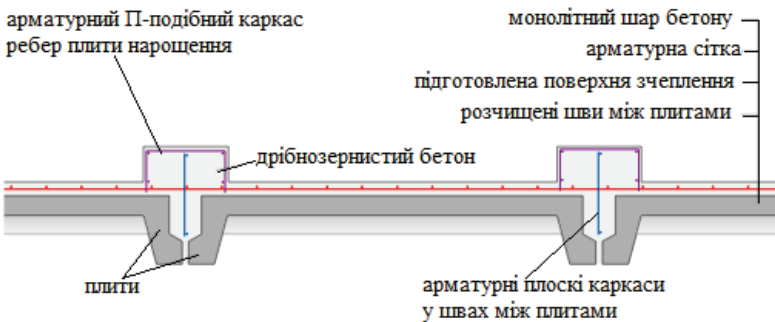


Рис. 5.30. Підсилення ребристих плит нарощенням в стиснутій зоні бетонною плитою з рабрами

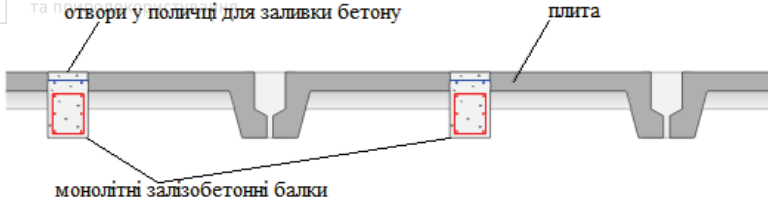


Рис. 5.31. Підсилення ребристих плит підведенням ребер з монолітного залізобетону

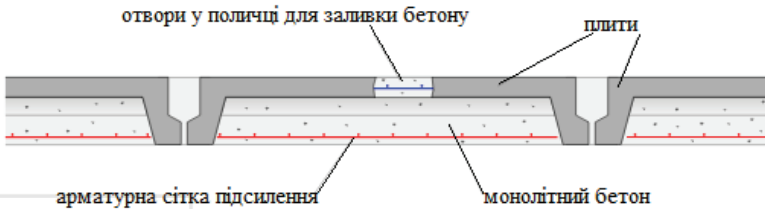


Рис. 5.32. Підсилення ребристих плит нарощенням знизу при забезпеченні зчеплення поверхнями

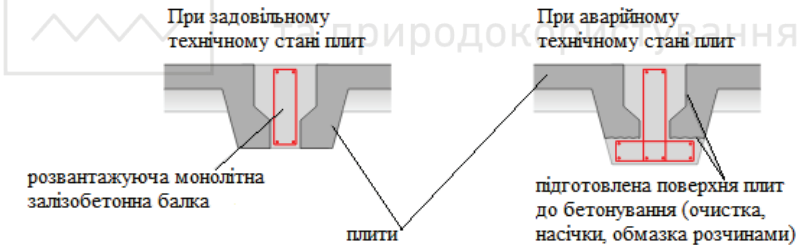


Рис. 5.33. Підсилення плит влаштуванням розвантажувальних монолітних залізобетонних балок з розсуванням плит

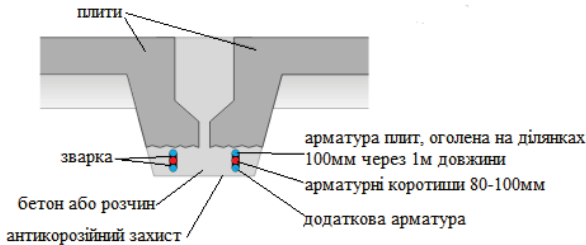


Рис. 5.34. Підсилення ребристих плит влаштуванням додаткової робочої арматури



Національний університет
водного господарства
та природокористування

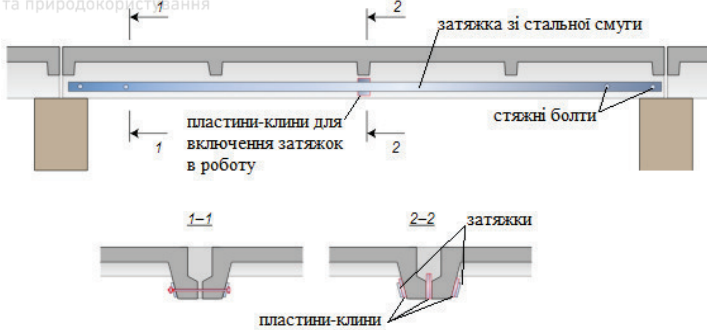


Рис. 5.35. Підсилення ребристих плит влаштуванням затяжок зі сталевих смуг

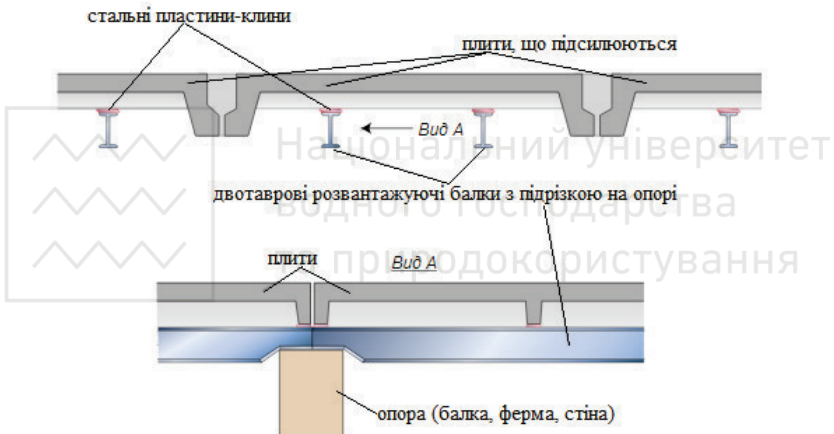


Рис. 5.36. Підсилення ребристих плит підведенням металевих розвантажувальних балок

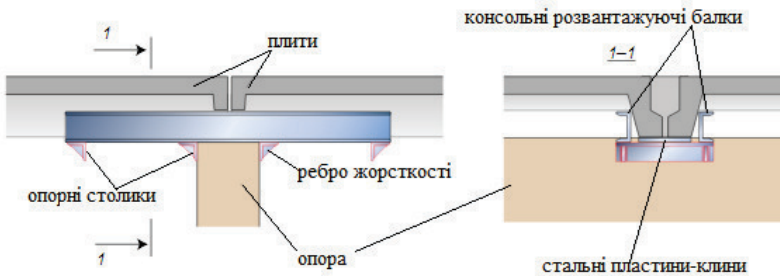


Рис. 5.37. Підсилення ребристих плит підведенням двоконсольних розвантажувальних балок



Національний університет
водного господарства
та природокористування

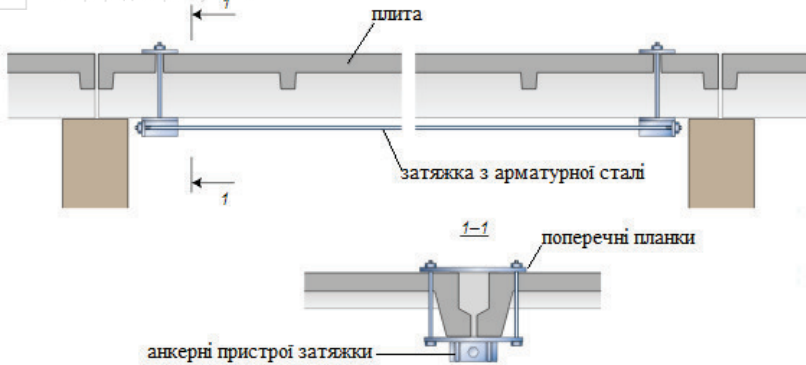


Рис. 5.38. Підсилення ребристих плит влаштуванням шпренгельних затяжок

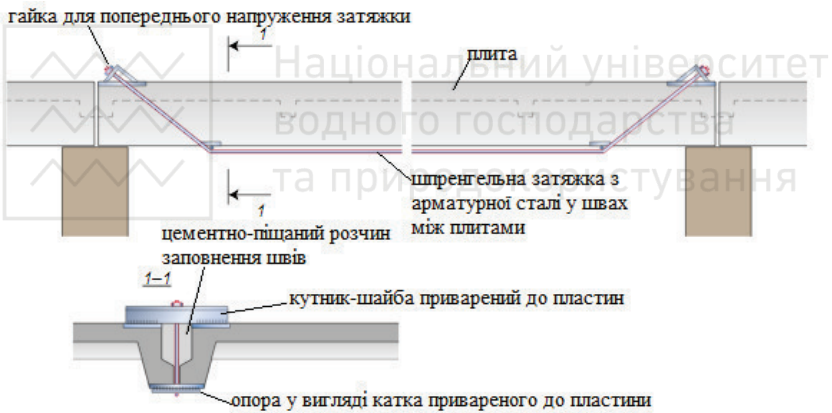


Рис. 5.39. Підсилення ребристих плит влаштуванням шпренгельних затяжок у швах між плитами

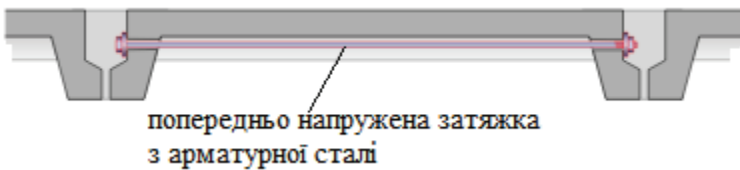


Рис. 5.40. Підсилення ребристих плит влаштуванням попередньо напружених затяжок на поперечних ребрах



В практиці будівництва при підсиленні ребристих плит перекриття і покриття будівель та інженерних споруд часто використовують метод підведення розвантажувальних елементів під поздовжні ребра суміжних плит по їх довжині (рис. 5.43). При цьому, сталеві кутники встановлюють у верхній зоні в розчищені шви між плитами, прокатний швелер (або сталеві кутники з'єднані планками) монтують по низу ребер на цементно-піщаний розчин. Стяжні болти встановлюють у шви між плитами, які після включення балок в роботу заповнюються цементно-піщаним розчином. При недостатності ширини шва між плитами, отвори під стяжні болти вибивають у поличках.

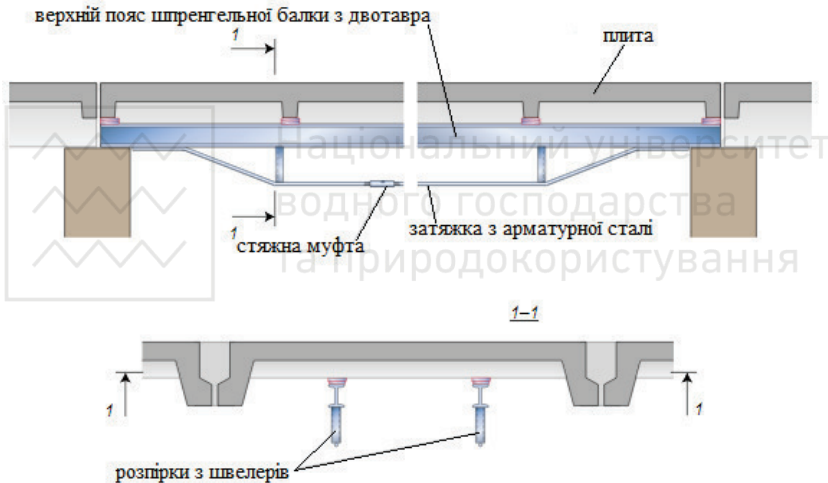


Рис. 5.41. Підсилення ребристих плит підведенням під поперечні ребра шпренгельних балок

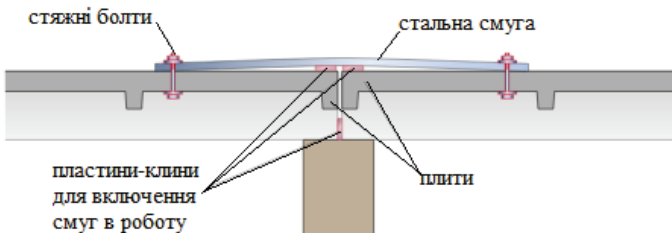


Рис. 5.42. Підсилення ребристих плит за рахунок створення нерозрізності з допомогою сталевих смуг

