

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНИ
Кафедра Промислове та цивільне будівництво
(повна назва)

Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Магістр
(рівень вищої освіти)

на тему: Шляхи підвищення експлуатаційних якостей та надійності
цивільної багатоповерхової будівлі з урахуванням інструментального
контролю

Виконала: студентка 2 курсу, групи
8.1922-пцб-з

Байрактар Анастасія Олександрівна.
(ПІБ)

Спеціальність

192 «Будівництво та цивільна
інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

освітньо-професійна програма

промислове і цивільне будівництво
(шифр і назва)

Керівник доц., к.т.н. Мішук К.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент доц., к.т.н. Данкевич Н.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя, 2022 р.

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

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва)
Освітня програма «Промислове і цивільне будівництво»
(шифр і назва)
Спеціалізація -
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

завідувач кафедри промислового та
цивільного будівництва
проф. І.А. Арутюнян
“ ” 20 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ / ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Байрактар Анастасія Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи (проекту) Шляхи підвищення експлуатаційних якостей та надійності цивільної багатоповерхової будівлі з урахуванням інструментального контролю.

керівник роботи Мішук Катерина Миколаївна, доц., к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від “ ” 20 року №

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи грудень 2022р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи принципи оцінювання якості будівлі перед здачею в експлуатацію

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, розділ 1 – обстеження технічного стану багатоповерхової будівлі, розділ 2 – інструментальні методи обстеження конструкцій будівлі, розділ 3 – контроль якості робіт, розділ 4 – розрахунок перевірки на міцність плити перекриття. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
До 10 плакатів А1

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Мішук К.М., доц. кафедри	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Розділ 2	Мішук К.М., доц. кафедри	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Розділ 3	Мішук К.М., доц. кафедри	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Розділ 4	Мішук К.М., доц. кафедри	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим.
1	Розділ 1		
2	Розділ 2		
3	Розділ 3		
4	Розділ 4		

Студент *[Signature]* (підпис) Байрактар А.О. (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту) *[Signature]* (підпис) Мішук К.М. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер *[Signature]* (підпис) Данкевич Н.О. (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Байрактар Анастасія Олександрівна. Шляхи підвищення експлуатаційних якостей та надійності цивільної багатоповерхової будівлі з урахуванням інструментального контролю.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник К.М.Мішук. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім.Ю.М.Потребні.

В роботі розглянуті питання підвищення експлуатаційних якостей будівлі з допомогою інструментального контролю, показані архітектурно-планувальні рішення багатоповерхового будинку.

Було проведено аналіз контролю якості виконаних будівельних робіт в багатоповерховому житловому будинку, перевірку щодо виконаних будівельних робіт перед здачею об'єкта, представлені варіанти виконання даних перевірок, усунення виявлених проблем та відхилень від проекту.

Акцент в цій роботі був зроблений на інструментальному контролі якості та надійності будівлі. Показані види засобів інструментального контролю та принцип виконання робіт.

Представлено декілька прикладів розрахунків по яким можна зробити перевірку на міцність та стійкість конструкції або матеріала вручну, без використання програмного забезпечення.

Ключові слова: проект, контроль якості, надійність будівлі, інструментальний контроль, технічний стан.

Список публікацій магістранта:

1. Байрактар А.О., Пастухова С.В., Мішук К.М. Шляхи підвищення експлуатаційних якостей та надійності цивільної багатоповерхової будівлі з

урахуванням інструментального контролю. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (18-20 жовтня 2022 року, м. Запоріжжя). Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потребні, Запоріжжя: ЗНУ 2022. С. 322-324.

ABSTRACT

Bairaktar Anastasiia Oleksandrivna. Ways of improving the operational qualities and reliability of a civil multi-story building, taking into account instrumental control.

Qualifying graduation thesis for obtaining the degree of master of higher education in the specialty 192 Construction and civil engineering, supervisor K. M. Mishuk. Zaporizhzhia National University. Engineering educational and scientific institute.

The paper examines the issues of improving the operational qualities of the building with the help of instrumental control, and shows the architectural and planning solutions of a multi-story building.

An analysis of the quality control of the completed construction works in a multi-story residential building was carried out, an inspection of the completed construction works before handover of the object was carried out, options for performing these inspections, eliminating identified problems and deviations from the project were presented.

The emphasis in this work was on the instrumental control of the quality and reliability of the building. The types of instrumental control and the principle of work performance are shown. Several examples of calculations based on which

you can check the strength and stability of the structure or material manually, without using software, are presented.

Keywords: PROJECT, QUALITY CONTROL, BUILDING RELIABILITY, INSTRUMENTAL CONTROL, TECHNICAL CONDITION.

Список публікацій магістранта:

1. Байрактар А.О., Пастухова С.В., Мішук К.М. Шляхи підвищення експлуатаційних якостей та надійності цивільної багатоповерхової будівлі з урахуванням інструментального контролю. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (18-20 жовтня 2022 року, м. Запоріжжя). Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потребні, Запоріжжя: ЗНУ 2022. С. 322-324.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ОБСТЕЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ.....	13
1.1 Технічний стан будинку.....	13
1.2 Експлуатаційні вимоги до будівлі.....	14
1.3 Методика оцінки технічного стану будівлі та окремих будівельних конструкцій.....	18
1.4 Обстеження будівель та окремих будівельних конструкцій.....	20
1.5 Етапи обстеження будівлі.....	22
1.6 Контроль якості робіт.....	24
1.7 Інструментальна діагностика технічного стану конструкцій будівлі	29
1.8 Сучасне програмне забезпечення.....	36
1.9 Аналіз отриманих результатів, складання та оформлення технічного звіту.....	36
2 ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ОБСТЕЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ	38
2.1 Основні методи обстежень	38
2.2 Визначення основних параметрів та деформацій будівлі.....	39
2.3 Методи визначення міцності конструкцій. Дефектоскопія.....	43
2.4 Механічні методи визначення міцності та деформації матеріалів.....	45
2.5 Фізичні (ультразвукові) методи визначення міцності та деформації матеріалів.....	50
2.6 Оцінка деформативності, стійкості конструктивних елементів та оцінювання тріщин в будівлі.....	56
2.7 Контроль основних експлуатаційних параметрів підвалин і фундаментів.....	63
2.8 Оцінка параметрів мікроклімату приміщень житлового будинку.....	66

3 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ РОБІТ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ.....	75
3.1 Опис застосованої плити перекриття для 10-ти поверхового будинку.....	75
3.2 Приймальний контроль монтажних і робіт.....	79
3.3 Геодезичний контроль.....	81
3.4 Визначення діаметру і кроку розкладання арматури в залізобетонних конструкціях перекриттях.....	82
3.5 Визначення міцності бетону.....	84
3.6 Неруйнівні методи визначення міцності.....	91
3.7 Дефекти бетонних і залізобетонних конструкцій.....	111
3.8 Методи усунення тріщин.....	112
4 РОЗРАХУНОК ПЕРЕВІРКИ НА МІЦНІСТЬ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ.....	113
ВИСНОВКИ.....	122
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	123

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Актуальність обраної теми полягає в обстеженні будівлі та окремих конструкцій перед здачею будівлі в експлуатацію за допомогою інструментального контролю, задля перевірки на відповідність проекту, а також оцінки їх технічного стану та виявлення ступеня пошкодження конструкцій. Головне завдання будівельного контролю - це безаварійна експлуатація будівлі за своїм призначенням.

Обстеження будівель і конструкцій дуже відповідальна справа, адже від цього залежить подальша експлуатація будівлі. Контроль робіт виконується від перевірки будівельних матеріалів, інструменту, правильність виконання робіт відповідно до проекту, до строків виконання та якості монтажно-будівельних робіт.

В цій роботі розглянемо в у короткому вигляді основні методи інструментального контролю та випробування. Їх поділяють на руйнівні та неруйнівні (фізичні).

Звичайно простіше, швидше та більш економічно виконувати перевірку фізичними методами. Неруйнівні методи визначення міцності дозволяють без значного втручання в тіло елемента на основі іноді непрямих параметрів міцності (руйнування) отримувати кількісні значення. Застосування окремих засобів дозволяють отримати тільки орієнтовні характеристики. Це пов'язано з наявністю багатьох факторів, що зменшують точність отриманих результатів. Однак застосування певних методик, дотримання спеціальних технологій виконання робіт, проведення відповідної кількості досліджень, що дозволяють отримати найбільш якісний результат.

Руйнуючі методи контролю кам'яних, армокам'яних, бетонних і залізобетонних елементів засновані на застосуванні руйнівного преса, безпосередньо руйнує зразки матеріалу конструкції. Висока точність

застосування даного методу значно обмежується певною складністю отримання цих зразків.

Найточніші данні будуть при використанні двох видів інструментальних методів контролю, але все залежить від конкретної конструкції та необхідності.

Мета. Метою роботи є приймальний контроль будівельних робіт, перевірка технічного стану несучих та огорожувальних будівельних конструкцій, а також усунення виявлених проблем для підвищення експлуатаційних якостей та надійності цивільної багатоповерхової будівлі.

Обстеження будівель і споруд проводять відповідно до положень нормативних документів, для визначення можливості або неможливості їх надійної та безпечної експлуатації.

Для досягнення поставленої в процесі дослідження мети вирішені **наступні завдання:**

- перевірка документації;
- візуальний огляд і перевірка геометричних параметрів;
- вимірювання та виявлення відхилень від проекту;
- оцінка технічного стану окремих конструкцій;
- проведення інструментального контролю руйнівними та неруйнівними (фізичними) методами, а також відбір зразків для випробувань в лабораторії;
- виконання перевірочних розрахунків несучої здатності елементів;
- аналіз отриманих даних та оформлення звіту;
- складання рекомендацій для посилення або відновлення конструкцій.

Об'єкт дослідження. Об'єктом цього дослідження є контроль будівельних конструкцій 10-ти поверхового житлового будинку в якому вже завершилися всі будівельні роботи. Будівля готова до виконання приймального контролю та подальшої її експлуатації.

Предмет дослідження. За допомогою різноманітних методів інструментального контролю провести оцінку технічного стану будівлі, а після провести пошук раціональних рішень підвищення експлуатаційних якостей та надійності багатоповерхової будівлі, їх впровадження для досягненні попередження будь-яких деформацій.

Методи дослідження. Застосування інструментальних методів дослідження об'єктів, що є невід'ємною частиною роботи в ході обстеження. Перш за все це пов'язано з необхідністю отримання кількісних показників параметрів об'єкта дослідження, окремих конструкцій або елементів. Ці дані найбільш часто в подальшому застосовують для якісного визначення міцності матеріалів елементів, геометричних параметрів, ступеня експлуатаційного зносу. Потім при необхідності ці дані приймають як фактичні для перерахунку міцності конструкцій. Детальне обстеження конструкцій проводиться, якщо при попередньому огляді виявлено пошкодження, які впливають на експлуатаційні характеристики, або після впливу стихії перевищують розрахункові несучі параметри конструкцій. Проводиться на основі техзавдання.

Наукова новизна. В обстеженні будівельних конструкцій будівель повинні міститися основні параметри виявлення несучої здатності основних конструкцій, що характеризується міцністю, довговічністю, стійкістю та надійністю роботи окремих конструкцій, а також вузлів будівель. Головне призначення обстеження – своєчасне знаходження вразливостей у конструкціях та пошкоджень на першій стадії виникнення, які згодом можуть бути джерелом руйнування будівельних конструкцій, появи аварійного стану та загрози безпеці при знаходженні людини у будівлі.

Практична цінність. В цій роботі більш детально розглянуто питання виконання контролю будівельно-монтажних робіт плит перекриття. Це один з основних видів конструкцій в будівлі від якого залежить її міцність та експлуатаційна надійність.

Основною метою виявлення структурних пошкоджень є визначення причини, місцезнаходження та типу пошкодження, щоб виміряти серйозність пошкодження і спрогнозувати термін служби конструкції. Ушкодження, спричинені вищевказаними факторами, можуть прогресувати дуже повільно і стати помітними лише тоді, коли пошкодження конструкції значні, а іноді ремонт можливий лише з більшими витратами. Виявлення структурних пошкоджень має важливе значення для забезпечення безпеки конструкції протягом усього терміну служби конструкції. Слід пам'ятати, будь-які незначні дефекти (наприклад маленькі тріщини), які вважаються допустимими, необхідно усунути (тобто закрити розчином (зачеканювати)), тому що практично будь-яка тріщина дозволяє агресивним середовищам проникати вглиб бетону, і з часом призводити до руйнування бетону та корозії арматури.

Апробація результатів магістерської роботи.

Основні положення роботи докладалися в 2022 році на всеукраїнській науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (Запоріжжя, 2022р.) за результатами якої опублікована збірка тез доповідей.

Структура і об'єм магістерської роботи.

Магістерська робота складається з вступу, 3 розділів, висновку, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 120 сторінок тексту, у тому числі 40 рисунків, 9 таблиць. Список використаних джерел містить 25 найменування.

1 ОБСТЕЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ

1.1 Технічний стан

У процесі експлуатації будівель їх технічний стан змінюється. Це виражається в погіршенні характеристик працездатності, зокрема, надійності. Погіршення технічного стану будівель відбувається в результаті зміни фізичних властивостей матеріалів, характеру з'єднань між ними, а також розмірів і форм. Також причиною зміни технічного стану будівель є руйнування та інші аналогічні види втрат працездатності конструктивних елементів. Повний час експлуатації будівлі можна розділити на три періоди: експлуатування, нормальна експлуатація та інтенсивний знос. В процесі експлуатації несучі та огорожувальні конструкції будівель зношуються і старіють.

У початковий період експлуатації будівель відбувається взаємне притирання елементів; релаксація напружень; осадові явища, викликані зміною і навантаженнями на основи, деформаціями повзучості в матеріалах, і т.п. Відбувається зниження механічних, міцнісних та погіршення експлуатаційних характеристик конструкцій будівель. Всі ці зміни в конструкціях будівель можуть бути як загальними, так і локальними, вони відбуваються як самостійно так і в сукупності. Найбільша кількість дефектів, відмов і аварій доводиться на процес будівництва і в перший період експлуатації будівель і споруд. Головні причини – недостатня якість виробів, монтажу, осадку основ, температури та вологості зміни і т.д. Період будівництва і перший період після будівництва характеризуються підлаштуванням усіх елементів у складну єдину систему будівлі. У цей час

можуть відбуватися зрушення і відрив внутрішніх стін від зовнішніх, усадка, температурні деформації конструкції, повзучість матеріалів і т.д.

У період нормальної експлуатації кількість відмов знижується і стабілізується. Основними деформаціями цього періоду є раптові деформації, пов'язані з умовами роботи та експлуатації елементів. Причиною раптових деформацій у часі можуть бути несподівані концентрації навантажень, повзучість матеріалів, незадовільна експлуатація, температурні та вологісні впливи, некоректне виконання ремонтних робіт.

Третій період, період інтенсивного зносу, пов'язаний з явищами старіння матеріалу конструкцій, зниженням пружних властивостей. Конструкції та обладнання навіть за нормальних умов експлуатації мають різні терміни служби і зношуються нерівномірно. Тривалість служби окремих конструкцій залежить від матеріалів, умов експлуатації. На довговічність конструктивних елементів впливає конструктивне рішення і капітальність будівлі в цілому; у будівлях, виконаних з міцних матеріалів і надійних конструкцій, будь-який елемент служить довше, ніж у будинках із недовговічних матеріалів.

1.2 Експлуатаційні вимоги до будівлі

Експлуатаційні вимоги поділяються на загальні та спеціальні.

Загальні вимоги висувають до всіх будівель, спеціальні – до певної групи будівель, що відрізняються специфікою призначення чи технологією виробництва. Загальні та спеціальні експлуатаційні вимоги містяться в нормах і технічних умовах на проектування будинків ДБН В.1.2-14:2018. Спеціальні вимоги, що визначаються призначенням будівлі, відображаються у технічному завданні на проектування. Термін служби залежить від умов експлуатації.

Експлуатаційні вимоги висувають до будівель виходячи з прийнятих об'ємно-планувального і конструктивного рішень, що передбачають

мінімальні витрати на технічне обслуговування та ремонт конструкцій і інженерних систем.

Під час проектування будинків і споруд необхідно забезпечити низку вимог:

- конструктивні елементи та інженерні системи повинні володіти достатньою безвідмовністю, бути доступними для виконання ремонтних робіт (ремонтпридатність), необхідно усувати виникаючі несправності і дефекти, проводити регулювання та налагодження в процесі експлуатації;
- контроль конструкції від перевантажень;
- забезпечити санітарно-гігієнічні вимоги до приміщень та прилеглої території;
- конструктивні елементи та інженерні системи повинні мати однакові або близькі за значенням міжремонтні терміни служби;
- необхідно проводити заходи щодо контролю технічного стану будівлі, підтримки працездатності або справності;
- підготовка до сезонної експлуатації, повинна бути здійснена найбільш доступними і економічними методами.

При оцінці технічного стану будівлі або споруди вирішуються наступні технічні задачі:

- 1) формулювання мети оцінки технічного стану – відновлення нормальних експлуатаційних властивостей будівлі;
- 2) візуальне і інструментальне обстеження конструктивних елементів;
- 5) оцінка технічного стану конструкцій, конструктивних елементів і будівлі в цілому;
- 6) виконання монтажно-будівельних робіт;
- 7) прийняття об'єкту і його експлуатація.

Під час вхідного контролю необхідно перевірити сировину та матеріали, з яких зводиться конструкція. Вони повинні бути екологічно чистими та безпечними, а також відповідати всім стандартам. Усі характеристики мають бути вказані у відповідних сертифікатах якості.

Неякісні матеріали спричиняють швидке руйнування будівлі, що матиме негативні наслідки для підрядника та забудовника.

Операційний контроль якості будівельних робіт – один із основних етапів. Фахівці мають перевірити кожну стадію будівництва на відповідність до норм. Вони вивчають проект, порівнюють із фактично виконаними роботами, дають рекомендації на усунення дефектів, що виникли.

Приймальний контроль – той, який відбувається, коли об'єкт або його частина повністю зведена та готова до введення в експлуатацію.

Види контролю будівельно-монтажних робіт поділяються на зовнішні та внутрішні. Під час зовнішнього спеціалісти стежать за перебігом будівництва конструкції, формують зауваження, розробляють рекомендації щодо усунення дефектів. Повністю контролюється весь процес.

Внутрішній контроль будівельно-монтажних робіт проводиться виробниками матеріалів з виробництва. Вони перевіряють, щоб вся сировина була оригінальною та якісною. Адже деякі будівельники замінюють куплений для спорудження матеріал на неякісні аналоги, що може негативно вплинути на кінцевий результат. При цьому на кожен матеріал повинен бути присутнім паспорт та сертифікат якості.

Нагляд за процесом будівництва відбувається протягом усього періоду. Перевіряється відповідність проекту та споруди, дотримання технологічних термінів та безліч інших нюансів. Якщо підрядник правильно виконує свої обов'язки, контролює дії робітників, то інспектори буднагляду під час контролю будівельно-монтажних робіт не видадуть розпоряджень у процесі будівництва.

Робота представників буднагляду підпорядковується лише держрегулюванню та інспекційні перевірки виконуються за суворим графіком. Під час будівництва будівель усі мають керуватись вимогами органів будівельного нагляду з питань дотримання якості будівництва. Нагляд за процесом будівництва відбувається протягом усього періоду. Перевіряється відповідність проекту та споруди, дотримання технологічних

термінів та безліч інших нюансів. Робота представників буднагляду підпорядковується лише держрегулюванню та інспекційні перевірки виконуються за суворим графіком. Під час будівництва будівель усі мають керуватись вимогами органів будівельного нагляду з питань дотримання якості будівництва.

В особливих випадках дозволяється приймати роботи з незначними відхиленнями, якщо вони не впливають на надійність, довговічність, використання конструктивної частини за призначенням, а тільки спричиняють незначні перевитрати матеріалів або зміну зовнішнього вигляду конструктивної частини, причому усунути ці відхилення технічно неможливо або економічно недоцільно. Приймальний контроль супроводжується оцінкою якості виконання будівельно-монтажних робіт.

Лабораторний контроль необхідно виконувати:

- при вхідному контролі будівельних матеріалів, виробів та конструкцій;
- операційному контролі будівельно-монтажних робіт;
- приймальному контролі;
- інспекційних перевірках якості.

Метою лабораторного контролю є:

- перевірка якості та випробування будівельних матеріалів, виробів, конструкцій;
- перевірка якості виконання будівельно-монтажних робіт; перевірка дотримання правил транспортування, складування й зберігання; перевірка дозування.

На етапі завершення будівництва та введення об'єкта в експлуатацію проводиться приймання. До приймального контролю також залучається комісія із експертів від сторонніх компаній.

Етапи приймання після завершення будівельної роботи:

- замовник наймає експертів від сторонньої організації, формує комісію за участю представників підрядників, забудовників та інших учасників будівництва;
- комісії для ведення повноцінного нагляду надаються необхідні документи та плани;
- у контролі беруть участь представники забудовника, які мають підтвердити відповідність будівництва нормам СНіП;
- у разі виявлення порушень, об'єкт будівництва не вводиться в експлуатацію до повного усунення дефектів.

1.3 Методика оцінки технічного стану будівлі та окремих будівельних конструкцій

При попередньому обстеженні виявляють дефекти і пошкодження елементів, їх властивостей, відхилення фактичних показників характеристик експлуатації об'єкта від нормативних, крім того, визначаються причини їх появи.

Згідно з нормативами, перше обстеження проводять в перші два роки з дати введення будинку в експлуатацію.

Основними конструктивними елементами, за якими визначається термін служби всього будинку, є зовнішні стіни і фундамент. Інші конструкції можуть піддаватися заміні.

Оцінку технічного стану будівельних конструкцій будівель і споруд проводять шляхом зіставлення гранично допустимих (розрахункових або нормативних) і фактичних значень, що характеризують міцність, стійкість, деформативність (за I і II групами граничних станів) та експлуатаційні характеристики будівельних конструкцій. Критерії оцінки технічного стану залежать від функціонального призначення та конструктивної схеми

будинку, виду будівельної конструкції і матеріалу і т.д. За гранично допустимі значення критеріїв оцінки технічного стану будівель приймають розрахункові схеми, навантаження і впливи; міцнісні та фізико-механічні характеристики матеріалів і конструкцій (з проектною документацією), геометричні параметри будівель (за робочими кресленнями), експлуатаційні характеристики (за розрахунками в проектній документації). Фактичні значення критеріїв оцінки технічного стану будівельних конструкцій приймаються за результатами візуальних та інструментальних обстежень, лабораторних випробувань, повірочних розрахунків.

Критерії оцінки технічного стану будівельних конструкцій розділяють на дві групи: критерії, що характеризують несучу здатність, стійкість і деформативність, і критерії, що характеризують експлуатаційну придатність будівель. Технічний стан конструкцій встановлюють на основі оцінки сукупного впливу пошкоджень, дефектів, виявлених у процесі попереднього обстеження, перевірних розрахунків їх несучої здатності, стійкості та експлуатаційної придатності. Якщо один з критеріїв технічного стану конструкцій будівлі не відповідає вимогам нормативних документів, конструкції необхідно посилювати чи замінювати. У процесі проведення оцінки технічного стану конструкцій фактичні значення критеріїв оцінки параметрів конструкцій, отриманих у результаті обстеження, зіставляються з проектними або нормативними значеннями. Нормативні значення приймають за СНіП та ДБН. Оцінка технічного стану будівель і споруд здійснюється на основі аналізу результатів детального обстеження будівельних конструкцій та провірочних розрахунків несучої здатності, експлуатаційної придатності.

В разі виявлення, в будівлі тріщин або інші види деформацій в несучих конструкціях, обстеження потрібно провести негайно. Це потрібно щоб дізнатися причини та запобігти аварійним ситуаціям.

1.4 Обстеження будівель та окремих будівельних конструкцій

Обстеження конструкцій складається з підготовчого етапу і самого обстеження.

Підготовчі роботи включають збирання та аналіз технічної документації об'єкта обстеження, ознайомлення з об'єктом, розроблення робочої програми обстеження. На основі аналізу технічної документації комплектують вихідні дані для обстеження, які включають:

- паспортні дані (розробник проекту, завод-виготовлювач конструкцій, дати проектування, монтажу та дата здачі в експлуатацію);
- дані щодо конструктивного рішення будівлі (плани й схеми росторового розташування конструкцій, креслення та інші відомості щодо матеріалу конструкцій, навантаження, особливості розрахунку та конструювання);
- відомості щодо ґрунтових умов і фундаментів;
- базові дані щодо технологічного процесу, обумовленого впливом на несучі конструкції;
- загальні дані щодо температурно-вологісного режиму.

Перед початком роботи, об'єктом обстеження встановлюють відповідність фактичного об'ємно-планувального й конструктивного рішення будівлі проектному.

Обстеження поділяються на загальні (попередні) й детальні (інструментальні). У процесі проведення загальних обстежень встановлюють:

- ступінь і площу пошкодження захисних покриттів, гідроізоляції, покрівлі, підлоги;
- наявність видимих ознак дефектів і пошкоджень конструкцій (відколів, вертикальних і похилих тріщин, мокрі і масляні плями, тріщини від

корозії арматури, деформації елементів, відсутність болтів або заклепок, тріщини у зварних швах тощо);

- невідповідність майданчиків опирання збірних елементів проектним розмірам;

- орієнтовну міцність конструктивних елементів.

На підставі загального обстеження проводиться оцінка технічного стану конструкцій, визначаються ділянки для детального обстеження, склад і обсяг підготовчих робіт (виготовлення риштування, очищення елементів, влаштування додаткового освітлення), складається програма детальних обстежень і, у разі необхідності, додаткових спеціальних робіт (виміри динамічних характеристик, геодезична зйомка), орієнтовно встановлюється обсяг відновлювальних робіт, приймається рішення щодо необхідності виконання страхувальних заходів. Загальне обстеження наявних конструкцій може проводитися представниками проектних організацій, що виконують проекти реконструкції або відновлення, спільно з представниками підприємств, із залученням для складних і відповідальних випадків інших спеціалізованих науково-дослідних підрозділів.

Загальне обстеження проводять із застосуванням найпростіших приладів (біноклів, стрічок, рулеток, рівнів), які не потребують спеціалізованої підготовки персоналу. Для безпосереднього доступу до конструкцій можуть використовуватися драбини, підмощення, риштування, пересувні вишки, телескопічні автовишки. Усі предмети, необхідні для обстеження, повинні відповідати вимогам охорони праці згідно НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями».

Детальне обстеження проводиться на об'єктах, де при попередньому огляді виявлено пошкодження, які впливають на експлуатаційні характеристики, або після впливу стихії, перевищують розрахункові несучі параметри конструкцій. Проводиться таке обстеження, із метою уточнення

вихідних даних, необхідних для виконання всього комплексу розрахунків конструкцій на підставі техзавдання, яке затверджує замовник.

Виявлені на закінченому будівництвом об'єкті недоліки повинні бути усунені у строк, визначений приймальною комісією.

У разі неготовності об'єкта до експлуатації приймальна комісія складає відповідний акт з висновками та обґрунтуванням. Для прийняття в експлуатацію закінченого будівництвом об'єкта комісія може бути утворена повторно лише після усунення виявлених недоліків.

До складу приймальної комісії включаються представники замовника, генерального проектувальника, страхової компанії (один з яких є головою приймальної комісії), генерального підрядника, інспекції державного архітектурно-будівельного контролю, відповідного комітету доступності (за згодою), а також представники органу виконавчої влади чи органу місцевого самоврядування та експлуатаційних організацій за їх згодою.

Перевірка приймальною комісією готовності об'єкта до експлуатації проводиться протягом 10 робочих днів від дати її утворення.

1.5 Етапи обстеження будівлі

Обстеження багатоповерхової будівлі включає в себе наступні етапи робіт:

Етап 1. Вивчення проектної і технічної документації

Щоб ознайомитись з об'єктом дослідження, експертові потрібно вивчити проектну та технічну документацію об'єкта, включаючи документацію з експлуатації та проведеним роботам.

За допомогою проектної документації з'ясовують авторство проекту, конструктивну схему, інші відомості. Вивчають інформацію про

виготовлення конструкцій: які організації визначають проводили роботи, які матеріали використовувалися, хто їх постачав та іншу інформацію.

Етап 2. Складання програми обстеження

При підготовці на підставі ТЗ складається програма робіт. В якій вказується мета обстеження, ставлять завдання, перераховують, які конструкції будуть обстежувати, де будуть проходити вимірювання і випробування, які методи будуть використовувати, де саме будуть розкривати конструкції, відбирати проби та інші відомості.

На цьому етапі також вирішують питання надання доступу до конструкцій.

Етап 3. Візуальне виявлення дефектів з фотографуванням

Головна частина попередньої стадії обстеження візуальний огляд. Для огляду застосовують різні інструменти, в тому числі вимірювальні рулетки, штангенциркуль та інші (таблиця 1.1), а також прилади для фіксації побаченого, наприклад, фото та відеокамеру.

Знайдені недоліки і порушення фіксуються з допомогою замальовок, креслень, фотографій, щоб максимально об'єктивно оцінити надалі стан будівлі.

Етап 4. Інструментальне обстеження із застосуванням вимірювальних інструментів і приладів

Інструментальне (або детальне) обстеження буває як суцільним, так і вибіркоvim. Вибір залежить від того, чи потрібно обстежити весь об'єкт або достатньо обстежити окремі його елементи. Процедура проводять за допомогою обмірних робіт і визначення характеристик матеріалів.

Етап 5. Обробка результатів обстеження в лабораторних умовах

Чи потрібно проводити лабораторні дослідження і які саме, залежить від результатів оглядів. Проводити їх повинні в спеціально обладнаній лабораторії профільні фахівці на відповідному обладнанні.

Підсумок лабораторних досліджень увійде до результатів обстеження.

Етап 6. Розробка рекомендацій щодо подальшої експлуатації конструкції

Експерту потрібно визначити поточний стан об'єкта, надати рекомендації, як використовувати проект в подальшому, які кроки зробити, щоб посилити конструкції, усунути дефекти і фактори, що їх викликали.

Етап 7. Складання висновку про технічний стан об'єкта

Після підбиття підсумків експерти формують висновок про техстан об'єкта. У звіті наводять факти з документації і отриманих при дослідженнях. Експерт повинен перерахувати, які дефекти виявив, надати їх схеми та фото, зробити висновки, порекомендувати способи їх усунення.

1.6 Контроль якості робіт

Для забезпечення потрібної якості монтажних робіт використовують систему вхідного контролю, самоконтролю, операційного і приймального контролю.

Такими основними видами виробничого контролю є:

- самоконтроль якості;
- вхідний контроль;
- операційний;
- приймальний;
- лабораторний контроль.

Операційний контроль на будівельному майданчику при виконанні робіт проводять майстри і виконроби із залученням у необхідних випадках інших підрозділів. У схемі операційного контролю якості - основному документі, що регламентує порядок контролю, вказується перелік операцій, контрольованих будівельною лабораторією, а також геодезичною службою.

Схеми операційного контролю якості повинні містити:

- ескізи конструкцій із вказівкою припустимих відхилень за СНіП, основні технічні характеристики матеріалу або конструктиву;
- перелік операцій, виконання яких повинен перевірити виробник або майстер із чітким позначенням їхніх обов'язків;
- склад контролю, установлений на підставі вимог нормативних документів по будівництву й робочій документації із вказівкою параметрів, які необхідно перевірити (наприклад, розтин арматур і розташування арматурних стержнів; відповідність дійсних розмірів проектним; замонолічування плит перекриттів і покриттів; зв'язок їх між собою й т.п.);
- способи контролю виконуваних операцій (візуально, контрольно-вимірювальними приладами й інструментами);
- строки проведення контролю;
- перелік операцій, контрольованих при участі будівельної лабораторії, геодезичної служби, а також фахівців, що займаються контролем окремих видів робіт;
- перелік прихованих робіт, що підлягають здачі представникам технічного нагляду замовника.

Приймальний контроль - це перевірка якості виконаних робіт із встановленням відповідності їх проекту і нормативним вимогам.

У процесі приймального контролю перевіряють: додержання технологічних допусків, правил виконання робіт та виконання вимог будівельних норм, технічних умов і проекту; наявність паспортів і сертифікатів на будівельні матеріали, вироби і напівфабрикати та відповідність якісних характеристик їх державним стандартам та вимогам проекту, а також лабораторні випробування і їхні результати; наявність і правильність заповнення журналів виконання робіт; точність геодезичного розбивання і фактичне положення конструктивних частин та інші параметри і вимоги.

Прийманню підлягають як закінчені роботи, окремі відповідальні конструкції, так і приховані роботи, які підлягають попередньому прийманню із складанням актів про приймання робіт.

Оцінку якості і приймання закінчених робіт і конструктивних частин здійснюють спеціальні служби будівельних організацій, оснащені технічними засобами, що забезпечують потрібну достовірність і обсяг контролю. Результати оцінки фіксуються на виконавчих схемах і кресленнях, у журналах робіт (загальний журнал робіт, журнали на виконання окремих видів робіт: монтажних, бетонних, зварювальних тощо) та в інших виконавчих документах.

Приймання прихованих робіт оформлюють актами й оцінюють спільно з представниками технічного нагляду замовника. Акти огляду прихованих робіт складають на закінчений процес і безпосередньо перед початком наступних робіт. Виконання робіт заборонено, якщо відсутні акти огляду попередніх прихованих робіт.

Приймальний контроль і оцінку якості відповідальних конструкцій виконують за готовністю їх у процесі зведення спільно з представниками технічного нагляду замовника.

Проміжна здача об'єкта в експлуатацію оформляється актом робочої комісії, остаточне приймання об'єкта в експлуатацію – за актом Державної комісії.