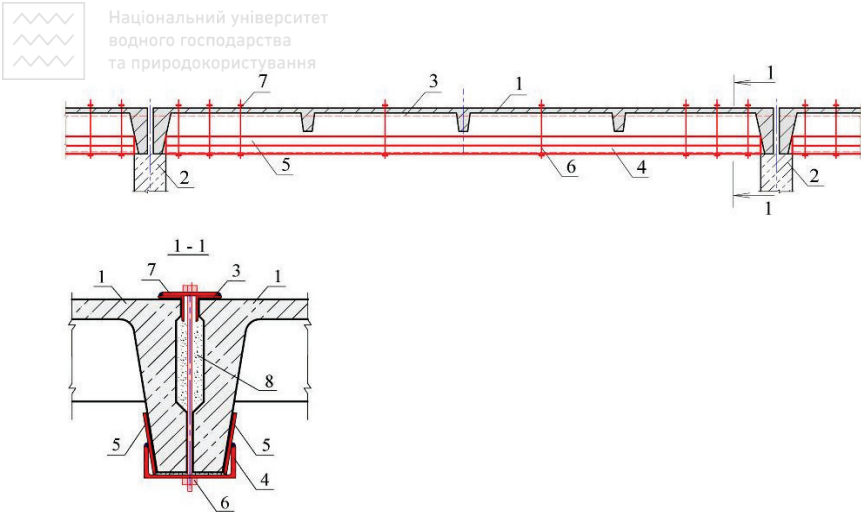


Рис. 5.43. Підсилення ребристих плит підведенням розвантажувальних елементів під поздовжні ребра:

- 1 – плити; 2 – балки; 3 – металеві кутники; 4 – прокатний швелер;
 5 – металеві пластини, приварені до швелера; 6 – стяжні болти;
 7 – планки-шайби, приварені до кутників; 8 – цементно-піщаний розчин у шві

Монолітні залізобетонні плити балочних і безбалочних перекриттів будівель та інженерних споруд підсилюють як і збірні плити нарощенням монолітного шару зверху при забезпеченні надійного зчеплення поверхонь бетону підсилення та плити (по аналогії див. рис. 5.22, 5.28); нарощенням монолітного шару зверху при недостатньому зчепленні бетону підсилення та плити (по аналогії див. рис. 5.23, 5.29); нарощенням монолітного шару зверху з влаштуванням залізобетонних шпонок (по аналогії див. рис. 5.29). Крім зазначених методів підсилення застосовують:

- нарощення монолітного шару знизу (рис. 5.44);
- нарощення монолітного шару зверху у вигляді ребристої плити (рис. 5.45);
- створення нерозрізності нарощеного перекриття (рис. 5.46);
- підведення металевих розвантажувальних балок знизу (рис. 5.47) тощо.

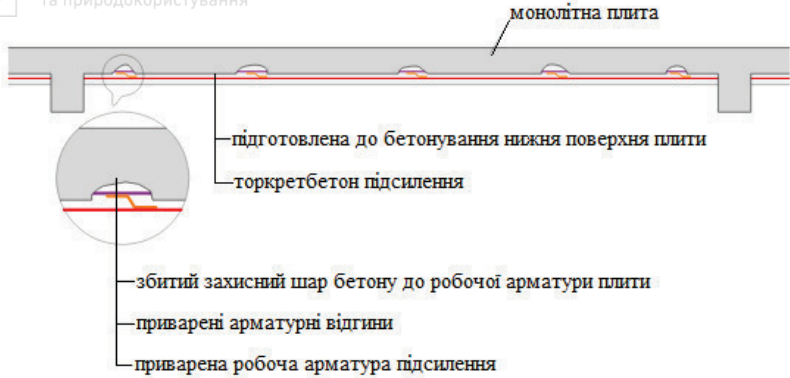


Рис. 5.44. Підсилення монолітних плит нарощенням шару знизу

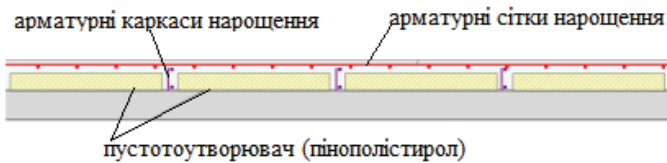


Рис. 5.45. Підсилення монолітних плит перекриття нарощенням монолітного шару зверху у вигляді ребристої плити

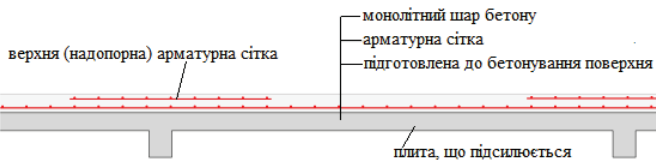


Рис. 5.46. Підсилення монолітної плити створенням нерозрізності

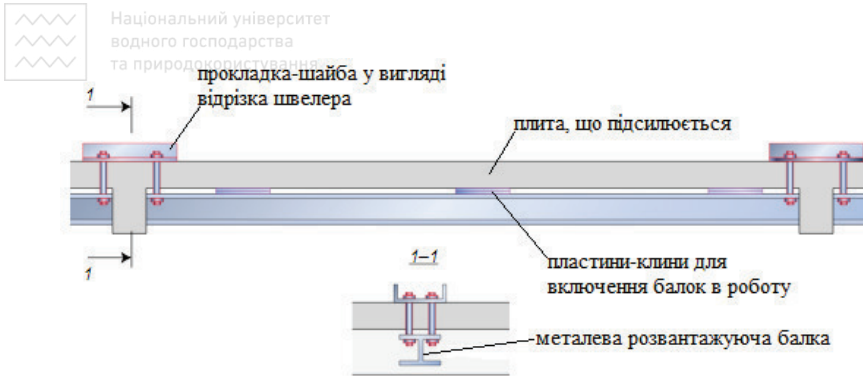


Рис. 5.47. Підсилення монолітних плит перекриття підведенням металевих розвантажувальних балок знизу

Найпоширенішим способом підсилення *залізобетонних балок* є нарощення робочої арматури та їх перерізу (рис. 5.48-5.49), а також влаштування обойм (рис. 5.50).

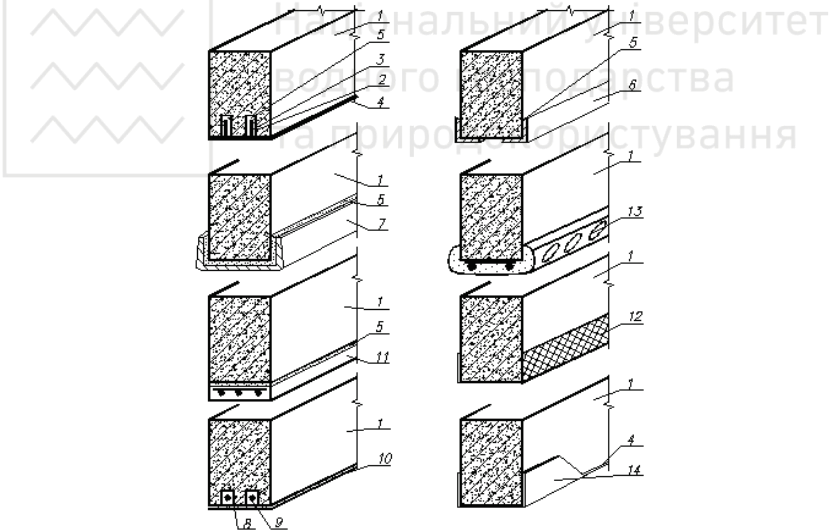


Рис. 5.48. Підсилення залізобетонних балок зовнішнім армуванням:
 1 – залізобетонна балка; 2 – отвір; 3 – анкер (дюбель); 4 – листова арматура; 5 – полімер-розчин; 6 – кутник; 7 – швелер; 8 – паз; 9 – арматура підсилення; 10 – обмазка з полімер-розчину; 11 – залізобетонний елемент підсилення; 12 – скловолокно (графітові волокна); 13 – сталевий лист; 14 – анкерна пластина



У випадку незначного збільшення несучої здатності балок збільшення площі робочої поздовжньої арматури з нарощенням перерізу у нижній зоні здійснюють по аналогії з рис. 5.34. За необхідності суттєвого збільшення несучої здатності балки підсилюють нарощенням згідно з рис. 5.49.

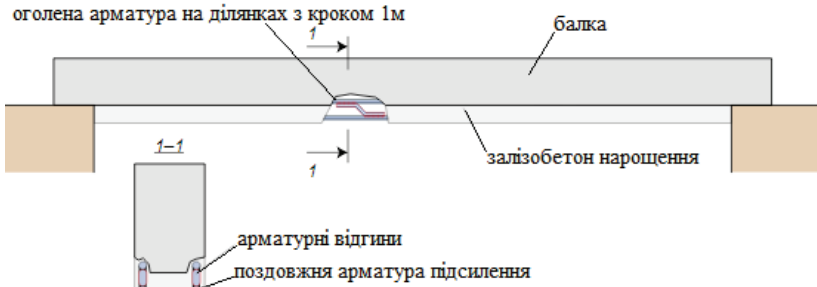


Рис. 5.49. Підсилення залізобетонних балок нарощенням знизу

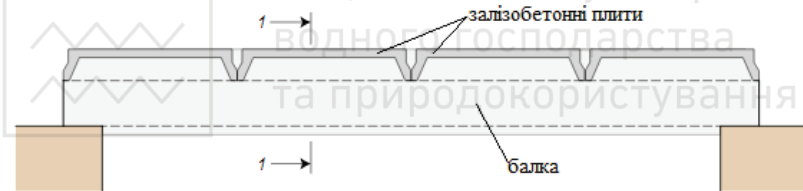


Рис. 5.50. Підсилення балок залізобетонною обоймою

Для підсилення залізобетонних балок влаштовують шпренгельні затяжки (рис. 5.51), затяжки з арматурної сталі (рис. 5.52), підводять розвантажувальні стійки (рис. 5.53), порталні рами (рис. 5.54), підкоси (рис. 5.55) і кронштейни (рис. 5.56), створюють нерозрізність системи (рис. 5.57).