До складу комісії з приймання об'єктів в експлуатацію включаються представники замовника, підрядних організацій, проектувальники, органи Госархбудконтролю, місцевої влади й інших контролюючих інспекцій і організацій. Очолює комісію голова комісії, який призначається вищим керівництвом підприємства.

Під час підписання акту підрядник передає замовникові паспорта, акти на приховані роботи, виконавчі схеми, документацію та ін. До передачі зазначеної документації й виконаних робіт крім лінійного персоналу залучаються відділи будівельної організації, а також будівельна лабораторія.

Будівельні лабораторії залучаються для проведення приймального контролю будівель і споруджень або їхніх частин і відповідальних конструкцій.

Переважно у всіх видах контролю бере участь будівельна лабораторія, що виконує різні випробування, ціль яких - визначення значень характеристик матеріалів, конструкцій і продукції.

Працівники організацій і будівельних лабораторій у своїй діяльності повинні керуватися чинним законодавством, СНіП, ДБН, стандартами, будівельними нормами (БН), технічними умовами (ТУ) і іншими нормативними документами.

Випробування повинні проводитися без відхилень від нормативних документів, стандартів, методик. Якщо методика відсутня, вона повинна бути викладена в лабораторних випробуваннях.

Будівельні лабораторії здійснюють наступні контрольні дії в питаннях якості:

- контроль стану ґрунтів у основах (примержання, відтавання);
- підбір составів розчинів, бетонів, мастик і т.п.;
- виготовлення й випробування контрольних зразків бетону, розчину;
- контроль дозування й готування бетонів, розчинів, мастик і склад;
- контроль дотримання правил транспортування, розвантаження й зберігання конструкцій і виробів;
- визначення міцності бетону в конструкціях і виробках не руйнуючими методами;
- контроль дотримання технологічних режимів при проведенні БМР;
- контроль якості БМР у порядку, установленому схемами операційного контролю;
- розробка рекомендацій з монтажу відповідних конструкцій, закладення швів і стиків;
- контроль і випробування зварних з'єднань;

- підготовка актів про неякісність будівельних матеріалів, конструкцій і виробів, що надходять на будівництво та ін.

Приймальний контроль повинен здійснюватися двома методами: методом суцільного контролю й вибіркового контролю якості продукції, заснованого на застосуванні методів математичної статистики.

Як усякий процес, контроль вимагає управління, що здійснюється шляхом реалізації управлінських функцій на всіх стадіях створення будівельної продукції за схемою:

- одержання достовірної інформації про якість і його облік за результатами контролю;
- обробка інформації й аналіз із розробкою заходів;
- прийняття рішень;
- забезпечення реалізації ухвалених рішень із внесенням необхідних коректив і попереджуючі дії, здійснення впливів на «петлю якості» за допомогою прямих і зворотних зв'язків.

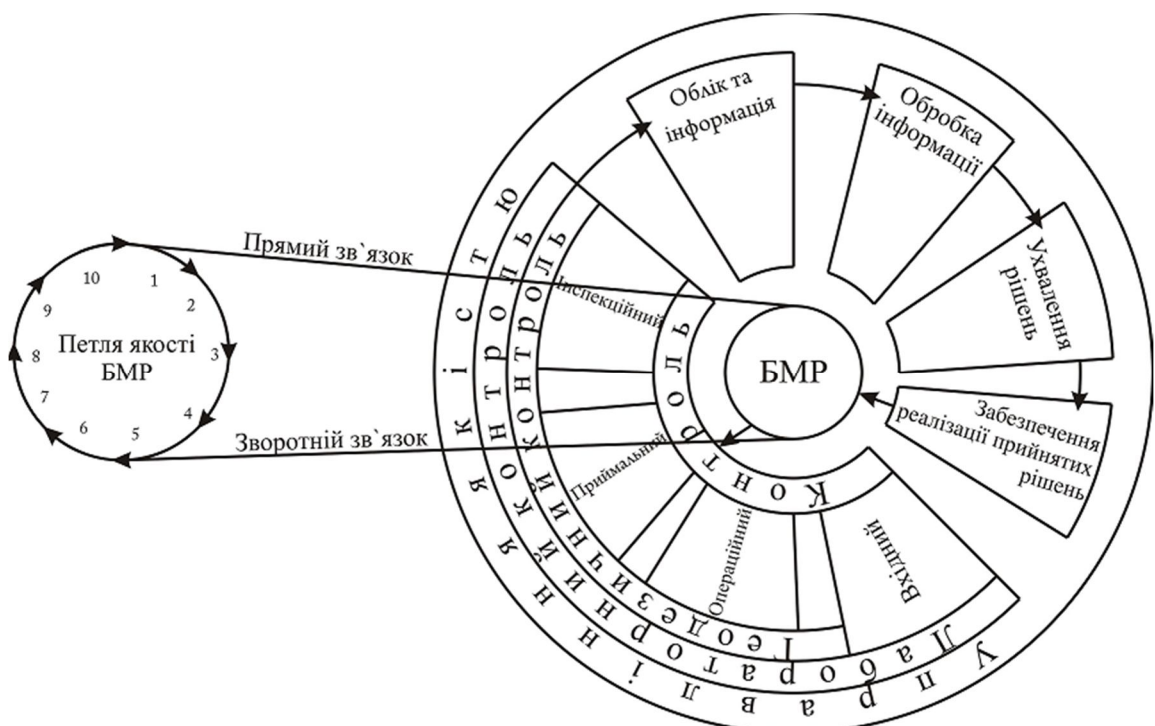


Рисунок 1.1 - Механізм управління і контролю якості БМР

По засобам контролю розрізняють: візуальний, органолептичний, інструментальний.

При візуальному й органолептичному контролі засобом, як правило, є органи почуттів людини, при візуальному - органи зору. У деяких випадках для цих контролів застосовуються допоміжні засоби наприклад оптичні, механічні або хімічні.

Найбільш досконалий вид контролю - інструментальний, котрий здійснюється за допомогою різноманітних способів вимірювань.

1.5 Інструментальна діагностика технічного стану конструкцій будівлі

Головна мета інструментального обстеження полягає у визначенні технічного стану будівлі, визначення можливості або неможливості їх надійної та безпечної експлуатації та прогнозуванні зміни експлуатаційних якостей у майбутньому. Візуальний огляд та звичайна фіксація видимих дефектів не можуть дати вичерпної інформації про реальний стан конструкції, її міцність та надійність. Щоб цю інформацію отримати необхідно застосування методів інструментального аналізу. Тільки результати інструментального обстеження дадуть власнику можливість ухвалити обґрунтоване рішення для проведення того чи іншого виду робіт, а також отримати дозвіл на це від наглядових органів.

Застосування інструментальних методів дослідження об'єктів є невід'ємною частиною роботи в ході обстеження. Перш за все це пов'язано з необхідністю отримання кількісних показників параметрів об'єкта дослідження, окремих конструкцій або елементів.

Інструментальне обстеження будівель складається з комплексу процедур, це дає змогу дізнатися майже всю інформацію про стан будівлі.

Таке детальне обстеження може бути проведено як для всієї будівлі в цілому, так і для окремих частин будівлі, наприклад:

- обстеження приміщень;

- частини поверху чи цілого поверху будівлі ;
- обстеження підвалів та технічних підполій ;
- обстеження дахів та горищ будівлі ;
- обстеження тамбурів, прибудов, вхідних груп.
- До складу заходів рекомендовано включати наступні:
 - візуальний огляд будівель з виявленням ознак пошкоджень,
 - фотозйомка дефектів і уточнення схем;
 - вимірювання параметрів за допомогою інструментів з фіксуванням відхилень від проектних даних;
 - визначення фактичних показників навантаження на конструкції, розрахункових схем і фіксування відхилень від проекту;
 - вимірювання і виявлення відхилень експлуатаційних характеристик будівель;
 - визначення деформаційних параметрів матеріалів неруйнівними методами;
 - проведення відбору зразків для випробувань в лабораторії;
 - оцінка технічного стану за певними характеристиками дефектів;
 - виконання перевірочних розрахунків несучої здатності для елементів споруди і будівлі в цілому;
 - складання планів, графіків, розрізів пошкоджених вузлів;
 - аналіз отриманих даних та оформлення експертного висновку;
 - розробка рекомендацій для посилення і відновлення несучих конструкцій.

У процесі детальних обстежень виконують:

- уточнення розмірів, схем опирання конструкцій, навантажень, якості й міцності матеріалів;
- виявлення, вимірювання й замалювання тріщин, дефектів, пошкоджень конструкцій;
- вимірювання деформацій (прогинів, нахилів, перекосів, зрушень, осідання фундаменту);

- уточнення результатів загальних обстежень;
- тривалі спостереження й вимірювання деформацій конструкцій, температурно-вологісного режиму;
- випробування конструкцій пробним навантаженням;
- вібродинамічне випробування;
- уточнення даних інженерно-геологічних і геодезичних даних.

Способи, методика й особливості виконання детальних обстежень, проведених над конструкціями із різних матеріалів, відрізняються.

Наприклад, під час детальних обстежень залізобетонних конструкцій встановлюють:

- міцність бетону (нормативний опір стисненню);
- величину захисного шару бетону;
- однорідність і суцільність бетону;
- ступінь і глибину корозії бетону (коксування, сульфатизація, проникнення хлоридів, хімічний склад пов'язаних цементним каменем агресивних речовин);
- ширину розкриття тріщин у бетоні;
- вид і фізико-механічні властивості арматури;
- вид і ступінь корозії арматури;
- корозію сталевих елементів і зварних швів вузлових з'єднань;
- величину прогину елемента;
- фактичні навантаження й експлуатаційний вплив.

Результати випробувань оформляють відповідними актами, на підставі яких уточнюється оцінка технічного стану конструкцій і визначаються заходи щодо подальшого вдосконалення організації експлуатації будівлі або споруди.

Таблиця 1.1 - Види інструментального контролю

Варіанти засобів контролю	Контрольовані параметри	Принципи контролю
Ударні методи - ДБН В.1.2-6:2021		

Молоток Фізделя	Міцність бетону, розчину, природного каменю, вивержених порід (граніту, сієніту, діабазу тощо)	За тарувальною кривою, за середнім значенням діаметра 10...12 відбитків під час ударів по поверхні конструкцій. Точність – $\pm 50\%$
Молоток Кашкарова	Те саме	За тарувальною кривою, за середнім значенням відносин із
Продовження таблиці 1.1		
		10...12 відбитків на випробувальному й еталонному матеріалах Точність – $\pm 70\%$
Пістолет ЦНДІБКа, склерометр Шмідта	Те саме	За тарувальною кривою, за величиною енергії відскоку в залежності від міцності випробовуваного матеріалу. Точність – $\pm 65\%$
Прилад ГПНВ-5	Міцність бетону та інших зв'язкових кам'яних матеріалів	За зусиллям виривального стрижня з тіла випробовуваного матеріалу, за тарувальною кривою. Точність – $\pm 65\%$
Методи контролю за тріщинами - ДБН В.1.2-14:2018		
Важільний маяк	Швидкість розвитку тріщин	Поворот стрілки відносно шкали за допомогою двох зведених шарнірів по обидва боки тріщин
Пластинчастий маяк	Швидкість розвитку тріщин	Зміщення двох пластин - одна відносно одної, закріплених по обидва боки тріщини
Ультразвуковий метод - ДСТУ Б В.2.7-226:2009		
Електронні прилади УКХ-1М, УК- 14П	Міцність матеріалу; статичний модуль пружності; розміри структурних дефектів (тріщини,	Міцність визначається за тарувальною кривою «міцність – швидкість поширення хвиль», «міцність – акустичний

	каверни тощо)	опір». Точність – $\pm 60\%$. Наявність дефектів і габарити встановлюють за змінюванням швидкості поширення хвиль
Метод вимірювання освітленості - ДСТУ Б В.2.2-6-97		
Люксметри Ю-16, Ю-17, ЛІ-3	Рівень освітленості в різних місцях приміщення	Освітленість визначається за стрілочним індикаторним приладом
Радіометричні методи		
Продовження таблиці 1.1		
Гамма-густиноміри	Щільність матеріалу; виявлення дефектів	Аналітично за наскрізного просвічування за значеннями реєстрованих гамма-променів, які пройшли через конструкцію, і функційною залежністю щільності від вимірюваних величин. Точність – $\pm 75\%$. Під час однобічного випробування за тарувальною кривою залежності щільності матеріалу від кількості розсіяних гамма-променів за одиницю часу. Точність – $\pm 60\%$. Дефекти виявляються шляхом фотографування в двох або трьох площинах конструкції з обробленням і розшифруванням гамма-знімків
Радіометричні вологоміри	Вологість неорганічних матеріалів (котрі не мають в хімічному складі водню)	За цифровою шкалою встановлюється вологість матеріалу
Теплофізичні методи - ДСТУ-Н Б В.2.6-101:2010		
Термощупи ТМ (А), ЦЛЕМ, тепломір	Температура на поверхні конструкції	За відхиленням стрілки термоміра під час притиску щупа до поверхні

		конструкції за температури від -5 до $+90$ °С
Психрометр Ассмана	Вологість повітря у поверхні конструкції	Підіймання рідини в сухому термометрі
Електронний вологомір	Вологість деревини	За середнім значенням вимірювань під час притиску чутливого елемента приладу до поверхні конструкції
Продовження таблиці 1.1		
Магнітний метод - ДСТУ Б В.2.6-4-95		
Магнітометричні прилади ВМП (вимірювач магнітної проникності), ВПА (вимірювач параметрів амплітуди), ВНТ-М2 (вимірювач напруги й тріщин)	Розміщення арматури в кам'яних і залізобетонних конструкціях, товщина захисного шару, напружений стан арматури	Вимірювання товщини захисного шару базується на змінюванні магнітного опору датчика під час знаходження його поблизу арматурного стрижня (ВПА). Точність – до 1 мм. Вимірювання напруги в металі базується на залежності магнітної проникності від величини максимальних напружень (ВНТ-М2). Точність – ± 2 %
Акустичний метод - ДСТУ Б EN 12354-1:2014		
Комплект для контролю звукоізолювальної здатності огорожувальних конструкцій у складі: генератор шуму ГШ-1, підсилювач потужності УМ-50, шумомір Ш-60-І, аналізатор шуму АМ-2 МЛЮТ	Перевірка звукоізолюючої здатності конструкції	Рівні звукового тиску в приміщеннях, що розділяються, випробовується конструкцією, вимірюються аналізатором шуму Звукоізолююча здатність визначається за перепадом рівнів
Геодезичні методи - ДБН В.1.3-2:2010		

Прогиноміри Максимова, Аїстова, Лісі, Мессурі	Місцеві деформації конструкцій, зрушення і повороти у вузлах конструкцій	Деформації визначаються внаслідок переміщення рухомого стрижня приладу відносно нерухомого за їхнього щільного притискання до поверхні конструкції
Дротові тензometri опору	Місцеві деформації	Деформації визначаються за змінюванням опору провідників, наклеєних на поверхню конструкцій, під час їх стиснення або розтягування
Продовження таблиці 1.1		
Нівеліри НА-1 з оптичною насадкою	Вимірювання абсолютного осідання будівель і споруд	Нівелювання з постійної точки при переміщенні геодезичної рейки. Середня квадратична помилка – ± 1 мм ($\pm 0,3$ мм для нівелірів із оптичною насадкою)
Теодоліти Т-2- 010	Вимірювання абсолютних зрушень у плані	Створний метод засічки мікротриангуляції (виміри при постійній точці відліку з переміщенням рейки). Точність – $\pm 1 \dots 4$ мм
Нівелір НА-1, теодоліт 1-2, клинометри КП-2	Вимірювання кренів споруди	Здатність вимірювати горизонтальні кути. Точність – $\pm 5 \dots 10$ мм
Метод контролю герметичності стиків - ДСТУ Б В.2.6-200:2014		
Вимірювач повітропроникності ИВС-М, адгезіометр ЛНПАКХ	Коефіцієнт повітряпроникності стиків, адгезія герметика до бетону	За швидкістю повітряного потоку через стик визначається коефіцієнт повітряпроникності й адгезія герметика

Усі інструменти та прилади, необхідні для візуально-інструментальної оцінки якості, повинні зберігатися в спеціальних приміщеннях у справному стані й періодично контролюватися для перевірки точності й справності. У таблиці 1.1 представлені деякі традиційні технічні засоби інструментального контролю, що використовуються під час обстеження будівель для оцінки фізичних, механічних і геометричних характеристик базових несучих конструкцій, а також принцип їх роботи.

1.8 Сучасне програмне забезпечення

Різноманітні програми піднялися на новий рівень - крім двовимірних креслень будь-якої складності, тепер програми можуть створювати 3д моделі з неймовірною деталізацією і за дуже короткий проміжок часу в порівнянні з кресленням вручну. Програмні комплекти такі як ЛІРА САПР,САПФІР 3Д,Мономах САПР,Еспрі - реалізує технологію інформаційного моделювання (ВІМ) та орієнтований для проектування та розрахунку будівельних та машинобудівних конструкцій. Залежно від завдань пропонуються широкі функції з розрахунків на статичні та динамічні впливи на конструкції, є перевірка перерізів сталевих та залізобетонних конструкцій. Розвинене графічне середовище, величезний набір кінцевих елементів. Порівняно з розрахунком, який проводився без використання програми - вручну, було значно довше і були похибки. Але в наш час можна порівняти розрахунки для достовірності. Еспрі – довідник для інженера (технологічні властивості матеріалів та конструкцій). Archicad, Autocad - створюються точні 2Д і 3Д креслення. Автоматизація планів поверхів, перерізів та відміток.