Національний університет
водного господарства
та природокористування

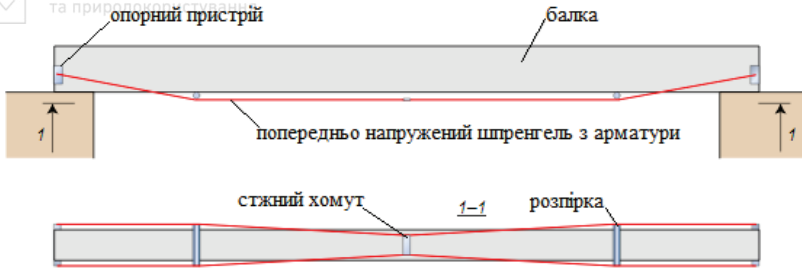


Рис. 5.51. Підсилення балок шпренгельними затяжками

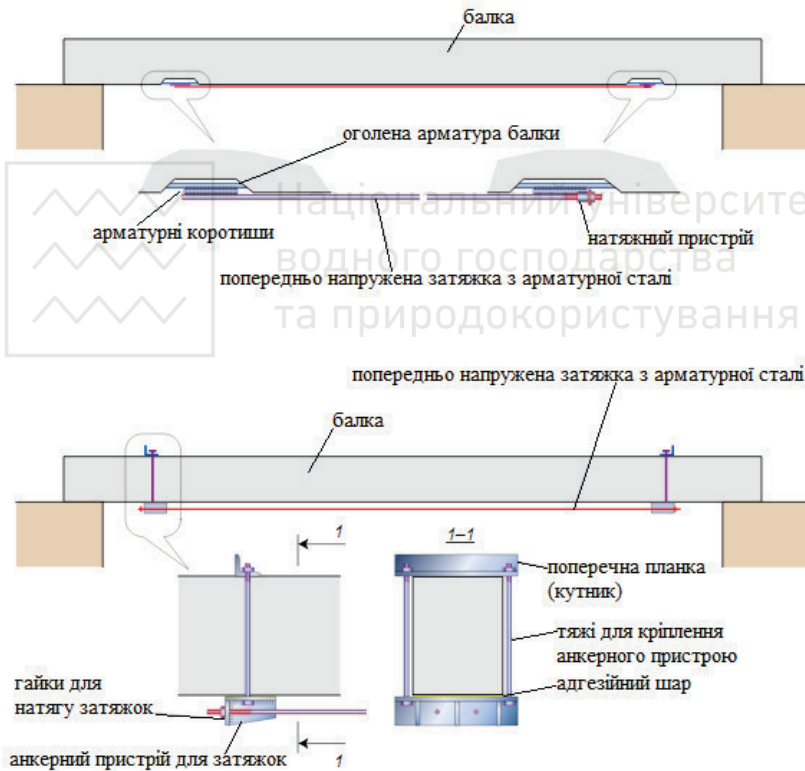


Рис. 5.52. Підсилення залізобетонних балок затяжками з арматурної сталі

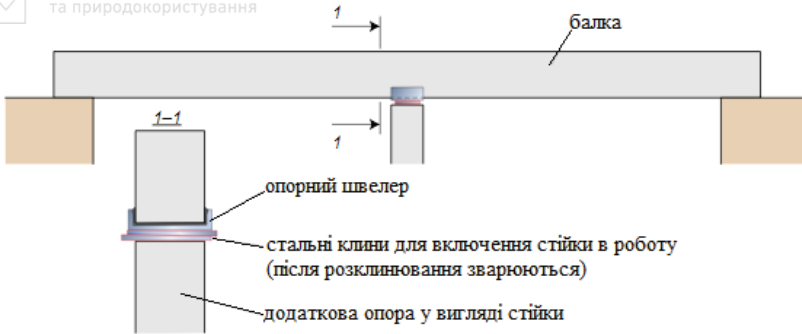


Рис. 5.53. Підсилення залізобетонних балок підведенням розвантажувальних стійок

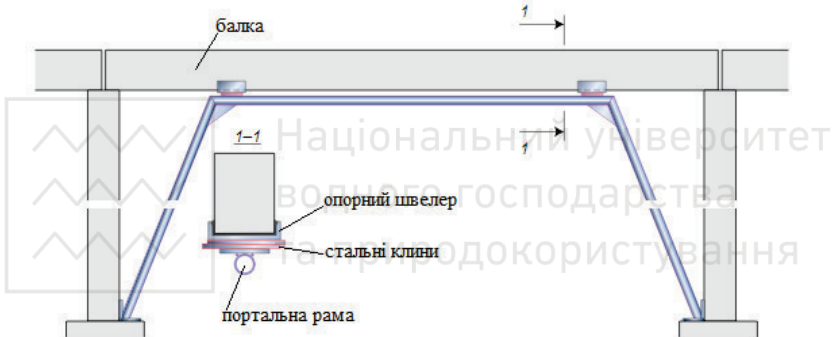


Рис. 5.54. Підсилення залізобетонних балок портальними рамами

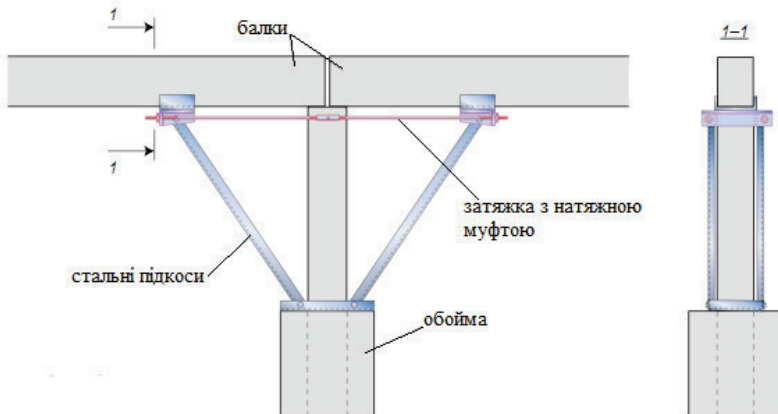


Рис. 5.55. Підсилення залізобетонних балок підкосами

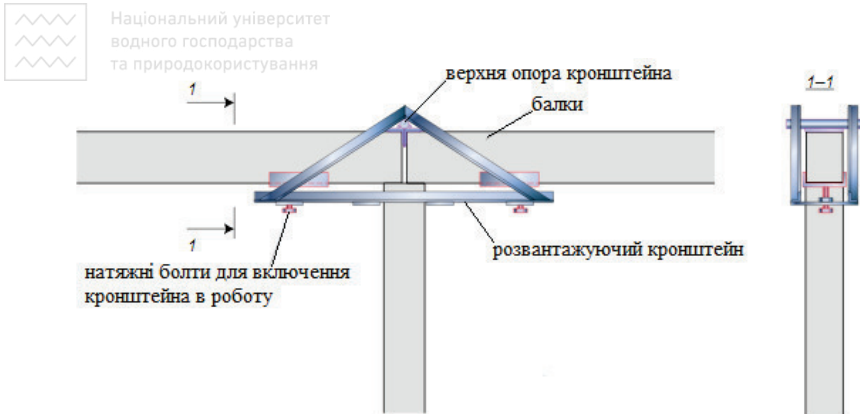


Рис. 5.56. Підсилення залізобетонних балок кронштейнами

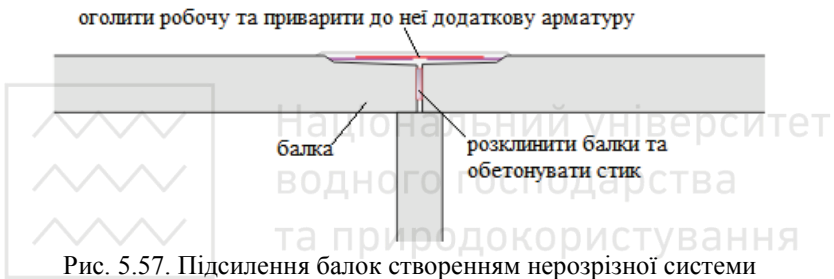


Рис. 5.57. Підсилення балок створенням нерозрізної системи

Опорні частини балок підсилюють встановленням поперечних (рис. 5.58), похилих та стяжних (рис. 5.59) хомутів; встановленням арматурних стержнів на клею; приварюванням додаткових похилих стержнів (рис. 5.60); наклейкою листів металу (рис. 5.61).

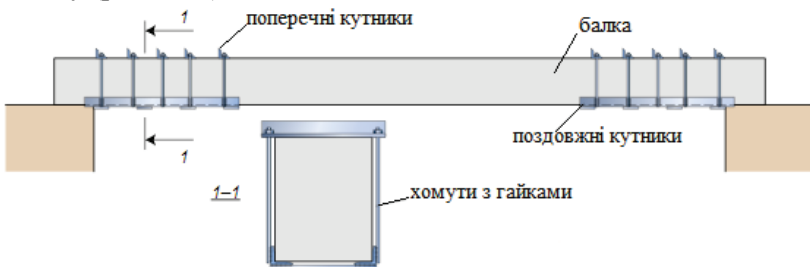


Рис. 5.58. Підсилення опорних частин балок встановленням поперечних хомутів

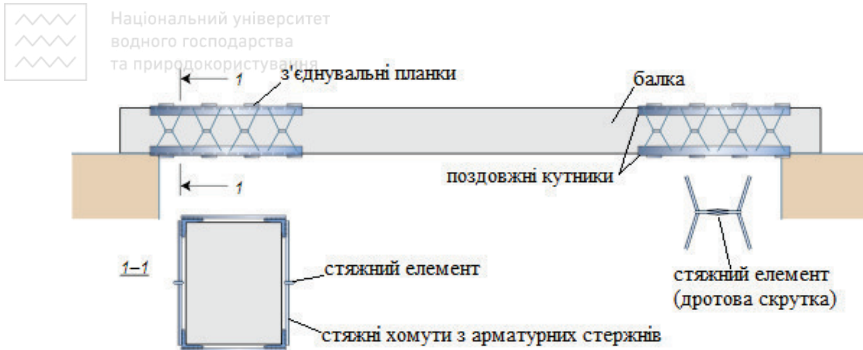


Рис. 5.59. Підсилення опорних частин балок встановленням стяжних хомутів

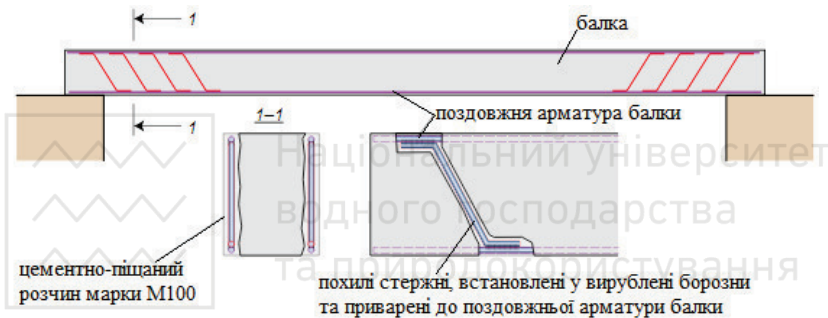


Рис. 5.60. Підсилення опорних частин балок приварюванням додаткових похилих стержнів

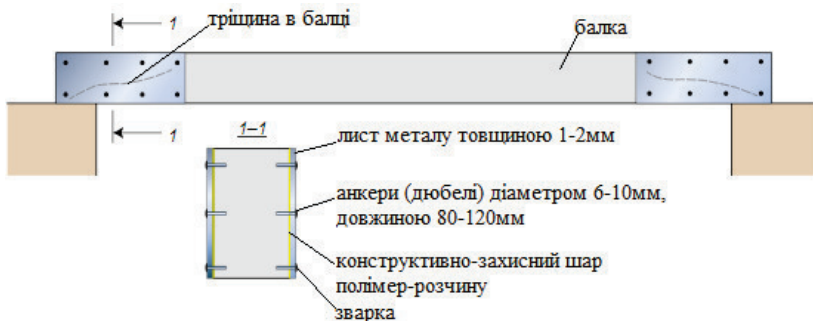


Рис. 5.61. Підсилення опорних частин балок наклеюванням листів металу



Балки монолітних залізобетонних перекриттів підсилюють тими ж методами, що й збірні конструкції, а саме: влаштуванням залізобетонних сорочок та обойм; нарощенням (див. рис. 5.48); підведенням розвантажувальних балок на консолях та хомутах (по аналогії з рис. 5.47); влаштуванням додаткової термонапруженої арматури (по аналогії з рис. 5.52); встановленням розвантажувальних кронштейнів (по аналогії з рис. 5.56); встановленням горизонтальних затяжок (по аналогії з рис. 5.52) та шпренгельних затяжок (по аналогії з рис. 5.51) з арматурної сталі; шпренгельних затяжок з кутників; горизонтальних затяжок з кутників та швелера (рис. 5.62) тощо.

Одним з дієвих методів підсилення балок монолітних перекриттів є підвішування їх до металевих розвантажувальних балок (рис. 5.63).