Малювання трубопроводів, повітроводів і т.д. Revit - програма призначена під інформаційну моделювану будівлю.

1.9 Аналіз отриманих результатів, складання та оформлення технічного висновку.

За результатами обстежень складають технічний висновок, що є вихідним матеріалом для оцінки експлуатаційної придатності, проектування, відновлення, підсилення та антикорозійного захисту сталевих конструкцій. Тобто, технічний висновок - це підсумковий документ інструментального обстеження будівлі. Результати вимірювання розмірів, дефектів, пошкоджень і деформацій конструкцій наносять на креслення (плани, розрізи, розгортки). На кресленнях указують обриси й розміри деформацій, дефектів і пошкоджень конструкцій, напрям, довжину, ширину й глибину тріщин.

У технічному висновку, який отримує замовник, містяться такі дані:

- коротка характеристика об'єкта;
- результати обстеження будівельних конструкцій
- дефектні відомості з описом виявлених дефектів, відхилень та ушкоджень;
- технічний звіт або протоколи випробувань щодо результатів лабораторних досліджень та випробувань;
- перевірочні розрахунки несучих конструкцій (оцінка несучої здатності конструкцій, ґрунтів основи)
- аналіз результатів обстеження;
- висновок про технічний стан конструкцій будівлі, її категорію та можливість сприйняття конструкцією додаткових навантажень зумовлених реконструкцією;

- рекомендації щодо усунення дефектів та пошкоджень виявлених у ході обстеження;
- додатки (ТЗ, схеми, фотоматеріали, дозвільні документи для

2 ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ОБСТЕЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЛІ

2.1 Основні методи обстежень

Обстеження будівель інструментальними методами складається з кількох основних видів робіт.

1. Обмірні роботи. Вимірюються фактичні розміри та інші геометричні параметри елементів будівельної конструкції. Визначається їхня відповідність проекту. Уточнюються розміри будівлі, перерізів, перевіряється співвісність та вертикальність опорних елементів, висота приміщень тощо. Проводиться також вимірювання деформацій та прогинів несучих конструкцій, осадку фундаментів.

2. Аналіз фізико-механічних властивостей матеріалів конструкції будівлі. Інструментальне обстеження конструкцій, виготовлених з матеріалів:

- Обстеження бетонних конструкцій при цьому досліджується бетон та залізобетон;
- Обстеження металевих конструкцій у своїй досліджуються різні види металу;
- Обстеження кам'яних конструкцій при цьому досліджується цегла та камінь;

Під час проведення цих робіт використовуються два методи:

- неруйнівний метод (склерометром, молотком Шмідта, ультразвуковим тестером, ПІБ – відрив зі сколюванням);
- руйнівний, що передбачає відбір проб (керна) з конструкцій та їх дослідження у спеціалізованій дослідній лабораторії компанії.

3. Фіксація дефектів. Здійснюється фотозйомка виявлених у процесі досліджень пошкоджень. Знімки потім прикладається до технічного висновку. За виявленими дефектами та пошкодженнями складається дефектна відомість.

Роглянемо більш детально варіанти інструментального контролю конструкцій та матеріалів.

2.2 Визначення геометричних параметрів та деформацій будівлі.

На конструкціях будівлі можуть з'явитися видимі пошкодження: прогини, зсуву, осідання, тріщини. У цьому випадку завдання обстеження - виявити дефекти, зафіксувати їх, з'ясувати причини, розробити план дій для їх усунення.

Зазвичай видимі деформації конструкцій зазвичай виникають, коли збитки вже досить великі. Це можлива ознака наближення аварії. Тільки обстеження дасть точну інформацію про безпеку використання будівлі, необхідності ремонту будівлі чи конструкції.

Для визначення відповідності проектному положенню будівельних конструкцій, включаючи деформації всіх видів, застосовуються геодезичні прилади та пристрої (теодоліти, нівеліри). Для вимірювання кренів та коливань будівель використовують оптичні лазерні прилади вертикального проектування. В даний час для цих цілей широко застосовуються теодоліти Т2, 2Т5К, нівеліри Н1, Н05, КОН-007, оптичні центрувальні прилади ОЦП-2, "Зеніт-ОЦГТ", "Зеніт-ЛОТ" та ін.

Крени будівель фіксують бічним нівелюванням або виміром горизонтальних кутів. Використання клинометрів та кренометрів дозволяє отримати більш точні характеристики деформацій. Клинометри використовують для вимірювання кутів повороту перерізів елементів

конструкцій. Головною їхньою частиною може слугувати чутливий рівень, який у разі деформації виходить із горизонтального положення (клинометр Стопані), або важіль з двома закріпленими прогиномірами, за різницею відліків яких визначають кут повороту перетину (важільний клінометр ЛБІ).

Вимірювання зсувів будівель здійснюється за допомогою теодоліту. При цьому бічне зміщення вимірюють від прямих ліній, що фіксуються вздовж периметра будівлі. Як лінію відліку використовують струнний або лазерний промінь. Особлива увага при діагностиці технічного стану будівель приділяється оцінці геометричного положення несучих та огорожувальних конструкцій, вузлів та сполучення, деформацій у вигляді прогинів, кутових зсувів тощо. Ці параметри вимірюються традиційними методами та порівнюються з допустимими значеннями. У місцях, незручних для геометричного нівелювання через стиснення умов робіт, використовується гідростатичне нівелювання.

Осадкові марки встановлюють в фундаменти по периметру будівлі. Положення їх осей виносять на стіни і фіксують фарбою, що не змивається. За допомогою нівелювання визначають характер загальних осадів для різних ділянок будівлі.

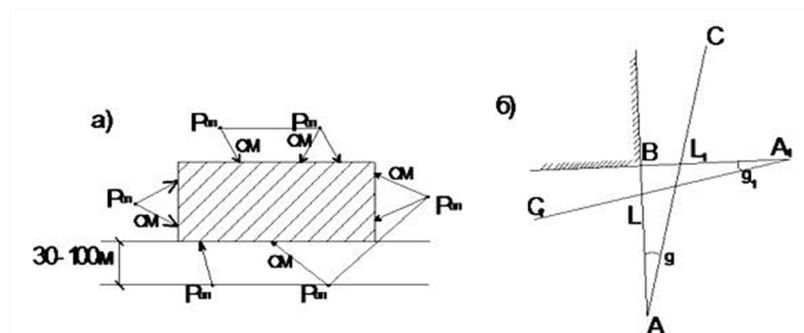


Рисунок 2.1 - Схеми визначення опади будівель та кренів

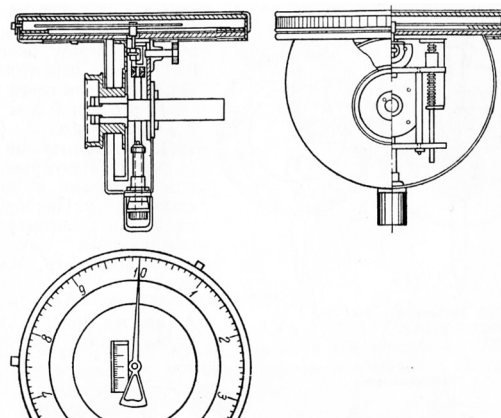
а - схема реєстрації осідання будівлі: Роп - опорні репера; ОМ - осадові марки; б - визначення нахилу будівлі методом вимірювання горизонтальних кутів: А, А1 - центри знаків на відстані 30-50 м від будівлі; З, С1 - віддалені знаки; -марка на верхній частині будівлі; g , g_1 - вимірювані кути

У разі деформування перекриття, стін і споруди загалом (загальні деформації) вимірювати їх зручно назовні будівлі. Сутність геодезичного

контролю полягає в періодичній перевірці розташування окремих точок, позначених закріпленими марками, стосовно нерухомих знаків і у визначенні взаємних переміщень по вертикалі й горизонталі. Горизонтальні переміщення конструкцій визначають за допомогою теодоліта методом створу, тобто за створеними лініями, закріпленими нерухомими позначками. Вертикальні переміщення (просідання конструкцій) визначають за допомогою методу геометричного нівелювання стосовно нерухомо закріплених знаків.

У місцях, незручних для геометричного нівелювання, зокрема й усередині будівлі, проводять гідростатичне нівелювання, що базується на принципі сполучених посудин.

Динамічні деформації можна заміряти прогиномірами з точністю до 0,001 мм. Прогиноміри використовують для вимірювання місцевих деформацій, коли у вузлах і конструкціях відбуваються зміщення або повороти, подовження або стиснення елементів. Прогиномір встановлюють упортул до конструкції та закріплюють нерухомо на опорі. У разі виникнення прогину або деформації пересувний блок рухається, переміщення стрижня приводить до обертання колеса, що фіксується на



шкалі (див. рис. 2.2).

Рисунок 2.2 – Прогиномір Максимова

Межі деформацій і прогинів обумовлюються різновидом матеріалу, виду конструкції і регламентуються будівельними нормами (див. табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Граничні прогини несучих конструкцій

Конструкції	Граничні прогини в частинах прогону
Залізобетонні	
Плоскі перекриття: – у разі прогону до 7 м; – у разі прогону понад 7 м	1/200 1/300
Рєбристі перекриття, елементи сходів: – у разі прогону до 5м; – у разі прогону до 7м; – у разі прогону понад 7м	1/200 1/300 1/400
Навісні стінові панелі: – у разі прогону до 7 м; – у разі прогону понад 7 м	1/200 1/250
Сталеві	
Головні балки горищних перекриттів	1/250
Головні балки міжповерхових перекриттів	1/400
Прогони міжповерхових перекриттів	1/250
Інші	1/200
Дерев'яні	
Міжповерхові перекриття, балки	1/250
Горищні перекриття, балки	1/200
Балки консольні	1/150
Прогони, кроквяні ноги, покриття (крім розжолобоків)	1/200
Розжолобки	1/400
Решетування, настили	1/150

Тензометри є прилади для виявлення місцевих лінійних деформацій у конструкціях (розтягування й стискання однієї конструкції або взаємне переміщення двох суміжних). За величиною деформації можна визначити величину напружень у матеріалі, тобто оцінити несучу здатність конструкції.

Тензометр Гугенбергера. Він становить механічний прилад, що забезпечує збільшення в 1 200 разів. Тензометр вимірює лінійну деформацію волокна на ділянці між ножем і призмою, що відбивається на шкалі з ціною одного міліметрового поділу, що дорівнює 0,001 мм. Прилад кріпиться до

випробуваної конструкції струбцинами. База тензометра дорівнює 20 мм, але за допомогою подовжувачів її можна значно збільшити (див. рис. 2.3).

Виокремлюють механічні, оптичні й електричні тензометри (використовуються для оцінки малих деформацій і розтягувань до 10...6 мм). Принцип роботи електричних тензометрів базується на здатності провідників змінювати електричний опір під час стиснення або розтягування, унаслідок чого за змінюванням опору можна судити про відносне деформування конструкцій. База дротяних тензорезисторів становить від 5 до 30 мм.

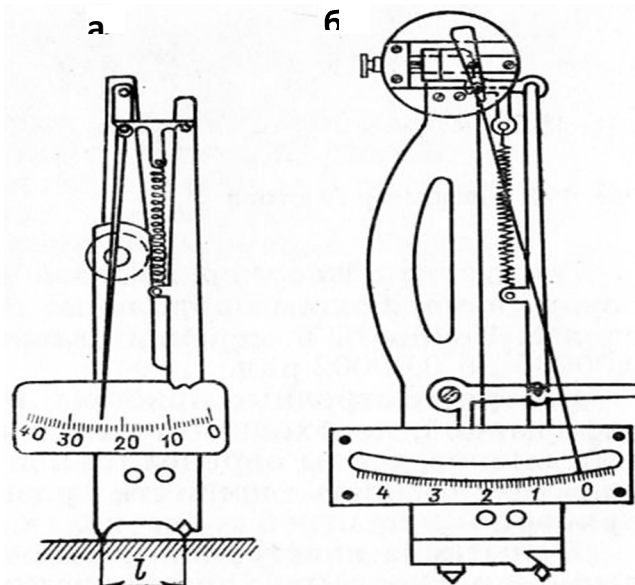


Рисунок 2.3 – Тензометр Гугенбергера: а – перша модель;
б – друга модель

2.3 Методи визначення міцності конструкцій. Дефектоскопія

Стан несучих конструкцій оцінюють під час визначення відповідності фактичної міцності проектному значенню. Міцність залежить від виду матеріалу і від того, в якому напруженому стані він перебуває в розтягнутому, стислому, вигнутому, які умови його експлуатації.

Натурне визначення міцності експлуатованих зовнішніх стін можна здійснювати за допомогою неруйнівних методів, а саме: механічних (ударних, методом виривання) або фізичних (ультразвукових, радіометричних), на найбільш завантажених ділянках конструкції. До неруйнівних методів обстеження належать такі, що не порушують цілісності конструкції або призводять до невеликих місцевих пошкоджень її поверхні й не знижують несучої здатності.

Прилади для визначення властивостей міцності і деформативних властивостей матеріалів конструкцій базуються на застосуванні:

I механічних методів – базуються на принципах:

- методи пластичних деформацій, тобто опірність матеріалу конструкції щодо потрапляння в неї більш твердого тіла (використовують будівельні молотки). Засновані на вдавлюванні штампу в поверхню матеріалу (молоток Кашкарова, склерометр Шмідта, прилад КМ, молоток Фізделя і ін.);

- методи випробувань на відрив та сколювання, засновані на відділенні бетону шляхом відриву зі сколюванням (гідравлічні прес-насоси);

- метод пружного відскоку, тобто залежність величини пружного відскоку від матеріалу під час нанесення удару (використовують будівельні пістолети), прилад КМ та ультразвукового прозвучування.

II. фізичних методів:

- ультразвукові методи, засновані на вимірі швидкості поширення пружних хвиль. Ультразвукові дефектоскопи Пульсар, Тісо, Бетон 12М, УК-12М, вимірювачі міцності бетону, цегли та інших матеріалів конструкцій ОНКС-2.3, Digi Schmidt; ПК-1 тощо;

- радіоізотопні, засновані на визначенні щільності зміни інтенсивності гамма-випромінювання; магнітний для визначення товщини захисного шару арматури ІЗС-10Н та ін.

2.4 Механічні методи визначення міцності та деформації матеріалів

Ці методи застосовуються для визначення міцнісних та деформативних властивостей матеріалів за ГОСТ 22690, в основному, для оцінки міцності бетону конструкцій перекриттів безпосередньо на об'єкті дослідження. З приладів механічної дії найбільше застосування під час обстеження залізобетонних конструкцій перекриттів знаходять: кульковий молоток Фізделя, склерометр ОМШ-1, молоток Кашкарова (див. рис. 2.4).

Залежно від методу, що застосовується, і приладів непрямыми характеристиками міцності є:

- значення відскоку бойка від поверхні бетону (або притисненого до неї ударника);
- параметр ударного імпульсу (енергія удару);
- розміри відбитка на бетоні (діаметр, глибина) або співвідношення діаметрів відбитків на бетоні та стандартному зразку при ударі індентора або вдавлюванні індентора у поверхню бетону;
- значення напруги, необхідного для місцевого руйнування бетону при відриві приклеєного до нього металевого диска, рівного зусилля відриву, поділеного на площу проекції поверхні відриву бетону на площину диска;
- значення зусилля, необхідного для сколювання ділянки бетону на ребрі конструкції; значення зусилля місцевого руйнування бетону під час викиду з нього анкерного устрою.

2.4.1 Склерометр ОМШ-1

Визначення міцності бетону на стиск залізобетонних елементів перекриттів склерометром ОМШ-1 засноване на методі пружного відскоку за

ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Принцип дії склерометра заснований на ударі з нормованою енергією бойка об поверхню бетону та вимірі висоти його відскоку в умовних одиницях шкали приладу, що є непрямою характеристикою міцності бетону на стиск. Місця випробування вибираються згідно з ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Обробка результатів вимірів проводиться згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-220:2009.

2.4.2 Молоток Шмідта

За принципом роботи виокремлюють два підтипи молотка Шмідта:

- пристрій механічної дії: має корпус конструкції у формі циліндра, всередині якого розміщується ударний механізм, що складається з індикаторної шкали зі стрілкою і відштовхувальної пружини. Цей інструмент призначений для визначення показника міцності бетону в межах 5...50 МПа. Молоток Шмідта механічного типу застосовують під час обстеження залізобетонних або бетонних конструкцій;

- пристрій ультразвукової дії: оснащується вбудованим або зовнішнім електронним блоком. Усі одержані під час вимірювання покази відображаються на дисплеї і можуть залишатися в пам'яті приладу протягом певного періоду часу. За бажанням молоток можна підімкнути до комп'ютера, додатково обладнавши спеціальними роз'ємами й клавіатурою. Такий прилад здатний діагностувати показники в діапазоні 5...120 МПа. Межа пам'яті збереження результатів передбачає можливість збереження тисячі версій протягом 100 днів. По поверхні випробуваної ділянки конструкції, звільненої від облицювального шару, здійснюють серію ударів, відстанню між ними має становити близько 30 мм.

Щоб уникнути помилок, спричинених неоднорідністю поверхневого шару, кількість випробувань на ділянці має бути не менше ніж п'ять для

приладів, що базуються на методі пружного відскоку, і не менше ніж десять для приладів, що базуються на методі ударного імпульсу. Потім вимірюють діаметри утворених лунок на поверхні конструкції.

2.4.3 Молоток Кашкарова

Міцність бетону за допомогою молотка Кашкарова визначається по відношенню діаметрів одночасних відбитків на поверхні бетону та на поверхні металевого еталона, як середнє значення за тарованою кривою (див. рис. 2.5). Якщо поверхня матеріалу волога, то отримане значення міцності множать на 1,4.

При цьому передбачається, що відношення відбитків не залежить від сили удару.

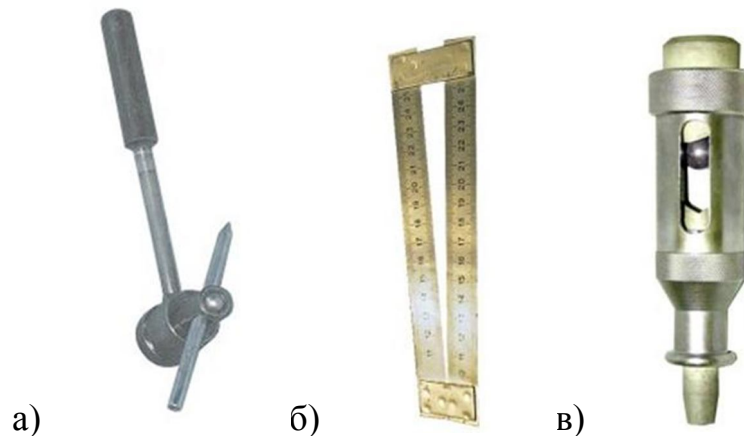


Рисунок 2.4 - Молоток К.П. Кашкарова: а – стандартний молоток Кашкарова, б – кутовий масштаб для молотка Кашкарова, в – еталонмер для тарування стрижнів до молотка Кашкарова

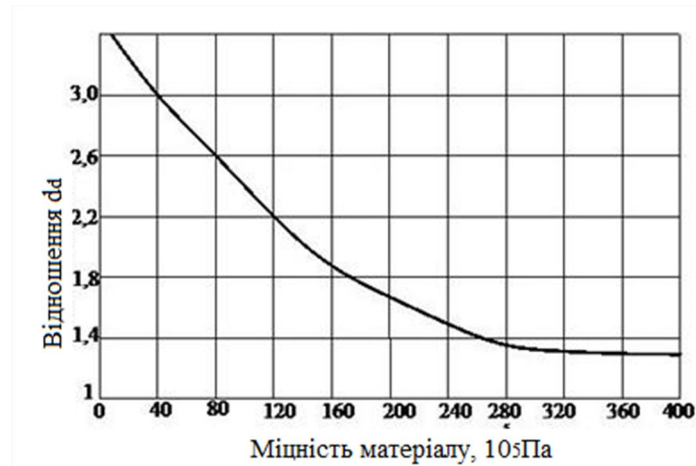


Рисунок 2.5 - Тарувальна крива для визначення міцності бетону молотком Кашкарова

Для вимірювання відбитків на бетоні та еталонних стрижнях застосовують кутовий масштаб, що складається з двох сталевих вимірювальних лінійок, склепаних під кутом. На наміченому ділянці поверхні конструкції наносять молотком з розмаху удари із середньою силою, щоб вийшло досить великі відбитки на бетоні та еталонному стрижні. У момент завдання удару вісь головки еталонного молотка повинна бути строго перпендикулярна поверхні випробуваної конструкції. Відстань між окремими відбитками на бетоні має бути не менше ніж 30 мм. Відстань між центрами діаметрів двох сусідніх відбитків на еталонному стрижні має бути щонайменше 10 мм. Діаметр відбитка на бетоні або еталонному стрижні визначають за поділом, що збігається з точками торкання кола відбитка.

2.4.4 Молоток Фізделя

Кульковий молоток Фізделя застосовується для контролю міцності бетону, що не руйнує, як в монолітних, так і в збірних залізобетонних конструкціях (див. рис. 2.6). Цей метод дозволяє здійснити перевірку

міцності бетону на важкодоступних ділянках і в умовах, коли не можливе виконати обстеження іншими неруйнівними методами контролю. Поверхня бетону, що піддається випробуванню, повинна бути сухою та ретельно очищеною. Перед простукування бетону намічаються зони вибіркового перевірок. У кожній зоні наноситься 6-8 лунок. Діаметри лунок вимірюють штангенциркулем або градуйованими лупами з 10-кратним збільшенням за двома перпендикулярними напрямками. Міцність бетону визначають за середнім вимірним діаметром відбитка з використанням тарувального графіка (див. рис. 2.7).

При пошкодженнях або руйнування бетону оцінка міцності проводиться в різних точках ділянок перекриття, що обстежуються, при цьому перевірка проводиться на відстані 20 - 25 см від місць пошкоджень. При ударі бойком кулькового молотка вловлюється також звук. Менш міцний бетон характеризується глухим звуком.

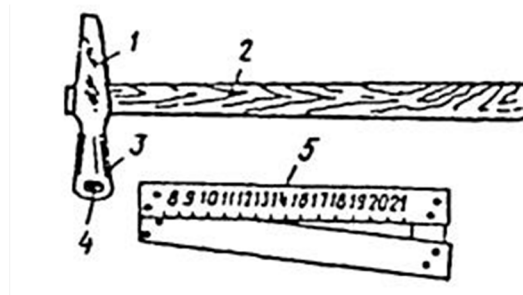


Рисунок 2.6 - Молоток І.А. Фізделя: 1 - молоток; 2 - ручка; 3 - сферичне гніздо; 4 - кулька; 5 - кутовий масштаб

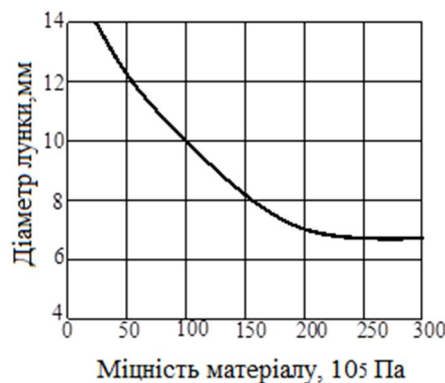


Рисунок 2.7 - Тарировочний графік визначення межі міцності бетону при стисканні молотком Фізделя

Дані вимірів деформацій подають у вигляді виконавчої схеми та журналу змін. Вони використовуються для укладання висновку про технічний стан будівлі.

Механічні методи досить прості. Їхнім недоліком є те, що силу удару зафіксувати неможливо, тому виміри не точні.

2.5 Фізичні (ультразвукові) методи визначення міцності та деформації матеріалів

До фізичних неруйнівних методів визначення міцності матеріалу будівельної конструкції належать акустичний, радіометричний, магнітометричний і вібраційний. Вони базуються на залежності швидкості проходження хвиль різної довжини від структурних, пружних властивостей матеріалів і їх геометричних розмірів.

Ультразвукові (див. рис. 2.8), акустичні, радіографічні прилади використовують не тільки для визначення міцності матеріалу, але й для пошуку прихованих дефектів, порожнеч, розшарувань, наявності арматури, визначення товщини захисного шару.

Фізичні методи базуються на двох принципах:

- п'єзоефект (під час накладення хвиль виникають зусилля в матеріалі – повздовжні, поперечні, згинальні, які змінюють розміри кристалів деяких матеріалів, унаслідок чого виникає електричний заряд);
- магніострепційний ефект (деякі метали в разі накладення електричного струму утворюють механічні коливання).

У разі фіксованої товщини конструкції можна визначити час проходження імпульсу. Залежно від щільності матеріалу й отриманої швидкості розраховують модуль пружності, за величиною якого визначають міцність.

Кожен із неруйнівних методів дає відомості лише про деякі властивості матеріалів, не може бути універсальним і повністю замінити механічні випробування. У зв'язку з цим найбільш повні та об'єктивні результати можуть бути отримані при комплексному використанні фізичних та механічних методів контролю.



Рисунок 2.8 - Ультразвуковий дефектоскоп ПУЛЬСАР-1.2

2.5.1 Ультразвукові прилади

Ультразвуковий дефектоскоп ПУЛЬСАР-1.2 (див. рис. 2.9) призначений для дефектоскопії та контролю міцності виробів та конструкцій з бетону, цегли та інших матеріалів (ДСТУ Б В.2.7-226:2009). Застосовний при розбракуванні виробів, оцінці їх щільності, пористості, тріщинуватості, анізотропії. Дозволяє отримувати інформацію про наявність дефектів, що виникли у процесі виготовлення та експлуатації конструкцій.

Такі прилади забезпечують високу точність оцінки однорідності, міцностей низки інших властивостей, не руйнуючи конструкції.

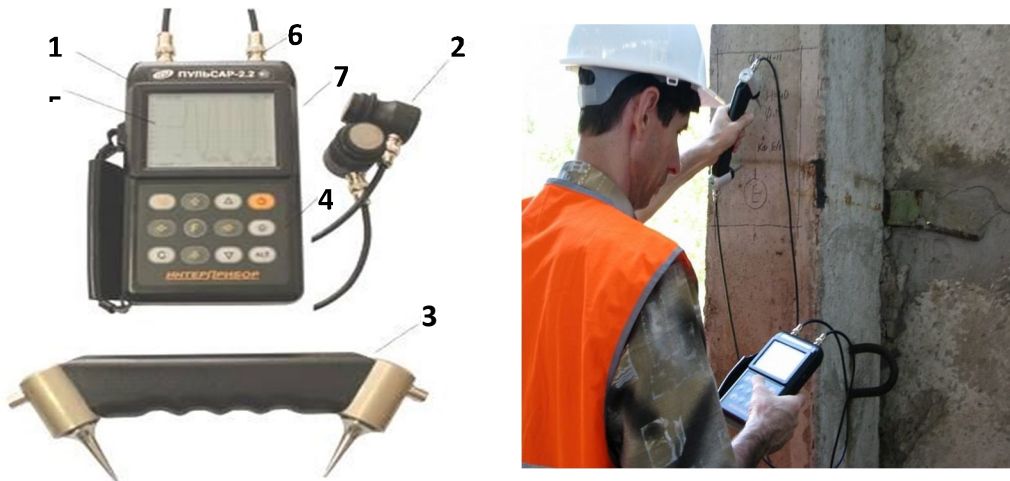


Рисунок 2.9 – Ультразвуковий прилад для обстеження конструкцій: а – загальний вигляд приладу «ПУЛЬСАР-2.2»; б – обстеження конструкцій; 1 – електронний блок; 2 – датчики наскрізного проникання; 3 – датчики поверхневого проникнення; 4 – клавіатура; 5 – графічний дисплей; 6 – роз’єми для датчика поверхневого проникнення; 7 – USB-роз’єм

Індикатор міцності бетону «Бетон-70» (див. рис. 2.10) призначений для вимірювання часу розповсюдження ультразвукових коливань (УЗК) у будівельних матеріалах при експресних визначеннях міцності бетону у збірних та монолітних бетонних та залізобетонних виробках та конструкціях



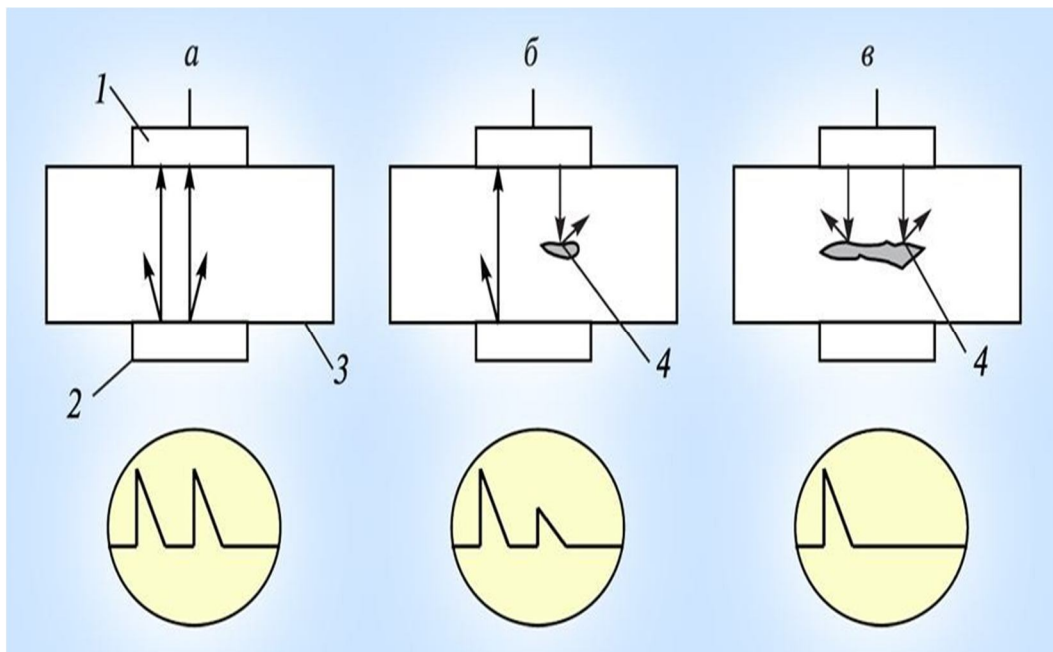
Рисунок 2.10 - Індикатор міцності бетону «Бетон-70»

Для оцінки прихованих дефектів у протяжних конструкціях, а також для обстеження конструкцій, недоступних для спостереження з двох боків, використовують фронтальний метод. По фронту конструкції в різних точках на фіксованій відстані від випромінювача послідовно встановлюють щуп-

випромінювач і щуп-приймач. Швидкість проходження хвиль оцінюється залежно від відстані між випромінювачем і приймачем.

Резонансний метод використовується також для визначення прихованих дефектів, розташування арматури. Установлюється резонансний прилад, що випромінює хвилі певної довжини, які, доходячи до перешкоди, наприклад арматури, відбиваються від неї. Знаючи товщину конструкції в місці вимірювання й швидкість проходження хвилі в певному матеріалі, можна визначити наявність або відсутність дефекту, глибину розташування арматури, товщину захисного шару бетону.

Тіньовий метод дає змогу визначити наявність порожнин у матеріалі. З різних боків конструкції встановлюють випромінювач і приймач. У процесі вимірювання їх пересувають по конструкції. Хвилі поширюються по тілу конструкції. У місці, де хвиля потрапляє в порожнину, хвилі не поширюються. На електронній променевої лампі з'являється тінь (див. рис.



2.11).

Рисунок 2.11 – Виникнення акустичної тіні під час наскрізного прозвучування: а – об'єкт дослідження не має дефекту; б – об'єкт має невеликий дефект, що спотворює рівень реєстрованого сигналу; в – утворення акустичної тіні під час великого дефекту; 1 – випромінювач

ультразвукових хвиль; 2 – приймач ультразвукових хвиль; 3 – досліджуваний зразок; 4 – дефекти в зразку

Подібні обстеження несучих конструкцій проводять у разі розроблення проекту капітального ремонту та реконструкції будівлі. Окрім того, у разі введення будівлі в експлуатацію приймальна комісія має право перевірити приховані роботи (гідроізоляційні, арматурні тощо). Результати випробувань заносяться в журнали.

2.5.2 Радіаційний метод

Цей метод, як правило, застосовують для обстеження стану та контролю якості збірних та монолітних залізобетонних конструкцій при будівництві, експлуатації та реконструкції особливо відповідальних будівель та споруд. Радіаційний метод заснований на просвічуванні контрольованих конструкцій іонізуючим випромінюванням та одержанні при цьому інформації про її внутрішню будову за допомогою перетворювача випромінювання (див. рис. 2.12).

Просвічування залізобетонних конструкцій здійснюють за допомогою випромінювання рентгенівських апаратів, випромінювання закритих радіоактивних джерел. Транспортування, зберігання, монтаж та налагодження радіаційної апаратури проводять лише спеціалізовані організації, які мають спеціальний дозвіл на проведення зазначених робіт.



Рисунок 2.12 - Приклад вимірювання радіаційним способом

2.5.3 Магнітний метод

Магнітний метод заснований на взаємодії магнітного або електромагнітного поля приладу із сталевую арматурою залізобетонної конструкції. Товщину захисного шару бетону та розташування арматури в залізобетонній конструкції визначають на основі експериментально встановленої залежності між показаннями приладу та зазначеними контрольованими параметрами конструкцій. Для визначення товщини захисного шару бетону та розташування арматури із сучасних приладів застосовують зокрема ІСМ, ІЗС-10Н (ТУ25-06.18-85.79). Прилад ІЗС-10Н забезпечує вимірювання товщини захисного шару бетону в залежності від діаметра арматури в наступних межах: при діаметрі стрижнів арматури від 4 до 10 мм товщини захисного шару від 5 до 30 мм; при діаметрі стрижнів арматури від 12 до 32 мм товщини захисного шару – від 10 до 60 мм.