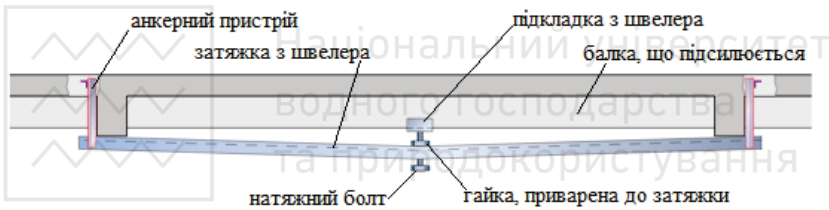


Рис. 5.62. Підсилення монолітної балки затяжкою з швелера

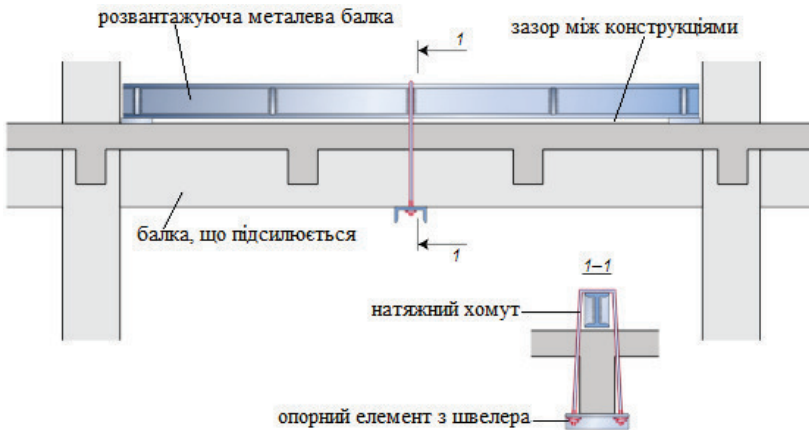


Рис. 5.63. Підсилення монолітної балки підвішуванням



Залізобетонні кроквяні конструкції (балки, ферми) підсилюють тими ж методами, що й інші залізобетонні конструкції: влаштовують попередньо напружені шпренгелі з двотаврів, швелерів і кутників; встановлюють горизонтальні попередньо напружені затяжки; шпренгельні затяжки; влаштовують розвантажувальні кронштейни; включають в спільну роботу з кроквяними конструкціями плити покриття шляхом влаштування залізобетонних обойм; влаштовують залізобетонні та металеві обойми по верхньому поясу; підвищують кроквяні конструкції до розвантажувальних балок, що розташовані на покритті; підводять розвантажувальні балки; створюють нерозрізність влаштуванням попередньо напружених затяжок; підводять двоконсольні розвантажувальні балки на опорах; встановлюють додаткові опори; підсилюють опорні частини конструкцій та проміжні вузли; підсилюють розтягнуті елементи ферм металевими скобами та пластинами тощо.

При підсиленні кроквяних конструкцій часто вдаються до їх розвантаження шляхом полегшення конструкції покрівлі. При підсиленні кроквяних конструкцій будівель та інженерних споруд необхідно враховувати напружено-деформований стан та характер роботи їх конструктивних елементів і конструкцій в цілому.

Ефективним методом підсилення кроквяних конструкцій є застосування попередньо напружених шарнірно-стрижневих ланцюгів з підвісками (рис. 5.64) або розпірками (рис. 5.65).

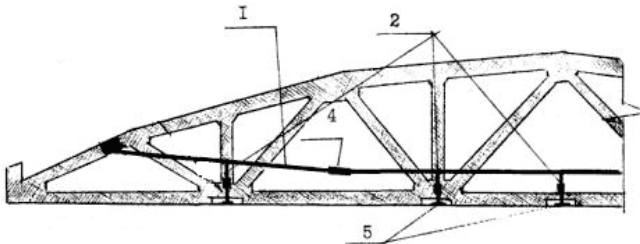


Рис. 5.64. Підсилення ферм шарнірно-стрижневими ланцюгами з підвісками:

- 1 – шарнірно-стрижневий ланцюг; 2 – натяжні підвіски;
- 4 – стяжна муфта; 5 – опорні підкладки

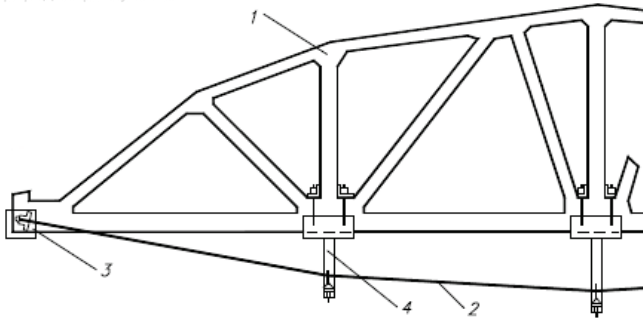


Рис. 5.65. Підсилення ферм шарнірно-стрижневими ланцюгами з розпірками:

- 1 – ферма; 2 – шарнірно-стрижневий ланцюг; 3 – анкерний пристрій;
4 – розпірка

Ефективним способом підсилення залізобетонних колон, як і кам'яних стовпів, є влаштування залізобетонних обойм та сорочок; а також металевих обойм (рис. 5.66). Як і всі залізобетонні конструкції колони підсилюють нарощенням, зі зварюванням додаткової робочої арматури через гнуті коротиши з стержнями поздовжньої робочої арматури.

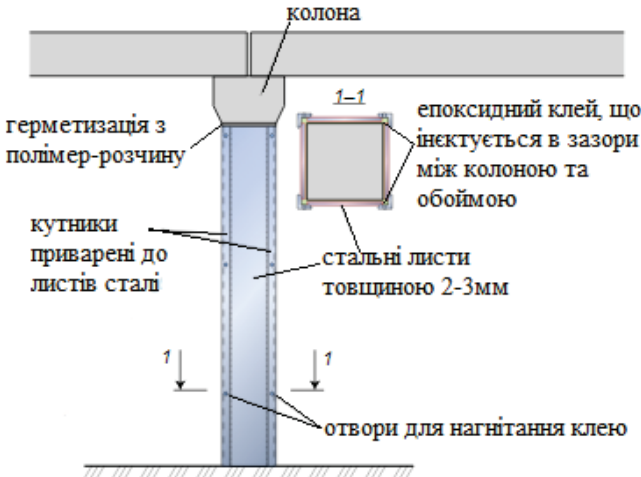


Рис. 5.66. Підсилення колон сталюю обоймою



Для підсилення залізобетонних колон застосовують також наступні методи:

- встановлення попередньо напружених хомутів (рис. 5.67)
- влаштування односторонніх та двосторонніх (рис. 5.68) вертикальних розпірок;
- встановлення приставних розвантажувальних стійок (рис. 5.69);
- підведення розвантажувальних стійок (рис. 5.70);
- зварювання сталевих кутників з робочою арматурою;
- влаштуванням дотичної арматури тощо.

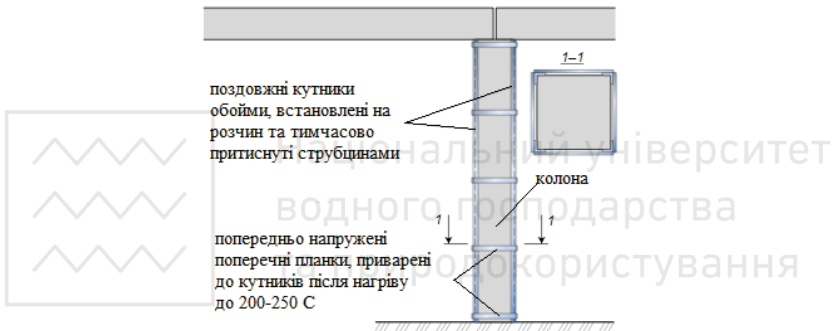


Рис. 5.67. Підсилення колон встановленням попередньо напружених хомутів

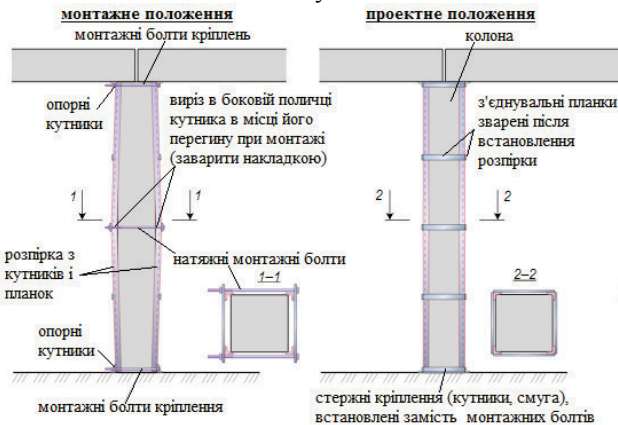


Рис. 5.68. Підсилення колон влаштуванням двосторонніх розпірок



Рис. 5.69. Підсилення колон встановленням приставних розвантажувальних стійок

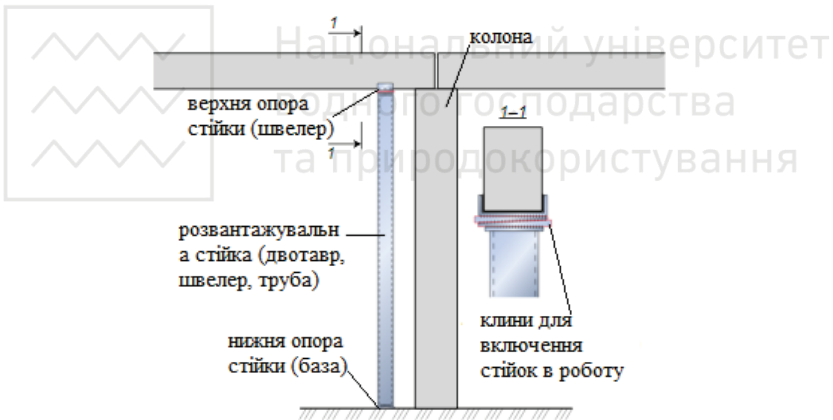


Рис. 5.70. Підсилення колон підведенням розвантажувальних стійок

5.4. Підсилення та відновлення дерев'яних конструкцій

Підсилення дерев'яних конструкцій будівель здійснюють наступними методами:

- нарощенням опорної частини дерев'яними (рис. 5.71) та металевими накладками (рис. 5.72);
- встановленням надбалок та підбалок (рис. 5.73);



- встановленням стержневих протезів (рис. 5.74);
- встановленням кінцевих протезів (рис. 5.75);
- встановленням протезів в прольоті балки (рис. 5.76);
- підсиленням опори кроквяної ноги підкосами (рис. 5.77);
- встановленням шпренгелів (рис. 5.78);
- підсиленням низу кроквяної ноги дерев'яними накладками та металевим протезом (рис. 5.79);
- заміною пошкодженої частини стійки (рис. 5.80);
- підсиленням деформованої стійки (рис. 5.81) тощо.

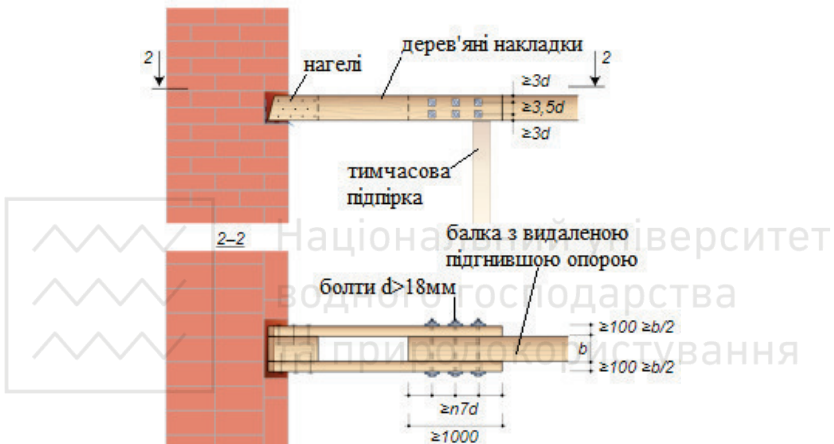


Рис. 5.71. Підсилення дерев'яних конструкцій нарощенням опорної частини дерев'яними накладками

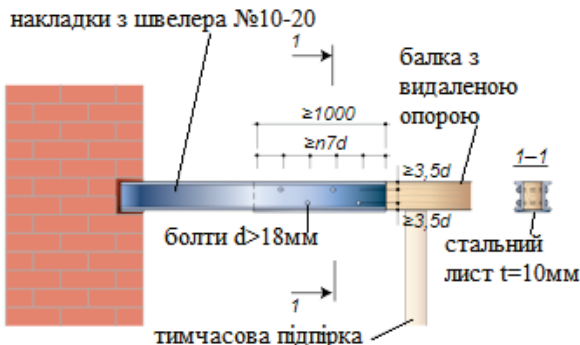


Рис. 5.72. Підсилення дерев'яних конструкцій нарощенням опорної частини металевими накладками

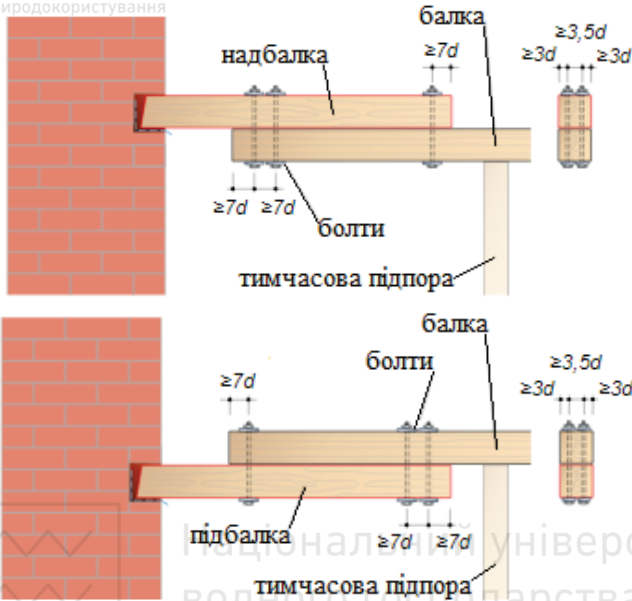


Рис. 5.73. Підсилення дерев'яних конструкцій встановленням надбалок та підбалок

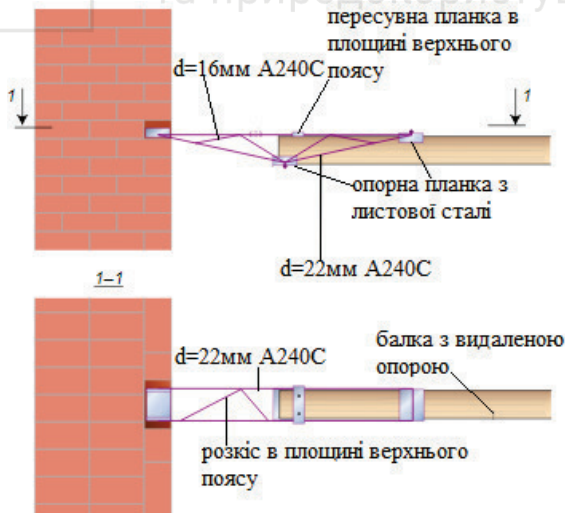


Рис. 5.74. Підсилення дерев'яних конструкцій встановленням стержневих протезів

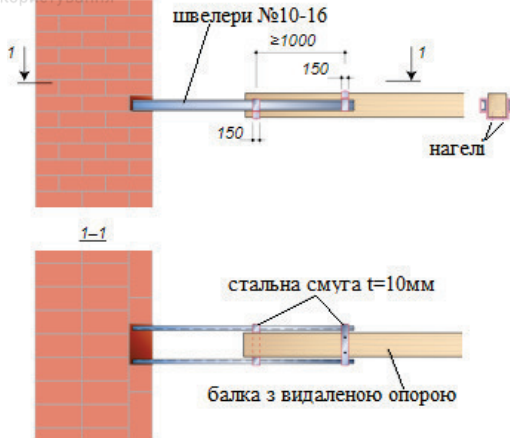


Рис. 5.75. Підсилення дерев'яних конструкцій встановленням кінцевих протезів



Рис. 5.76. Підсилення дерев'яних конструкцій встановленням протезів у прольоті

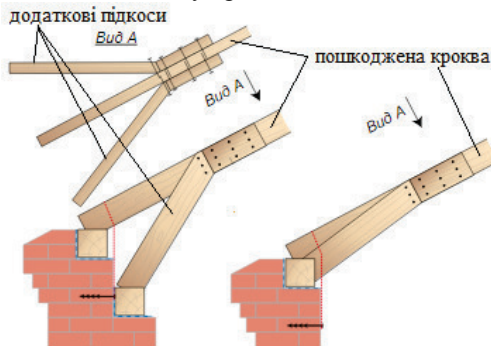


Рис. 5.77. Підсилення опори кроквяної ноги підкосами

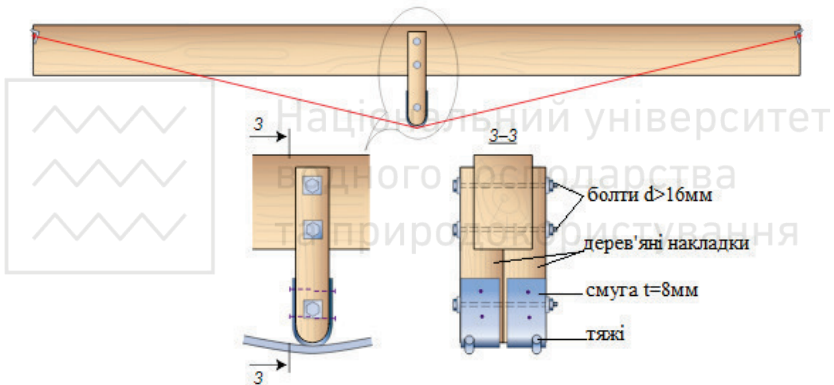
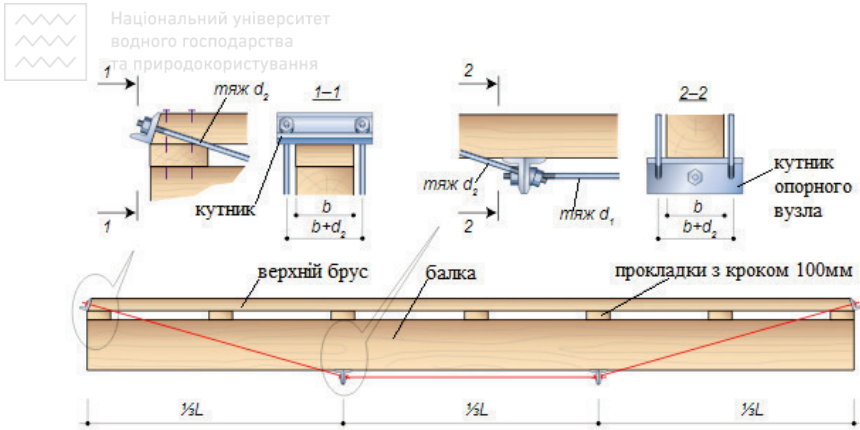


Рис. 5.78. Підсилення конструкцій з деревини шпренгелями

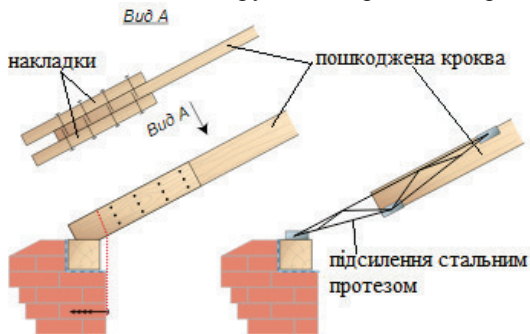


Рис. 5.79. Підсилення низу кроквяної ноги дерев'яними накладками та металевим протезом

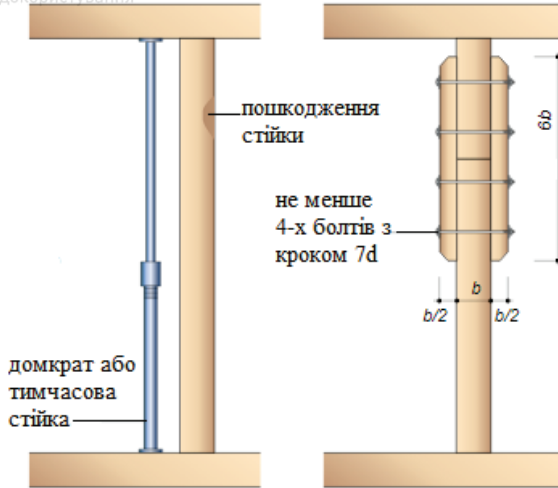


Рис. 5.80. Заміна пошкодженої частини дерев'яної стійки

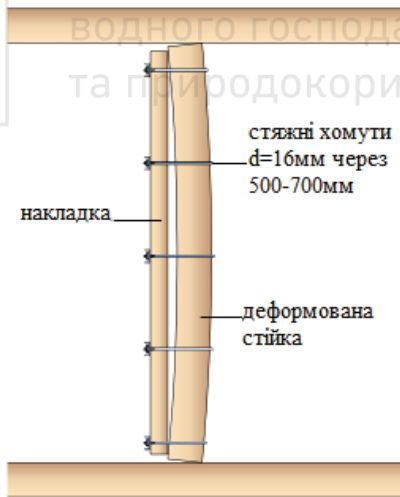


Рис. 5.81. Підсилення деформованої дерев'яної стійки

Розтягнуті конструктивні елементи (нижні пояси ферм, затяжки тощо) дерев'яних конструкцій підсилюють згідно рис. 5.82.

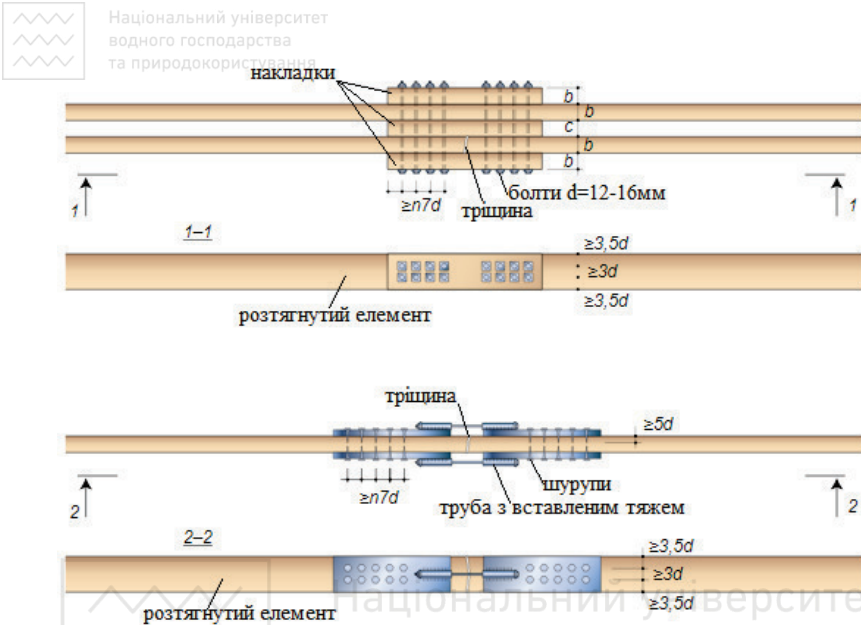


Рис. 5.82. Підсилення розтягнутих елементів дерев'яних конструкцій

5.5. Підсилення та відновлення металевих конструкцій

Підсилення металевих конструкцій виконують після їх розвантаження або під навантаженням:

- збільшенням поперечного перерізу окремих елементів та вузлів їх з'єднань;
- зміною розрахункової схеми конструкцій.

Найпоширенішим методом підсилення металевих конструкцій, з огляду на простоту виконання та можливість вільного доступу, є нарощення конструктивних елементів зварюванням. В цьому випадку підвищення несучої здатності досягається за рахунок збільшення перерізу або жорсткості.