Прилад забезпечує визначення розташування проекцій осей стрижнів арматури на поверхню бетону: діаметрами від 12 до 32 мм при товщині захисного шару бетону не більше 60 мм; діаметрами від 4 до 12 мм – при товщині захисного шару бетону не більше 30 мм. На відстані між стрижнями арматури менше 60 мм застосування приладів типу ІЗС недоцільно. Визначення товщини захисного шару бетону та діаметра арматури проводиться в наступному порядку: до проведення випробувань зіставляють

технічні характеристики приладу, що застосовується, з відповідними проектними (очікуваними) значеннями геометричних параметрів армування контрольованої залізобетонної конструкції; при невідповідності технічних характеристик приладу параметрам армування контрольованої конструкції необхідно встановити індивідуальну градувальну залежність відповідно до ДСТУ Б В.2.6-4-95.

Роботу з приладом слід виконувати відповідно до інструкції з експлуатації. У місцях вимірювання на поверхні конструкції не повинно бути напливів заввишки більше 3 мм. При товщині захисного шару бетону, меншої за межу вимірювання застосовуваного приладу, випробування проводять через прокладку товщиною $(10 \pm 0,1)$ мм з матеріалу, що не має магнетичних властивостей. Фактичну товщину захисного шару бетону в цьому випадку визначають як різницю між результатами вимірювання та товщиною цієї прокладки.

Фактичні значення товщини захисного шару бетону та розташування сталевих арматур у конструкції за результатами вимірювань порівнюють зі значеннями, встановленими технічною документацією на ці конструкції.

2.6 Оцінка деформативності, стійкості конструктивних елементів та оцінювання тріщин в будівлі

Оскільки в процесі експлуатації будівля зазнає впливу динамічних і статичних навантажень (снігова, корисна, від власної ваги, вітрова), то несучі конструкції будівлі деформуються. Деформації можуть бути різними – у вигляді паралельного зміщення перерізів конструкцій, розтягування або стиснення, унаслідок чого виникають тріщини, тому деформативність будівлі загалом і певних несучих конструкцій можна виявити візуально в процесі загальних обстежень – за наявністю тріщин (див. рис. 2.13).

Візуальне обстеження стін будівлі полягає в аналізі особливостей розташування й формування тріщин. Так можна виявити дефекти підвалин і фундаментів будівлі. На рисунку 2.13 показано характерне деформування будівлі залежно від ґрунтових умов. Вигинисті тріщини по фасаді будівлі спричиняє деформування підвалин, нерівномірне просідання, наявність у підвалинах слабкого або, навпаки, ґрунту, що мало стискається.

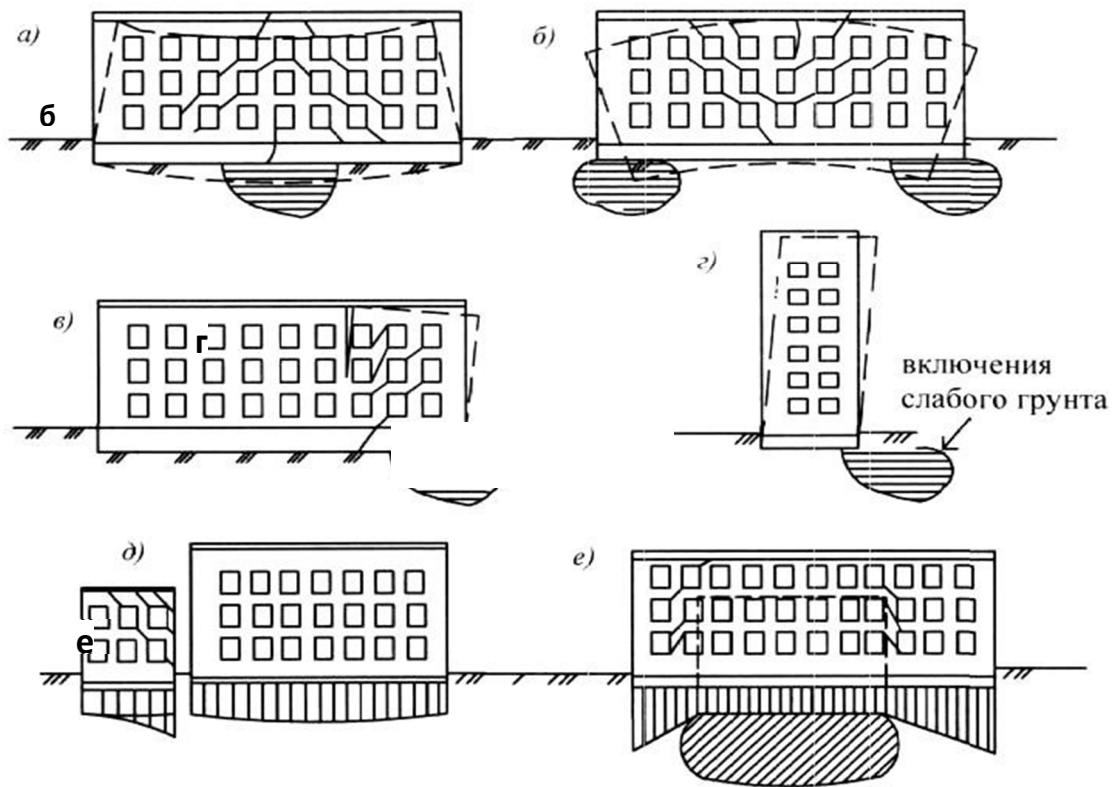


Рисунок 2.13 – Характерне деформування будівлі, пов’язане зі змінюванням ґрунтових умов: а – прогин; б – вигин; в – перекіс; г – крен; д – під час зведення поруч нової будівлі; е – під час зведення на місці знесеного будинку

Збільшенню пошкоджень також сприяють усадочні деформації, які відбуваються внаслідок температурних коливань, зміни вологості конструкції тощо. Пошкодження, спричинені чинниками навколишнього середовища, погіршують не тільки міцність конструкції, а й скорочують її довговічність.

Розвиток деформацій здебільшого виявляється зовні, певний тип деформацій утворює відповідний візерунок. Наприклад, усадочні тріщини виглядають як безладна сітка на поверхні стіни, тому за зовнішніми ознаками зазвичай можна встановити причини виникнення тріщин, а також ступінь розвитку тріщин і інших деформацій в пошкодженій зоні конструкцій.

Більш детально при виявленні тріщин обстежуються ділянки та окремі елементи, схильні до максимальних вібраційних та динамічних впливів, підвищених температур, інтенсивних зволежень та впливів агресивного

середовища. При виявленні тріщин будь-якого виду необхідно визначити їх положення, форму, напрямок, розповсюдження по довжині, ширину розкриття, глибину, час і причину виникнення, а також встановити, чи триває їх розвиток.

При виявленні причин появи тріщин необхідно відрізнити експлуатаційні тріщини від тріщин, що з'явилися під час виготовлення та монтажу елементів конструкцій перекриттів. Крім того, слід розрізнити тріщини, що не впливають на надійність роботи перекриття, та небезпечні тріщини, що знижують несучу здатність конструкцій. Усі виявлені поверхні елементів перекриття тріщини за наявності вібраційних коливань необхідно промацати пальцями.

У разі виявлення в процесі обстеження тріщин у конструкціях перекриття, а також відчутно великих коливань слід зробити інструментальний вимір вібрації окремих ділянок перекриття (див. рис. 2.14).

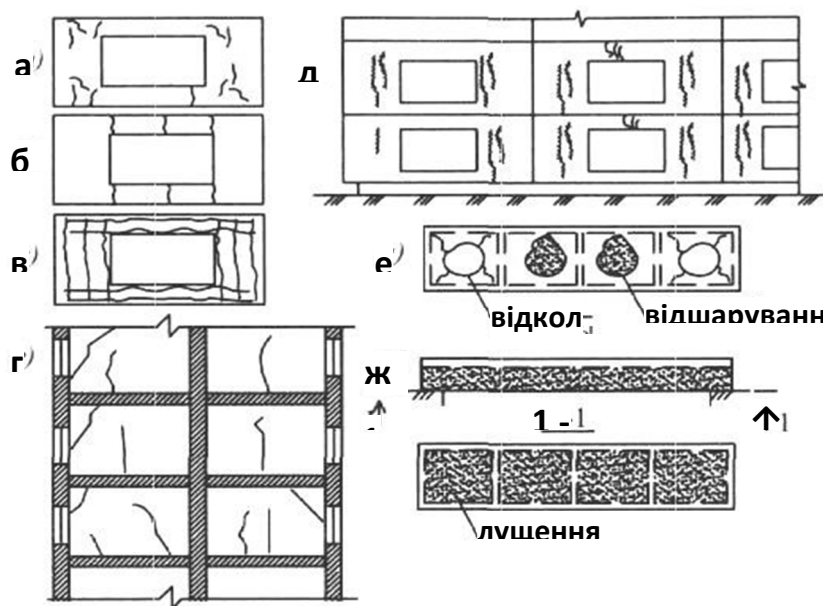


Рисунок 2.14 – Характерні деформації несучих конструкцій і причини їх виникнення: а – усадочні деформації; б – температурно-вологісні деформації; в – деформації внаслідок корозії арматури; г – деформації від перевантаження, дефектів виготовлення, транспортування; д – деформації від перевантаження простінків і перемичок; е – механічні та корозійні пошкодження (тиск солей, льоду); ж – температурно-вологісні деформації

Величина розкриття тріщин під час обстеження вимірюється з допомогою спеціальних оптичних приладів — трубки Бринеля (див. рис 2.15). відлікового мікроскопа МПБ-2 (з 24-кратним збільшенням), градуйованих луп Польді, візорних луп, щупів. Глибина тріщин визначається за допомогою щупів або ультразвукових приладів, наприклад, УКБ-1М, Бетон-12, «Бетон-транзистор» (див. рис 2.16).

При застосуванні ультразвукового методу глибина тріщини встановлюється щодо зміни часу проходження імпульсів як при наскрізному прозвучуванні, так і методом поздовжнього профілювання за умови, що площина тріщиноутворення перпендикулярна лінії прозвучування.

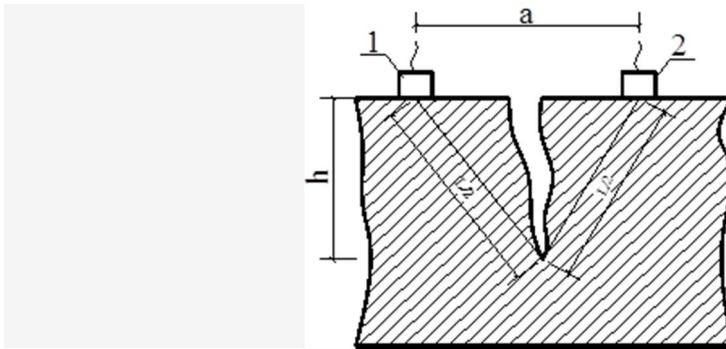


Рисунок 2.15 - Визначення глибини тріщин у конструкції: 1 - випромінювач; 2 – приймач



Рисунок 2.16 - Прилад для вимірювання та реєстрації захисного шару бетону

Якщо у процесі обстеження перекриття виникає припущення, що виявлені тріщини продовжують розвиватися, то слід встановити спостереження з допомогою маяків (гіпсових, пластинчастих чи важільних).

При встановленні причин збільшеного розкриття тріщин та утворення неприпустимих тріщин слід виходити з того, що, як правило, вони можуть бути наслідком:

- збільшення зусиль в елементах перекриття, викликаних різними причинами (статичні та динамічні навантаження, температурні деформації, перерозподіл зусиль у зв'язку з деформаціями основ та ін);
- зниження міцності бетону при систематичних зволоженнях перекриття при порушенні гідроізоляції, замаслюванні та агресивних впливах середовища;
- недотримання вимог технології виготовлення залізобетонних елементів як заводського виготовлення, і при монолітному виконанні та втрати зчеплення арматури з бетоном.

Температурно-вологісні деформації, пов'язані із процесом зволоження-висихання й заморожування-відтавання, виявляються як сітка дрібних тріщин на поверхні конструкції. Відомо, що змінювання вологості на 0,1 % спричиняє додаткове напруження матеріалу: $\sigma_{\omega} = 9 \text{ кг/см}^2$. Тріщини в стикових з'єднаннях можуть виникати внаслідок різних осадових деформацій у матеріалах пов'язаних конструкцій, перевантаження елемента, зменшення його несучої здатності, а також через помилки в проектуванні й розрахунках, неякісне будівництво. У разі появи тріщин на зовнішніх або внутрішніх несучих стінах необхідно забезпечити контроль за ними, щоб оцінити їх вплив на несучу здатність конструкції.

Найнебезпечнішими щодо цього є горизонтальні тріщини в простінках і вертикальні в перемичках. Найпоширенішим способом фіксації тріщин є уста- новлення маяків-пластин зі сталі, скла й цементу на зовнішніх конструкціях, з гіпсу й алебастру- на внутрішніх елементах будівлі, а також щілиномірів (рис.2.17).

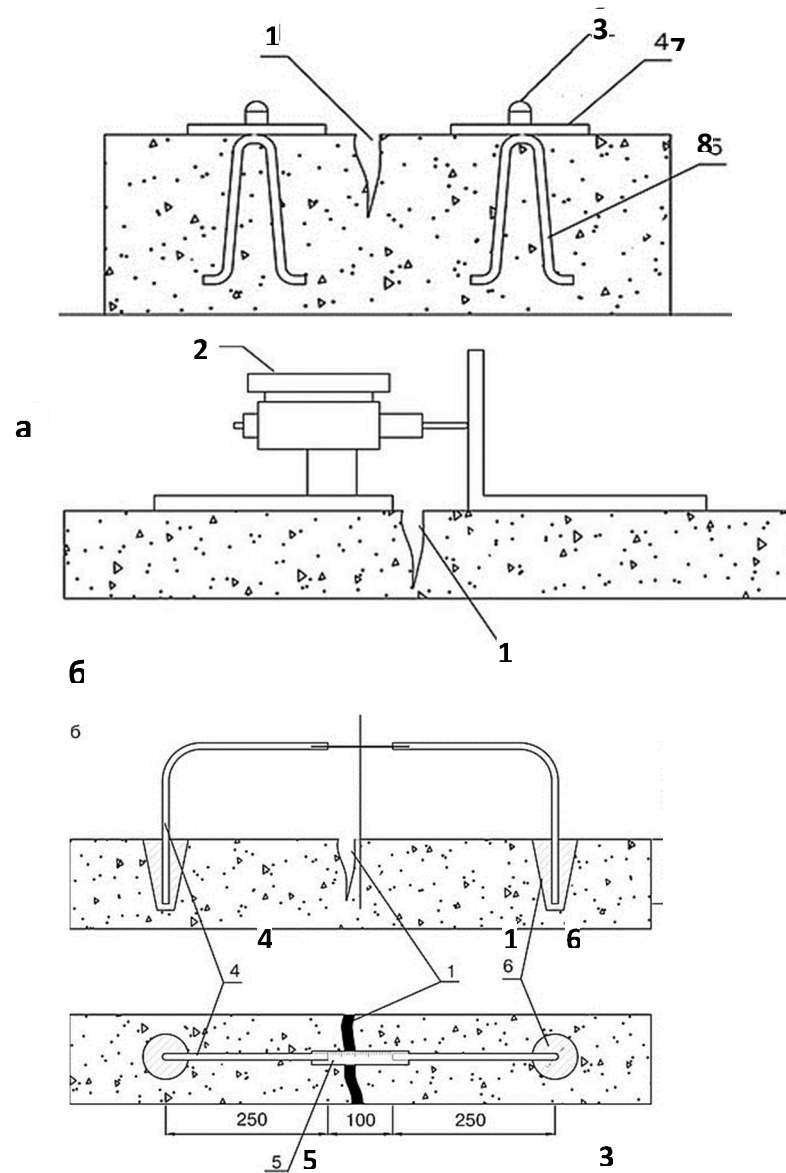


Рисунок 2.17 – Щілиноміри для спостереження за розкриттям тріщин:

а – щілиномір з месою; б – щілиномір конструкції ЛенГІДЕПА; в – для тривалих спостережень; 1 – тріщина; 2 – месо; 3 – марка; 4 – скоба; 5 – вимірювальна шкала; 6 – запіканка; 7 – фланець; 8 – анкерна скоб

Маяки встановлюють на стіну, очищену від облицювання зазвичай по два на кожну тріщину: один в місці найбільшого розкриття, другий – наприкінці тріщини, зазначаючи номер і дату установаження. Зруйновані маяки замінюють на нові, роблячи відповідний запис у журналі. Маяки

забезпечують виявлення якісної картини деформацій, допомагають визначити, стабілізувалася тріщина чи продовжує розкриватися.