Необхідно враховувати, що при зварюванні відбувається нагрів конструктивних елементів, що зменшує їх несучу здатність. При температурі більшій за 550°C метал переходить у пластичний стан і виключається з роботи по сприйняттю зусиль. Ступінь зниження міцності металу в місці зварки залежить від режиму зварювання, товщини та розмірів



елементів, напрямку зварних швів тощо, і становить: для поздовжніх зварних швів – $\leq 15\%$, для поперечних швів – $\leq 40\%$. З огляду на це, підсилення під навантаженням виконують за рівня напружень в елементі не більше $0,8R_y$. При більших значеннях напружень, а також у випадку необхідності зменшення зусиль в елементах та вузлах, виконують часткове або повне розвантаження конструкцій.

Підсилення *згинальних металевих конструкцій* має наступні особливості:

- збільшення поперечного перерізу елемента можна обмежити лише зоною дії максимальних згинаючих моментів (рис. 5.83);

- при підсиленні необхідно намагатися найбільш ефективно розміщувати додаткові деталі, тобто на максимальній віддалі від нейтральної осі непідсиленого перерізу (рис. 5.84);

- враховувати вплив зварних деформацій, що збільшують прогини, підсилення необхідно починати з нижнього поясу з наступним підсиленням стінки, а в останню чергу – верхнього поясу.

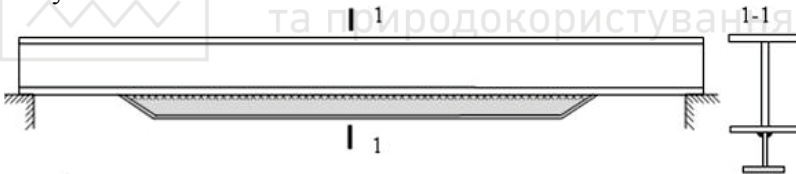


Рис. 5.83. Підсилення металеві балки в прольоті

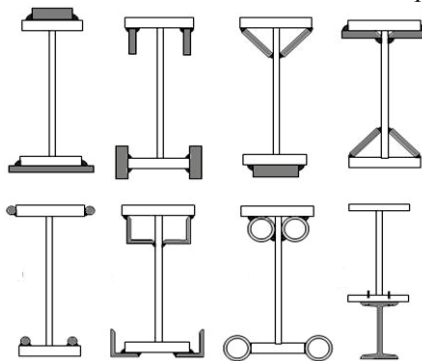


Рис. 5.84. Підсилення балок збільшенням поперечного перерізу



Підсилена стальна балка крім умови міцності має задовольняти умови загальної та місцевої стійкості. Підвищення місцевої стійкості балок досягається встановленням додаткових поперечних, поздовжніх та діагональних ребер жорсткості (рис. 5.85). З метою зменшення концентрацій місцевих напружень у кінцях коротких поперечних ребер жорсткості в стиснутій зоні приварюють поздовжні ребра жорсткості (рис. 5.85г).

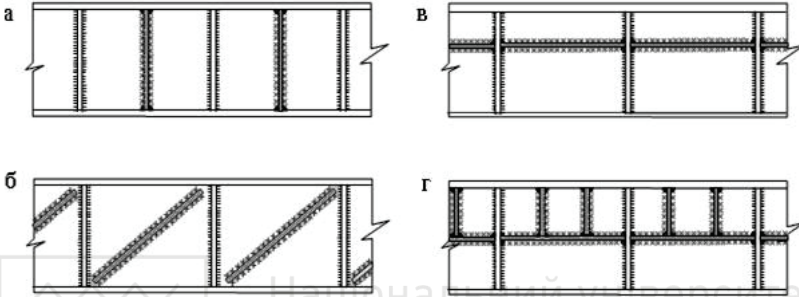


Рис. 5.85. Підсилення стінок балок додатковими ребрами жорсткості: а – поперечними; б – діагональними; в – поздовжніми; г – короткими поперечними та поздовжніми ребрами

Підвищення місцевої стійкості елементів металевих конструкцій можна досягти також їх бетонуванням, або прикріпленням до них дерев'яних деталей (рис. 5.86).

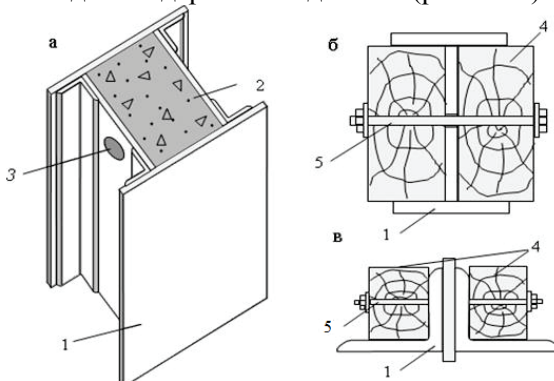


Рис. 5.86. Підсилення стінок сталих конструкцій:
а – бетонуванням; б, в – прикріпленням дерев'яних брусів;
1 колона; 2 – бетон; 3 – отвір у стінці; 4 – бруси; 5 – стяжний болт



Металеві балки підсилюють, змінюючи конструктивну схему їхньої роботи (рис. 5.87).

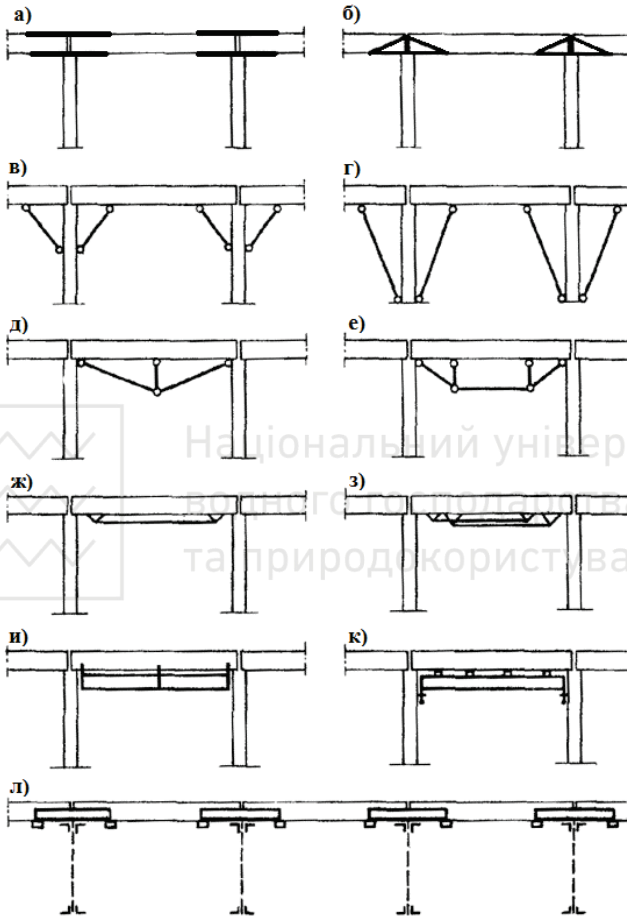


Рис. 5.87. Підсилення балок шляхом зміни їх конструктивної схеми:
а, б – перетворення розрізної конструкції в нерозрізну;
в, г – влаштування додаткових підкосів; д, е – влаштування шпренгеля з однією та двома стійками; ж, з – влаштування затяжок;
и, к – підведення додаткових балочних конструкцій; л – підведення додаткових опор, що передають навантаження на паралельно встановлені двоконсольні розвантажувальні балки



Підсилення сталевих шарнірно опертих балок забезпеченням їх нерозривності виконується за допомогою сталевих накладок (рис. 5.88).

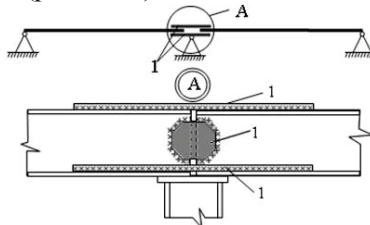


Рис. 5.88. Підсилення сталевих балок забезпеченням нерозривності:
1 – сталеві накладки

При виконанні підсилення *центрально-розтягнутих елементів* конструкцій додаткові елементи розміщують так, щоб центр їх ваги після підсилення не змінився, в іншому випадку необхідна перевірка міцності підсиленого елемента та вузла з'єднання з урахуванням ексцентриситету, що утворився.

Сумісна робота додаткових деталей при підсиленні розтягнутих елементів забезпечується їх обов'язковим заведенням у вузли на відстань, необхідну для розміщення зварних швів, достатніх для повного включення в роботу на межі вузлової фасонки. В якості додаткових елементів при підсиленні *центрально-розтягнутих конструкцій* використовують смуги зі сталі, арматурні стержні (рис. 5.89).

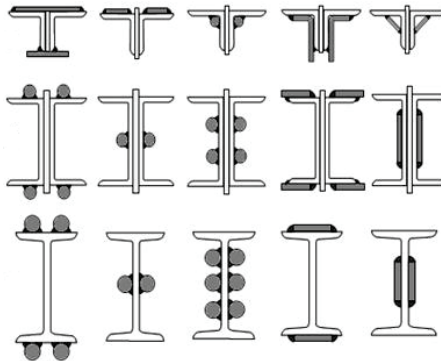


Рис. 5.89. Підсилення центрально-розтягнутих металевих елементів збільшенням поперечного перерізу



Підсилення стиснутих елементів металевих конструкцій виконується:

- збільшенням поперечного перерізу елемента при незначній зміні його гнучкості (рис. 5.89);
- збільшенням поперечного перерізу елемента зі значним зменшенням його гнучкості (рис. 5.90);
- зменшенням розрахункової довжини елемента без зміни поперечного перерізу (рис. 5.91).

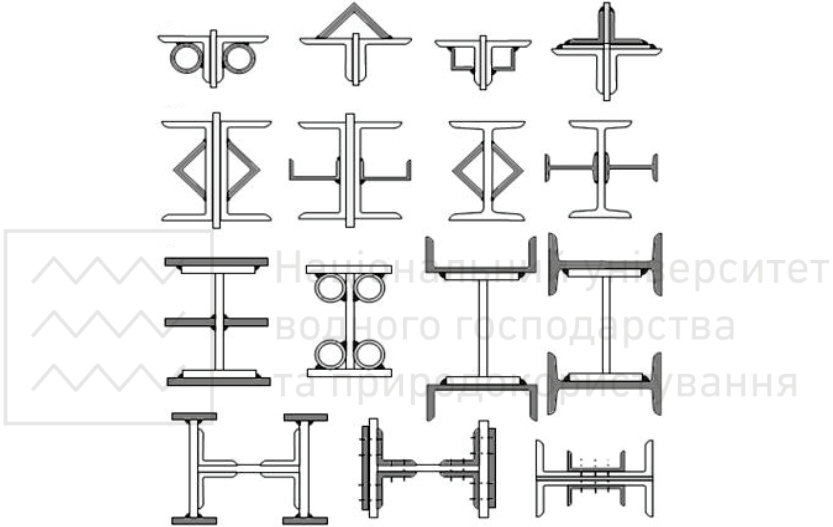


Рис. 5.90. Підсилення стиснутих металевих елементів збільшенням поперечного перерізу

Підсилення стиснутих елементів шляхом зменшення їх розрахункової довжини в площині кроквяної ферми здійснюється встановленням додаткових розкосів та підвісок (рис. 5.90а), з площини ферми або для окремих стійок – попередньо напруженими шпренгелями (рис. 5.90б, в).

Кроквяні металеві конструкції підсилюють попередньо напруженими затяжками, шарнірно-стрижневими ланцюгами, включенням конструкції ліхтаря в спільну роботу з фермою (рис. 5.92) тощо.