Для точної кількісної оцінки збільшення ширини розкриття тріщин, встановлення інтенсивності деформацій або виявлення періодичних деформацій, наприклад у наслідок змінювання температури повітря, встановлюють важільні маяки (див. рис. 2.18) або спеціальні реперы, схема установки яких наведена на рисунку 2.19.

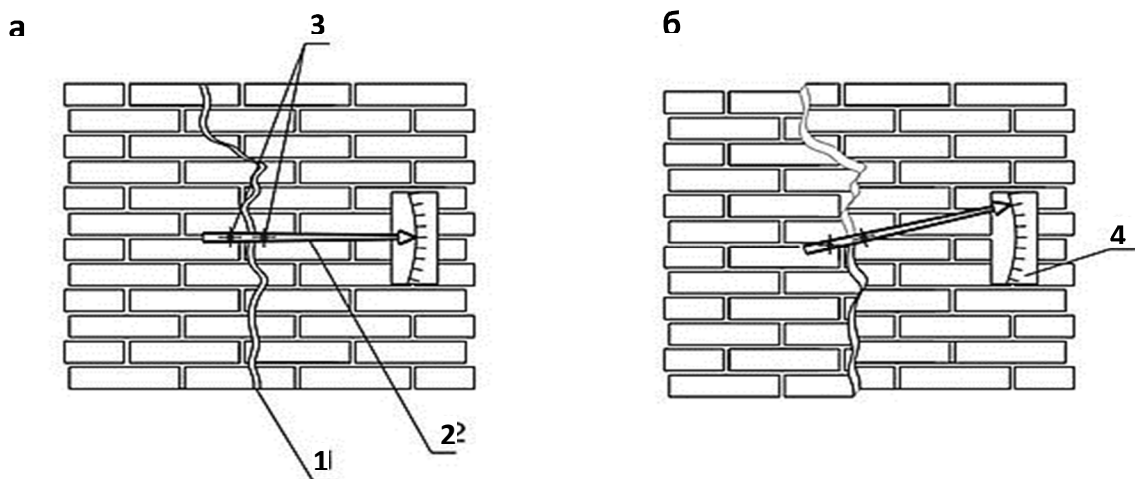


Рисунок 2.18 – Стрілочний важільний прилад для визначення інтенсивності нерівномірного просідання стіни будівлі: а – розташування приладу до просідання стіни; б – розташування приладу після просідання стіни; 1 – тріщина; 2 – вказівна стрілка; 3 – шарнірне кріплення стрілки до стіни; 4 – мірна шкала

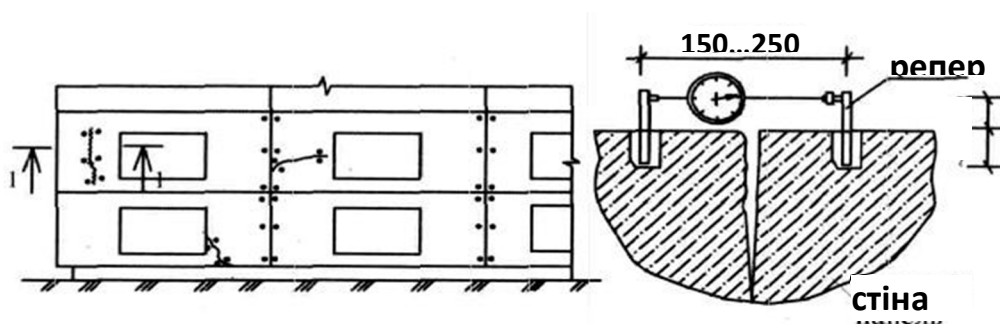


Рисунок 2.19 – Розташування реперів для спостереження за деформаціями

Репери встановлюють по одному з кожного боку тріщини. Для спостереження за стиковими з'єднаннями репери встановлюють на трьох рівнях у межах одного поверху.

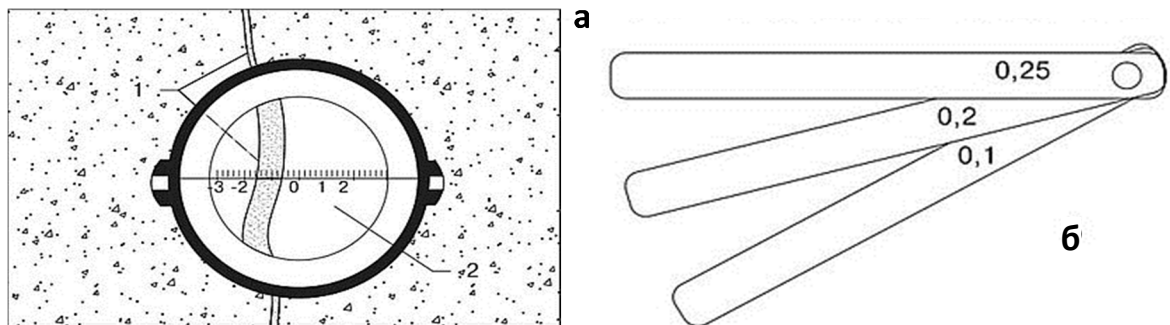


Рисунок 2.20 – Прилади для вимірювання розкриття ширини тріщин:
а – вимірювання ширини розкриття тріщини лупою; б – вимірювальний щуп; 1 – тріщина; 2 – розподіл шкали лупи

Тріщини поділяють на безпечні (волосяні – до 0,1 мм, дрібні – до 0,3 мм) і небезпечні (розвинені – 0,3...0,5 мм, великі – до 1 мм і дуже великі – 1 мм) (див. рис 2.20).

Якщо протягом 30 діб не було зафіксовано змінювання розмірів тріщини, її розвиток можна вважати закінченим. Маяки при цьому можна знімати, а тріщини закладати.

2.7 Контроль основних експлуатаційних параметрів підвалів і фундаментів

Під час появи деформацій або тріщин у несучих конструкціях надземної частини будівлі окрім оцінки їх несучої здатності, визначають рівень просідання будівлі, тобто деформацію підвалин, оскільки стійкість будівлі визначає її несучу здатність. Обстежувати підвалини й фундаменти найскладніше, це дуже відповідальний вид робіт, оскільки фактори, що

впливають на них, надзвичайно різноманітні, а надійність фундаментів значною мірою визначає стан наземних конструкцій. Склад робіт щодо обстеження підвалин і фундаментів залежить від мети обстеження та може включати буріння контрольних шурфів, лабораторні аналізи ґрунтів і ґрунтових вод, натурні випробування матеріалу фундаментів, перевірочні розрахунки підвалин і фундаментів, перевірку наявності й стану гідроізоляції, спостереження за рівнем ґрунтових вод.

Під час обстеження підвалин визначають різновид ґрунтів, ступінь їх здимання, просідання, глибину промерзання, рівень ґрунтових вод, а також такі базові характеристики, як гранулометричний склад, питома вага, щільність, поруватість, вологість, опір зрізу, стискуваність. Щільність і вологість ґрунтів підвалин можна визначити в лабораторіях, а також у натурних польових умовах радіометричними методами за допомогою радіометричного густиноміра й вологоміра (див. рис. 2.21).

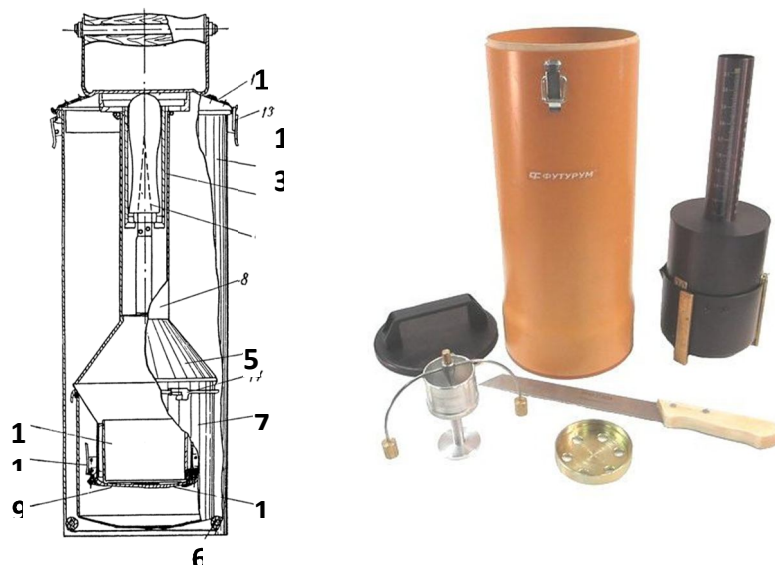


Рисунок 2.21 – Густиномір-вологомір Ковальова: 1 – кришка футляра; 2 – відро-футляр; 3 – сталева насадка; 4 – ніж; 5 – поплавок; 6 – гумове кільце; 7 – судина; 8 – трубка поплавка; 9 – кришка поплавка; 10 – замок поплавка; 11 – різальний циліндр; 12 – тарувальний вантаж; 13 – замок футляра; 14 – гачки

Контрольні шурфи для визначення розмірів, конструкції й матеріалу фундаменту, рівня закладення та наявності ізоляції відривають як із зовнішнього, так і з внутрішнього боку будівлі. Кількість шурфів обумовлюється завданням обстеження. Для кількісної оцінки міцності, стійкості й несучої здатності основи та конструкцій будівлі необхідно проаналізувати динаміку розвитку дефектів, обумовлених нерівномірним просіданням будівлі. Спостереження за просіданнями проводять за допомогою встановлення маяків, а також за допомогою геодезичних та інших інструментальних методів.

Гранично допустимі значення просідання деформацій для багатопверхових панельних будинків становлять $\Delta s \leq 0,0007L$, для цегляних і блокових – $\Delta s \leq 0,001L$. Під час детального обстеження фундаментів у відривних шурфах визначають тип фундаменту, його форму, розміри, глибину закладення; виявляються виконані раніше підведення, посилення; за допомогою механічних і фізичних неруйнівних методів, описаних вище, досліджується матеріал фундаменту. Ширина подошви фундаменту й глибина його закладення визначається шляхом натурних обмірювань. Для цього бічну поверхню фундаменту очищують від ґрунту, а виміри виконують будь-яким лінійним вимірювальним приладом. Візуальне оцінювання стану фундаменту передбачає характеристику каменю і розчину (стан бетону), наявність порожніх швів, місцевих руйнувань. Для уточнення результатів натурних випробувань у випадках, коли міцність матеріалу є вирішальною характеристикою під час визначення можливості збільшення навантаження (надбудова будівлі, змінювання його функційного призначення, заміна легких конструкцій важкими, збільшення ваги обладнання тощо), виконують лабораторні випробування відібраних у конструкціях зразків.

2.8 Оцінка параметрів мікроклімату приміщень житлового будинку

Мікроклімат – це сукупність фізичних параметрів повітряного середовища в приміщенні, за яких забезпечується тривале комфортне перебування людей у ньому. Комфорт приміщення визначається такими експлуатаційними параметрами:

- температура повітря в приміщенні і на поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій;
- вологість повітря в огорожувальних конструкціях;
- швидкість руху повітря;
- хімічний склад повітря;
- освітленість;
- звукоізоляція.

Нормативні значення цих параметрів залежно від функціонального призначення будівлі й приміщень регламентуються будівельними нормами та правилами.

2.8.1 Вимірювання температури повітря.

Комфортна температура в житлових приміщеннях становить 18 °С (для кутових кімнат – 20 °С), кухонь і сходових кліток – 16 °С, ванних кімнат – 25 °С, ванних, обладнаних індивідуальними нагрівачами – 18 °С. Допускається добове коливання температури повітря в житлових приміщеннях в межах 1,5 °С, граничні значення перепадів між розрахунковою температурою всередині приміщення й температурою внутрішньої поверхні обгороджувальної конструкції становлять: 4 °С – для зовнішніх стін, 2 °С – для перекриттів над проїздами, підвалами та підпідлоговими просторами, 3 °С – для покриттів і горищних перекриттів. Температуру повітря в приміщеннях зазвичай

вимірюють звичайними ртутними термометрами, які встановлюють в центрі приміщення на відстані 20 см від кута зовнішніх огорожувальних конструкцій на висоті 1,5 м від підлоги. За необхідності провести точніші вимірювання термометри встановлюють на спеціальних штативах у внутрішніх і зовнішніх кутах приміщення на відстані 30 см від стіни й у центрі приміщення. У кожному місці вимірювання проводять в трьох точках: на висоті 10 см від підлоги, 1,5 м від підлоги і 15 см від стелі приміщення. Щоб оцінити змінювання температури повітря всередині приміщення протягом тривалого періоду (наприклад протягом доби) застосовують термограф, що сприймає й фіксує добові коливання температури.

2.8.2 Вимірювання температури поверхні огорожувальних конструкцій.

Під час експлуатації будівлі необхідно контролювати теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, особливо в місцях зволоження й промерзання, щоб встановити необхідність їхнього утеплення. Головними розрахунковими теплотехнічними величинами, які характеризують теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, є тепловтрати через огороження й температура поверхні конструкції. Сучасні лічильники теплоти, термометри обладнують спеціальними зондами для безпосереднього контакту з будівельною конструкцією і вимірюється температура як на поверхні, так і всередині неї. Під час вимірювання температури на поверхні і в товщі огорожень датчики температури встановлюють на висоті 1,5 м від рівня підлоги. За наявності отвору датчики встановлюють по висоті на відстані 25 см від підлоги й стелі. Тривалість спостережень повинна становити в зимовий період 3...4 тижні з інтервалом між вимірами три

години, а в літній період 15...20 днів з інтервалом між вимірами в одну годину.

2.8.3 Вимірювання вологості повітря.

Умови експлуатації огороджувальних конструкцій залежать від вологісного режиму приміщень і зон вологості району будівництва (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Вологісний режим приміщень в зимовий період

Режим експлуатації	Вологість внутрішнього повітря, відсоток за температури		
	До 12°C	12 °C...24 °C	більше 24 °C
Сухий	< 60	< 50	< 40
Нормальний	60...75	50...60	40...50
Вологий	> 75	60...75	50...60
Мокрий	-	> 75	> 60

Відносну вологість повітря в приміщенні можна визначити за допомогою психрометра Ассмана (див. рис. 2.22), який складається з двох термометрів – сухого й вологого – обгорнутого вологою матерією.

Інтенсивність випаровування води з поверхні змоченого термометра обумовлюється вологістю навколишнього повітря: що нижча відносна вологість повітря, то швидше вода випаровується і нижчі покази термометра. Різниця в показах термометрів характеризує відносну вологість середовища, яку визначають за таблицями й психометричними графіками, що додаються до приладу. Для безперервних спостережень за змінюванням вологості повітря протягом доби використовують метеорологічні гігрографи (див. рис. 2.23), що складаються з датчика вологості й реєструвальної частини.

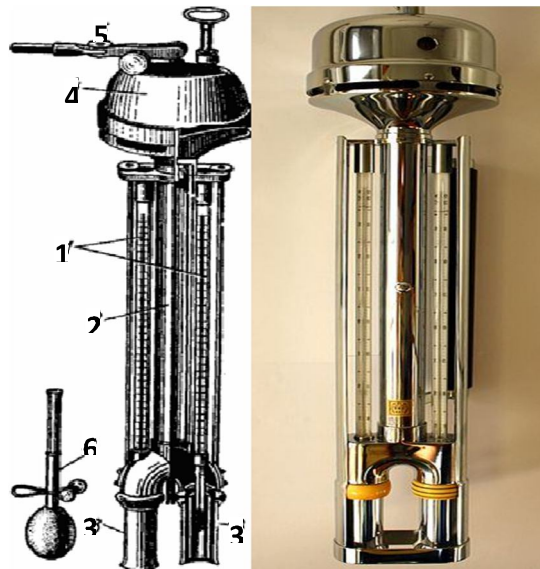


Рисунок 2.22 – Аспіраційний психрометр Ассмана: 1 – термометри; 2 – металева трубка; 3 – трубки для резервуарів термометрів; 4 – вентилятор; 5 – пристосування для підвішування; 6 – піпетка для змочування вологого термометра

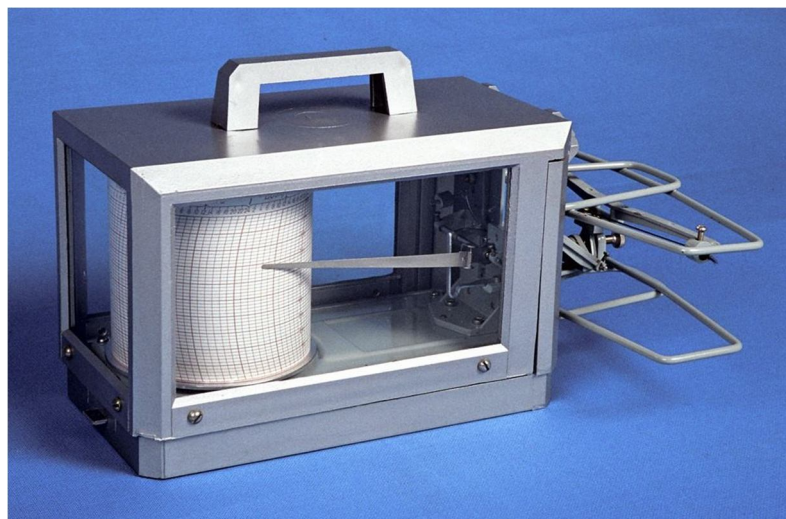


Рисунок 2.23 – Метеорологічний гігрограф

Гігрограф, як і термограф, встановлюється в кімнаті на висоті 1,5 м від рівня підлоги, на віддалі від опалювальних приладів і повітряних потоків (вікон, дверей тощо), які можуть спотворити справжній стан температурно-вологісного режиму.