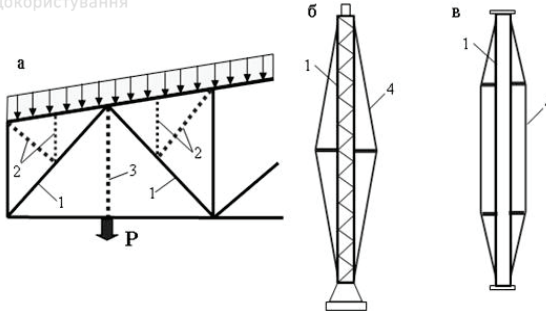


Рис. 5.91. Підсилення сталевих конструкцій зменшення їх розрахункової довжини:

а – встановленням додаткових розкосів; б, в – встановленням попередньо напружених шпренгелів; 1 – елемент, що підсилюється; 2 – додаткові розкоси; 3 – підвіска; 4 – шпренгелі

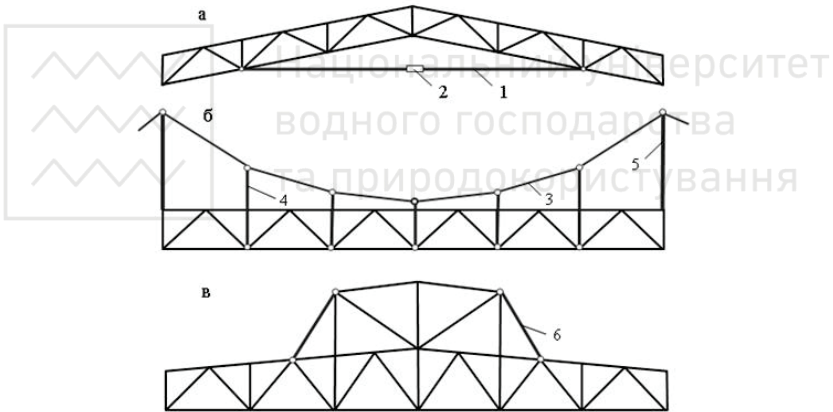


Рис. 5.92. Схеми підсилення кроквяних ферм:

а – попередньо напруженими затяжками; б – шарнірно-стрижневими ланцюгами; в – включенням конструкції ліхтаря в спільну роботу; 1 – затяжка; 2 – натяжна муфта; 3 – сталевий канат; 4 – підвіска; 5 – додаткова стійка; 6 – додатковий розкіс

Підсилення окремих елементів металевих конструкцій, що мають погнутості, тріщини, вм'ятини та розриви перерізів виконуються, як правило, після їх розвантаження рихтуванням, приєднанням додаткових деталей (рис. 5.93) чи заміною пошкодженої частини (рис. 5.94).

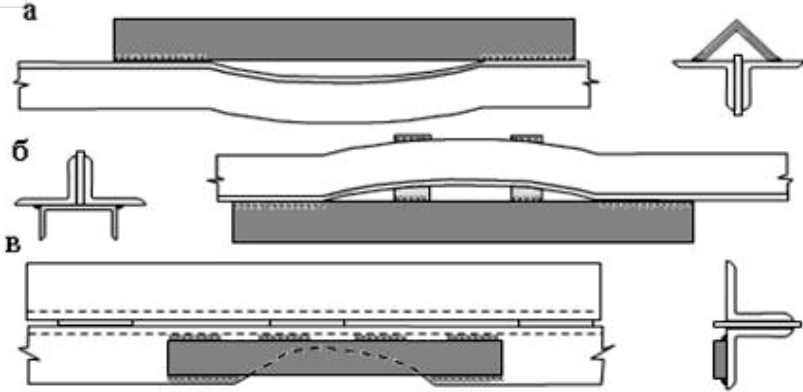


Рис. 5.93. Підсилення елементів сталевих конструкцій з пошкодженнями накладками:

а – з кутника; б – з швелера з додатковими з'єднувальними планками; в – з сталеві пластини

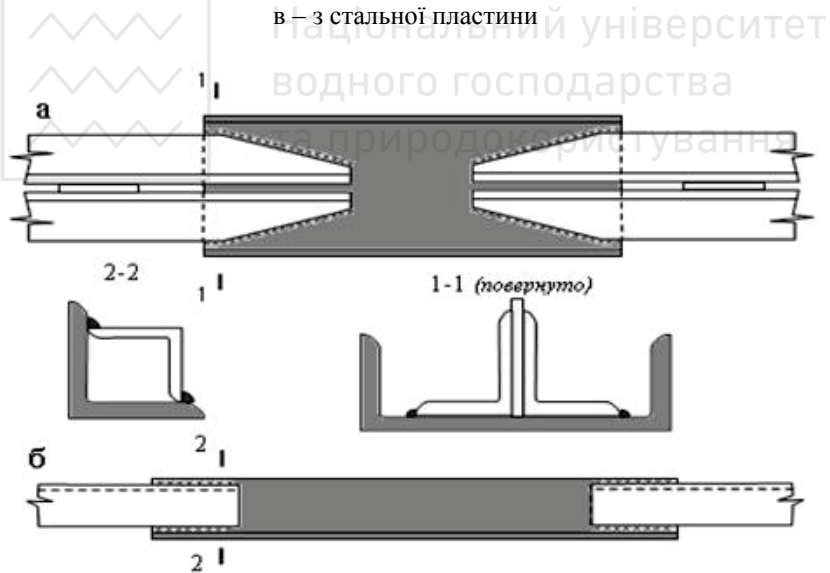


Рис. 5.94. Відновлення елементів сталевих конструкцій вирізанням та заміною пошкодженої частини:

а – елементів зі спарених кутників; б – елементів з одиночного кутника



Підсилення *зварних швів* металевих конструкцій виконують шляхом збільшення їх довжини та катету.

Стикові шви металоконструкцій не підсилюють, так як їх висота визначається товщиною з'єднувальних елементів і влаштування валка шва, що виступає за поверхню елементів, може погіршити умови його роботи через концентрацію місцевих напружень.

Підсилення кутових швів виконують збільшенням їх довжини (за рахунок влаштування додаткових лобових швів або приварювання додаткових ребер, накладок тощо) та (або) катету шва (рис. 5.95).

Збільшення товщини шва необхідно виконувати пошарово, наплавляючи шар не більше 2 мм, починаючи з дефектного місця та використовуючи при цьому електроди товщиною не більше 4 мм. Підсилення наступного шва виконують після охолодження попереднього до 100°C . Підсилення поперечних швів розтягнутих елементів під навантаженням не допускається.

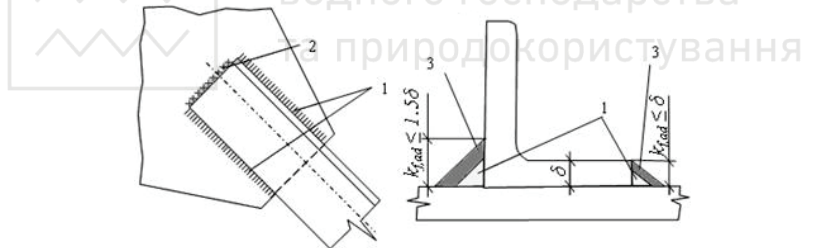
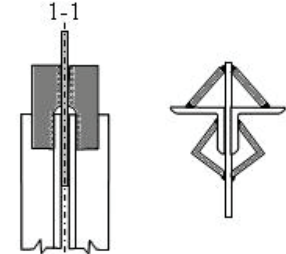
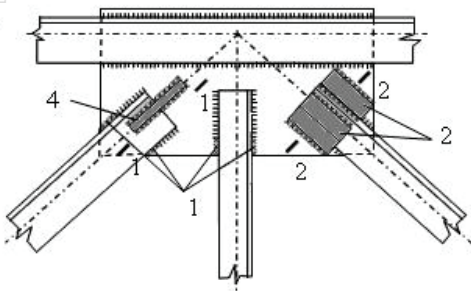


Рис. 5.95. Підсилення зварних швів металоконструкцій:
1 – існуючі шви; 2 – додатковий лобовий шов; 3 – додаткове наплавлення металу

Підсилення *заклепкових та болтових з'єднань* при ослаблені стяжки пакету деталей металоконструкцій виконується збільшенням їх кількості (рис. 5.96в), або заміною високоміцними болтами з попереднім їх напруженням шляхом закручення гайок тарувальними ключами. Натяг високоміцних болтів виконують від середини вузла до країв. В окремих випадках підсилення заклепкових та болтових з'єднань виконують заміною їх зваркою.



а



б

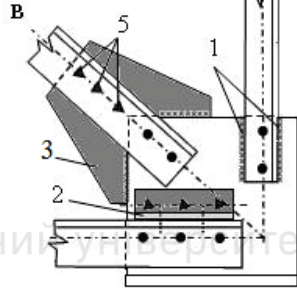
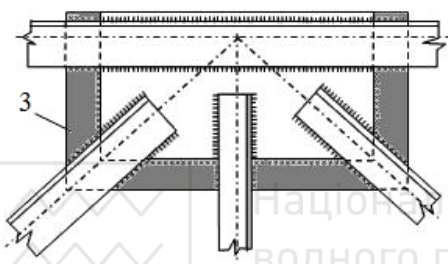


Рис. 5.96. Підсилення вузлових з'єднань металоконструкцій:
а, б – зварних; в – заклепкових; 1 – додаткові зварні шви; 2 – накладки;
3 – додаткові фасонки; 4 – додаткові ребра; 5 – додаткові високоміцні болти



ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

Розділ 1

1. Які вимоги висуваються до будівель та інженерних споруд?
2. Технічний стан конструкцій та будівлі (інженерної споруди) в цілому, категорії технічного стану.
3. Категорії відповідальності конструкцій та їх елементів.
4. Категорії технічного стану металевих конструкцій.
5. Як класифікують впливи на будівлі та інженерні споруди?
6. Класифікація відмов будівельних конструкцій.
7. Зміну технічного стану будівель та інженерних споруд в часі.
8. Яка мета та завдання діагностики і паспортизації будівель та інженерних споруд?
9. Види технічних оглядів конструкцій будівель та інженерних споруд.
10. Служба нагляду за експлуатацією будівель і споруд, її функції та завдання.
11. Основні заходи з охорони праці при обстеженні будівельних конструкцій.

Розділ 2

1. Основні види деформування будівель та інженерних споруд.
2. Типи жорсткості будівель та інженерних споруд.
3. Фізичне зношення і моральне старіння будівель та інженерних споруд, фактори впливу.
4. Поняття та види корозії матеріалів будівельних конструкцій.
5. Причини корозії будівельних матеріалів.
6. Характерні дефекти і пошкодження кам'яних конструкцій, їх причини та наслідки.
7. Характерні дефекти і пошкодження згинальних залізобетонних конструкцій, їх причини та наслідки.
8. Характерні дефекти і пошкодження стиснутих залізобетонних конструкцій, їх причини та наслідки.
9. Характерні дефекти і пошкодження залізобетонних ферм, їх причини та наслідки.
10. Причини утворення та розвитку тріщин у залізобетонних конструкціях, їх небезпека.
11. Основні пошкодження металевих конструкцій, їх класифікація та причини виникнення.
12. Пошкодження сталевих балок та їх конструктивних елементів.
13. Пошкодження сталевих ферм, їх конструктивних елементів та вузлів.



14. Пошкодження металевих колон при експлуатації будівель і споруд.
15. Дефекти і пошкодження конструкцій з деревини.
16. Дефекти і пошкодження фундаментів будівель та інженерних споруд.
17. Характерні місця виникнення пошкоджень у будівлях, основні показники, що встановлюються при дослідженні технічного стану будівель та інженерних споруд.
18. Характерні пошкодження конструкцій інженерних споруд та їх наслідки, що виникають в процесі експлуатації.

Розділ 3

1. Етапи обстеження будівель та інженерних споруд.
2. Види робіт, що передують обстеженню. Роботи, що виконуються під час основного (детального) обстеження.
3. Склад звіту за результатами обстеження.
4. Інженерні вишукування при обстеженні будівель та інженерних споруд.
5. Факторами, що характеризують стан основ та фундаментів. Параметри, що визначають при обстеженні основ та фундаментів.
6. Характеристики, що визначаються при обстеженні залізобетонних конструкцій. Класифікаційні ознаки технічного стану залізобетонних конструкцій.
7. Характеристики, що визначаються при обстеженні кам'яних та армокам'яних конструкцій. Класифікаційні ознаки технічного стану кам'яних конструкцій.
8. Характеристики, що визначаються при обстеженні дерев'яних конструкцій. Класифікаційні ознаки технічного стану дерев'яних конструкцій.
9. Оцінювання впливу корозійного зношення на технічний стан будівельних конструкцій.
10. Прогнозування зміни несучої здатності сталевих конструкцій.
11. Оцінюванні експлуатаційної придатності будівельних конструкцій за прогинами і переміщеннями.
12. Оцінювання залишкового ресурсу залізобетонних конструкцій будівель та інженерних споруд за результатами обстеження.
13. Врахування дефектів і пошкоджень в розрахунках кам'яних та армокам'яних конструкцій за результатами обстеження.

Розділ 4

1. Визначення паспортизації та паспорт технічного стану будівлі (споруди).
2. Склад та форма паспорту технічного стану будівлі (споруди).
3. Класифікація будівель та споруд за ДК 018-2000.



Розділ 5

1. Визначення відновлення та підсилення конструкцій. Дати означення реконструкції будівель та інженерних споруд.
2. Методи підсилення основ будівель та інженерних споруд.
3. Методи підсилення стрічкових фундаментів будівель та інженерних споруд.
4. Методи підсилення окремо стоячих фундаментів будівель та інженерних споруд.
5. Методи підсилення кам'яних конструкцій взяттям їх в обойму. Види обойм.
6. Підсилення кам'яних конструкцій стальними накладками та тяжами.
7. Методи збільшення ділянки обпирання несучих конструкцій на кам'яну кладку стін будівлі.
8. Методи підсилення цегляних перемичок стін будівель.
9. Класифікація методів та способів підсилення і відновлення залізобетонних конструкцій.
10. Методами підсилення збірних залізобетонних багатопустотних плит перекриття будівель.
11. Методами підсилення збірних залізобетонних ребристих плит перекриття і покриття будівель.
12. Методами підсилення монолітних залізобетонних плит балочних і безбалочних перекриттів будівель.
13. Підсилення залізобетонних балок нарощенням.
14. Методами підсилення залізобетонних балок будівель.
15. Підсилення опорних частин залізобетонних балок.
16. Методами підсилення залізобетонних балок монолітних перекриттів будівель.
17. Підсилення залізобетонні кроквяні конструкції будівель.
18. Методами підсилення залізобетонних колон будівель та інженерних споруд.
19. Методами підсилення та відновлення дерев'яних конструкцій будівель.
20. Методами та особливості підсилення згинальних металевих конструкцій.
21. Підсилення сталевих балок будівель шляхом зміни їх конструктивної схеми.
22. Методами та особливості підсилення розтягнутих та стиснутих елементів металевих конструкцій.
23. Методами підсилення кроквяних металевих конструкцій будівель.
24. Підсилення та відновлення окремих елементів металевих конструкцій.
25. Підсилення зварних швів сталевих конструкцій.
26. Підсилення заклепкових та болтових з'єднань металевих конструкцій будівель та інженерних споруд.



РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бабич Є.М., Крусь Ю.О. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: Підручник. – Рівне: Видавництво РДТУ, 2001. – 367 с.
2. Бабич В.Є., Караван В.В., Зінчук М.С. Проектування кам'яних і армокам'яних конструкцій: Навчальний посібник / За редакцією доктора технічних наук, професора Бабича Є.М. – Рівне: НУВГП, 2010. – 196 с.
3. Барашиков А.Я. Оценка технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений. – К.: НМЦ Держнаглядохорпраці України, 1998. – 238 с.
4. Барашиков А.Я., Сирота М.Д. Надійність будівель і споруд: Навчальний посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 204 с.
5. Барашиков А.Я., Гомілко В.О., Малишев О.М. Технічна експлуатація будівель і міських територій: Підручник. – К.: Вища школа, 2000. – 112 с.
6. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель і споруд: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 108 с.
7. Валовой О.І. Эффективные методы реконструкции промышленных зданий и инженерных сооружений: Навчальний посібник. – Кривий Ріг: Мінерал, 2003. – 266 с.
8. Губій М.М., Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: Навчальний посібник. – Полтава: Полтавський державний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2000. – 147 с.
9. ДСТУ–Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 44 с.
10. ДБН В.1.2-1-95 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Положення про розслідування причин аварій (обвалень) будівель, споруд, їх частин та конструктивних елементів. – Київ: Держкоммістобудування України, 1995. – 34 с.



11. ДБН В.3.1-1-2002 Ремонт і підсилення несучих та огороджувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд. – К.: Держбуд України, 2003. – 82 с.

12. ДСТУ–Н Б В.1.2-16:2013 Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 26 с.

13. ДБН В.1.2-6-2008. СНББ. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 15 с.

14. ДБН В.1.2-9-2008. СНББ. Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 21 с.

15. ДБН В.1.2-14-2009. СНББ. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 30 с.

16. ДБН В.2.2-9-2009. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 69 с.

17. ДСТУ Б В.2.2-29:2011. Будівлі підприємств. Параметри. – Київ: Мінрегіон України, 2012. – 12 с.

18. ДБН 362-92 Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації. – Київ: Державний комітет України в справах архітектури, будівництва та охорони історичного середовища, 1995. – 46 с.

19. ДСТУ Б В.2.6-193:2013 Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 70 с.

20. ДСТУ Б В.2.6-145:2010 Конструкції будинків і споруд. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 52 с.

21. ДСТУ–Н Б В.1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 127 с.



22. ДБН В.1.2.2:2006 СНББ. Навантаження і впливи. Норми проектування. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 75 с.

23. ДБН В.2.6-162:2010 Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 98 с.

24. ДСТУ Б В.2.6-7-95 Конструкції будинків і споруд. Вироби будівельні бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантаженням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості. – Київ: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1997. – 22 с.

25. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.

26. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 118 с.

27. ДСТУ Б В.2.6-2:2009 Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 29 с.

28. ДБН В.2.6-163:2010 Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 127 с.

29. ДБН В.2.6-161:2010 Конструкції будинків і споруд. Дерев'яні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 102 с.

30. ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 23 с.

31. ДСТУ Б В.7-43-96 Будівельні матеріали. Бетони важкі. Технічні умови. – Київ: Держкоммістобудування України, 1997. – 17 с.

32. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові та лицьові. Технічні умови. – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 27 с.



33. ДСТУ Б В.2.7-23-95 Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Загальні технічні умови. – Київ: Держкоммістобудування України, 1996. – 12 с.

34. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти будинків і споруд. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 79 с.

35. ДСТУ Б В.2.1-2-96 Основи та підвалини будинків і споруд. Грунти. Класифікація. – Київ: Держкомітет України у справах містобудування і архітектури, 1997. – 47 с.

36. Караван В.В. Обстеження та випробування будівель і споруд. Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. – Рівне: НУВГП, 2009. – 116 с.

37. Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 304 с.

38. Клименко Є.В. Технічний стан будівель і споруд: Монографія. – Одеса: ОДАБА. – Уманське комунальне видавничо-поліграфічне підприємство, 2010. – 284 с.

39. Малыганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструированных зданий. Атлас схем и чертежей. – Томск, 1990. – 318 с.

40. Масюк Г.Х. Залізобетонні конструкції інженерних споруд промислових підприємств: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2011. – 212 с.

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

42. Постанова Кабінету міністрів України № 409 від 05.05.1997 р. «Про забезпечення надійності і безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж».

43. Ромашко В.М. Діагностика та відновлення будинків і споруд. – Рівне: НУВГП, 2011. – 287 с.



ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Відновлення 112, 129
Відмова 15, 18
Впливи 16
- механічні 16
- немеханічні 17
Граничні стани 15, 97
Дефекти 39
- дерев'яних конструкцій 60
- залізобетонних кон-цій 43
- кам'яних конструкцій 39
- металевих кон-цій 52, 91
Деформація будівель 29, 98
Деформація основи 28
Діагностика 21, 72
Ділянка забудови 78
Етапи обстеження 72
- основний 73
- попередній 73
- спеціальний 74
Залишковий ресурс 100
Заміна кладки 128
Зварний шов 165
Звіт з обстеження 75
Зношення 20
Інженерні вишукування 76
Інструментальне обстеження:
- дерев'яних конструкцій 89
- залізобетонних кон-цій 83
- кам'яних конструкцій 86
- основ і фундаментів 81
Категорії технічного стану 10
- будівель і споруд 11
- конструкцій 10
Категорії відповідальності
конструкцій 12
Корозія 33, 92
- арматури 34
- бетону 33
- дерев'яних конструкцій 38
- залізобетонних кон-цій 84, 93
- кам'яних конструкцій 37
- металевих кон-цій 36, 94
Моральне старіння 31
Навантаження 17
Надійність 14, 100
Обойми 117
- армована штукатурка 121
- залізобетонні 117, 120, 121,
123, 142, 147, 149
- металеві 121, 123, 128, 149
Опорні столики 126
Охорона праці 27
Оцінювання пошкоджень 99,
97, 101
Палі 119, 120
Пасивність сталі 36
Паспорт будівлі 104, 105
Паспортизація 104
Підсилення 112, 129
- дерев'яних конструкцій 151
- затяжками 136, 137, 143, 147
- залізобетонних балок 141
- залізобетонних кроквяних
конструкцій 148
- залізобетонних колон 149
- залізобетонних плит 129
- кам'яних і армокам'яних
конструкцій 103, 121
- кронштейнами 145
- металевих конструкцій 157



- монолітним поясом 126
 - металевими тяжами 125
 - накладками 124, 127, 128, 152, 164
 - нарощенням 131, 134, 135, 140, 142, 152, 158, 161, 162
 - нерозрізність 132, 138, 140, 145, 161
 - опорних частин балок 145
 - основ 114
 - підкосами 144
 - рамами 144
 - ребрами жорсткості 159
 - розвантажувальними балками 117, 120, 130, 132, 135, 136, 139, 141
 - розвантажувальними стійками 128, 144, 151, 156
 - фундаментів 116, 120
 - цегляних перемичок 127
 - шарнірно-стрижневими ланцюгами 148, 149, 163
 - шпренгелями 133, 137, 138, 143, 155, 163
- Показники експлуатаційної придатності 13
- Показник корозійної стійкості 96
- Показники технічного стану:
- будівель 62
 - дерев'яних конструкцій 88, 89
 - кам'яних конструкцій 85, 86
 - металевих конструкцій 91
 - основ і фундаментів 80, 81
- Потенційно небезпечні ділянки конструкцій 79, 92

- Пошкодження 38
- будівель 62
 - дерев'яних кон-цій 59, 88
 - залізобетонних кон-цій 43, 82
 - інженерних споруд 65
 - кам'яних конструкцій 38, 85
 - металевих кон-цій 51, 91
 - фундаментів 61
- Реконструкція 112
- Сорочка підсилення 117, 120, 147, 149
- Служба нагляду 25
- Спеціалізована організація 24
- Стадії роботи кладки 40
- Ступінь впливу агресивного середовища 92
- Технічний огляд 22, 78
- плановий 23
 - позаплановий 24
- Технічний стан 9, 78
- дерев'яних конструкцій 88
 - бетонних та залізобетонних конструкцій 82, 100
 - кам'яних конструкцій 85
 - основ і фундаментів 80
- Типи жорсткості будівель 29
- Фізичне зношення 31



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Навчальне видання

*Бабич Євгеній Михайлович,
Караван Віктор Васильович,
Бабич Володимир Євгенійович*

ДІАГНОСТИКА, ПАСПОРТИЗАЦІЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ І ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД



Підручник

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Підписано до друку 23.07.2018 р. Формат 60x84 1/16. Папір офсет.
Гарнітура «Times New Roman Cug». Друк офсет. Ум. друк. арк. 10,23.
Наклад 100 пр. Зам. 50.

Видавництво «Волинські обереги».
33028 м. Рівне, вул. 16 Липня, 38; тел./факс: (0362) 62-03-97;
e-mail: oberegi97@ukr.net

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єкта
видавничої справи ДК № 270 від 07.12.2000 р.
Надруковано згідно наданого оригінал-макета
в друкарні видавництва «Волинські обереги».