2.8.4 Вимірювання вологості огорожувальних конструкцій

Площина можливої конденсації вологи в одношаровій огорожувальній конструкції розташовується на відстані $2/3$ товщини конструкції від її внутрішньої поверхні, а в багатошаровій конструкції співпадає із зовнішньою поверхнею утеплювача. Вологість матеріалу огорожувальних конструкцій визначають за аналізом проб, відібраних на висоті 1-1,5 м від рівня підлоги за допомогою шлямбура. Проби беруть в трьох місцях по полю досліджуваної конструкції (кам'яного мурування, панелі), в шаруватих конструкціях з кожного шару, в суцільних кам'яних конструкціях через 10 см по товщині. Вимірювання вологості в умовах експлуатації виконують за допомогою вологомірів. На поверхні конструкції обирають рівні ділянки розміром 30×30 см, з розрахунку одна ділянка на $1,5 \text{ м}^2$ поверхні і проводять вимірювання вологості на поверхні конструкції.

Вологість матеріалу конструкцій можна вимірювати також за допомогою термощупа. Дія приладу базується на залежності величини теплопровідності матеріалу від вмісту в ньому вологи. На поверхні будівельної конструкції креслять сітку й термощупом визначають температуру в окремих точках. Точки однакової температури з'єднують. У зоні найнижчих температур конструкція зволожена.

2.8.5 Вимірювання звукоізоляції огорожувальних конструкцій

Підвищений рівень шуму залишається однією з найгостріших проблем для міських територій, понад 60 % яких зазнають постійного наднормативного шумового впливу. Головними джерелами шуму на території міста й у інших населених пунктах є автотранспортні потоки на

вулицях і дорогах, залізничний транспорт і наземні лінії метро, засоби повітряного транспорту, будівельна техніка, промислові підприємства й майданчики, трансформатори, інженерне обладнання будівель, а також шуми побутового походження, тобто джерела шуму всередині житлових будинків. Нормованими параметрами звукоізоляції огорожувальних конструкцій житлових і громадських будівель, а також допоміжних будівель і приміщень промислових підприємств є індекс ізоляції повітряного шуму огорожувальної конструкції I_v в дБ і індекс наведеного рівня ударного шуму під перекриттям I_y в дБ. Наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Нормативні значення індексів ізоляції повітряного шуму огорожувальної конструкції і індексів приведенного рівня ударного шуму під перекриттям для житлових будівель

Найменування і розташування захисної конструкції	I_v , дБ	I_y , дБ
Перекриття		
Перекриття між приміщеннями квартир	50	67
Перекриття між приміщеннями квартир і невикористовуваними горищними приміщеннями	47	–
Перекриття між приміщеннями квартир і підвалами, холами та невикористовуваними горищними приміщеннями	50	67
Перекриття між приміщеннями квартир і розташованими внизу магазинами	55	67
Перекриття між приміщеннями квартири і розташованими внизу ресторанами, спортивними залами, кафе й іншими подібними приміщеннями	60	67
Перекриття між кімнатами в двоповерховій квартирі	41	75
Перекриття, що відокремлюють приміщення культурно-побутового обслуговування гуртожитків один від одного	45	75

і від приміщень загального користування холи, вестибюлі		
Продовження таблиці 2.3		
Стіни й перегородки		
Стіни й перегородки між квартирами, між приміщеннями квартир і сходовими клітками, холами, коридорами, вестибюлями	50	–
Стіни між приміщеннями квартир і магазинами	55	–
Стіни між приміщеннями квартир і ресторанами, спортивними залами, кафе й іншими подібними приміщеннями	60	–
Перегородки без дверей між кімнатами, між кухнею і кімнатою в квартирі	41	–
Перегородки між кімнатами й санітарним вузлом однієї квартири	45	–
Вхідні двері квартир, що виходять на сходові клітки, у холи, вестибюлі й коридори	30	–
Сходові клітки й марші	–	67
Стіни й перегородки, що відокремлюють приміщення культурно-побутового обслуговування гуртожитків один від одного й від приміщень загального користування (холи, вестибюлі і сходові клітки)	45	–

Виміряні значення рівня шуму повинні дорівнювати або бути меншими за нормативні значення. Для визначення звукоізолювальної здатності конструкції застосовують шумоміри. У приміщенні встановлюють генератор білого шуму, який, маючи набір смугових фільтрів, через підсилювач подає на гучномовець генерований шум, рівень якого фіксується індикатором у приміщенні з іншого боку досліджуваної конструкції. Завдяки ізолюючим властивостям конструкції рівень звуку, що генерується в першому приміщенні та надходить у друге приміщення становить набагато менше значення і сприймається мікрофоном шумоміра.

Звук за допомогою смугових фільтрів аналізатора фіксується індикатором.

. Вимірювання необхідно проводити в кожній частотній смузі не менше ніж в шести точках. Мікрофон розташовується не ближче ніж за один метр від гучномовця і 0,7 м від огорожі. Під час вимірювання звукоізолювальної здатності від ударного шуму замість генератора шуму застосовують ударну машину.

2.8.6 Вимірювання освітленості

Параметри оцінки освітленості:

- сила світла в канделах (кд);
- світловий потік в люменах (лм);
- яскравість поверхні в кд/м²;
- освітленість в люксах (лк).

Освітленість забезпечується шляхом влаштування природного й штучного освітлення (вікна й світильники).

Для дотримання норм освітленості в житлових приміщеннях розмір світлових прорізів стосовно відношення до площі освітлюваної підлоги повинен становити 1:8, у службових – 1:10. Розмір світлового прорізу повинен дорівнювати площі отвору за винятком 15 % площі, що припадає на віконні пристрої. Щоб оцінити рівень освітленості, розраховують коефіцієнт змінюваної освітленості природним шляхом – відношення освітленості всередині приміщення до одномоментної освітленості зовні. Для житлових і громадських будівель він коливається в межах 1,5...2, у разі додаткового штучного освітлення – 2...7. Освітленість вимірюють люксометрами.

Як аналізатор люкметра використовують селеновий фотоелемент, а гальванометр фіксує змінювання величини сили струму. Під час потрапляння світлових променів на приймальну частину фотоелемента в

схемі приладу виникає потік електронів, який створює електричний струм із силою, пропорційною інтенсивності освітлення .

Якщо освітленість перевищує 500 лк, то на фотоелемент надягають поглинач, який розширює базові межі вимірювання в сто разів, що дає змогу виміряти освітленість до 50 000 лк. Освітленість оцінюється в площині, перпендикулярній до площини скління світлових прорізів на рівні умовної робочої поверхні, тобто на висоті 0,8 м від рівня підлоги. Вимірювання проводять не менше ніж в п'яти точках на рівній відстані один від одного, розташовуючи першу й останню точки на відстані одного метру від поверхні стін (перегородок) або осей колон. Оптимальний час для вимірювань – з 11 до 14 год.

3 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ

3.1 Опис застосованої плити перекриття для 10-ти поверхового будинку

Багатопустотні плити є універсальним будівельним матеріалом, який застосовується для влаштування горизонтальних несучих конструкцій у цивільному, комерційному та промисловому будівництві (див. рис. 3.1).

Наявність технологічних порожнин у їх конструкції забезпечує безліч переваг у порівнянні з монолітними конструкціями (див. рис. 3.2):

- невелика вага – мінімізує навантаження на фундамент будівлі;
- покращена тепло- і шумоізоляція - повітря, що міститься в порожнинах, виступає як додаткова ізоляція між поверхами;
- висока несуча здатність та характеристики міцності;
- швидкий монтаж – виконується із залученням автокрана для підйому та укладання конструкцій на несучі стіни.

Прийнято плита перекриття залізобетонного збірного типу розмірами: довжина 6,0м , ширина 1,2м, бетон класу В20 (С16/20), арматура діаметром А600.

При проведенні обстеження будівельно-монтажних робіт по влаштуванню плит перекриття, було виявлено деякі дефекти:

- тріщини;
- незначні геометричні відхилення, що не спричиняють в подальшому дефектів перекриття.

При влаштуванні плит необхідно стежити, щоб захоплення опорної стіни був не менший 12 см, але не більше 160 мм. Для рівномірного розподілу навантажень від плит на стінові конструкції на робочу поверхню

необхідно нанести шар цементно-піщаної суміші завтовшки 20-30 мм. Укладання виробів безпосередньо на несучі стіни (без застосування цементного розчину) заборонено. Залізобетонні плити здатні витримати корисне навантаження 200 кг / кв.м.

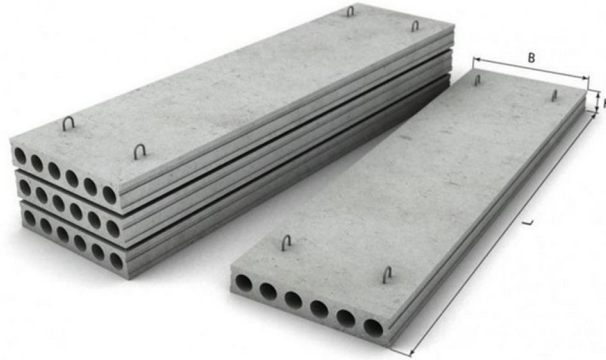


Рисунок 3.1 - Вид залізобетонної багатопустотної плити перекриття

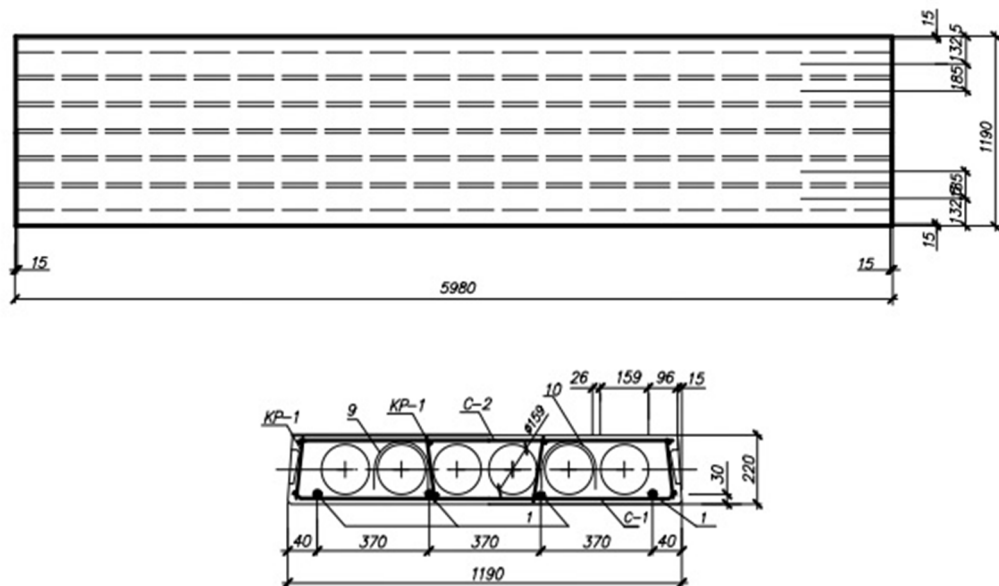


Рисунок 3.2 - План та переріз вибраної залізобетонної плити перекриття з технічними розмірами

Контроль якості в будівництві зазвичай включає забезпечення дотримання стандартів матеріалів і якості виготовлення, щоб забезпечити виконання об'єкта відповідно до проекту. Дефекти або збої в побудованих об'єктах можуть призвести до великих витрат. Навіть при незначних

дефектах може в подальшому знадобитися реконструкція. У найгіршому випадку збої можуть призвести до травм або загибелі людей.

Найпоширенішими дефектами для плит перекриття є:

- замочування ;
- руйнування захисного шару/закладення швів/полиці;
- тріщини ;
- пошкодження та відколювання бетону;
- оголення арматури.

Найпоширенішими видами деформацій є тріщини і замочування.

Найбільш небезпечними для конструкцій пошкодженнями матеріалу є тріщини та корозійні ослаблення. У результаті детального огляду виявляються лише видимі тріщини. В елементах конструкції та їх сполуках існують також приховані дефекти.

Після обробки даних, отриманих в результаті експертизи або обстеження, визначаються характеристики конструкцій (міцність, ступінь зношування тощо). Здійснюється збір навантажень і виконується розрахунок перекриттів на здатність, що несе.

3.2 Приймальний контроль монтажних робіт

При прийманні монтажних робіт плит перекриття перевіряють відповідність конструкцій проекту, якість робіт і готовність будівлі до проведення подальших робіт. У процесі приймання контролюють правильність установки елементів конструкцій, щільність примикання елементів до опорних поверхонь і один до одного, якість зварювання і закладення стиків, швів.

Приймання здійснюють на різних стадіях зведення будівлі: проміжні приймання, при яких складають акти на приховані роботи по зварюванню і

закладенні стиків та остаточне приймання змонтованих конструкцій плит перекриття.

Таблиця 3.1 - Склад операцій і засоби контролю

Етапи робіт	Контрольовані операції	Контроль (метод, обсяг)	Документація
Підготовчі роботи	Наявність документа про якість Якість поверхні, точність геометричних параметрів Очищення опорних поверхонь елементів від сміття, бруду, снігу або криги.	Візуальний, вимірювальний, кожен елемент	Паспорти (сертифікати), загальний журнал робіт
Монтаж елементів	Установка елементів у проектне положення: відхилення від вертикалі, положення щодо розбивочних осей, позначки верху конструкції, спираючі конструкції і якість кріплення і закладення швів і стиків	Вимірювальний, кожен елемент	Загальний журнал робіт
Приймання виконаних робіт	Відповідність фактичного положення змонтованих елементів проектному	Візуальний, вимірювальний	Виконавча геодезична схема, акт приймання виконаних робіт
Контрольно-вимірювальний інструмент: схи́л, рулетка металева, лінійка металева, рівень, правило, нівелір, теодоліт.			
Операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб), геодезист - в процесі виконання робіт. Приймальний контроль здійснюють працівники служби якості, майстер (виконроб), представники технагляду замовника.			

3.3 Геодезичний контроль

Для забезпечення надійності та якості зведених будинків і споруд велике значення має постійний геодезичний контроль точності установки збірних елементів у проектне положення. При цьому поетапно за видами елементів, захватках, поверхам виробляють виконавчу зйомку - геодезичну перевірку фактичного положення змонтованих конструкцій в плані і по висоті. За даними зйомки становлять виконавче креслення, за яким оцінюють точність монтажу. Після розгляду виконавчої документації вирішується питання про продовження будівельно-монтажних робіт.

Правильність установки конструкцій перевіряють за допомогою геодезичних приладів і шаблонів по раніше нанесеним осьовим позначкам.

Монтаж конструкцій кожного вище поверху багатоповислової будівлі слід проводити після проектного закріплення всіх монтажних елементів і досягнення бетоном замоноличених стиків міцності.

Щоб спростити перевірку правильності встановлення конструкцій ще при розмітці осей і орієнтирних рисок заздалегідь обчислюють і записують відстань, на якій повинен знаходитися конструктивний елемент від риски. У процесі установки і після закріплення встановленого елемента вимірюють відстань і обчислюють відхилення від проектного значення. Ці відхилення і записують на схемі виконавчої зйомки, а за його величиною судять про точність і якість монтажу.

Різниця відміток поверхонь двох суміжних плит перекриттів в шві при довжині плит, м:

- до 4 - 8 мм;
- більше 4 до 8 - 10 мм;
- більше 8 до 16 - 12 мм.

Товщина шару розчину під плитами перекриттів повинна бути не більше 20 мм.

Горизонтальність перекриттів перевіряють нівелюванням його по кутах і в місцях перетину основних осей будівлі. Різниця між середнім рівнем, найвищими і нижчими точками, і є відхилення від горизонтальності перекриття.

До монтажу перекриття нівелюють поверхню кладки, на яку повинні спиратися плити перекриття.

Випробування плит навантаженням для контролю їх міцності, жорсткості та тріщиностійкості слід проводити відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-7-95 (ГОСТ 8829-94) «Конструкції будівель та споруд. Вироби будівельні бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантаженням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості» і робочих креслень цих плит.

При визначенні міцності бетону методами неруйнівного контролю фактична передавальна і відпускна міцність бетону на стиск визначається ультразвуковим методом згідно з ДСТУ Б В.2.7-226:2009 «Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності» або приладами механічної дії згідно ДСТУ Б В.2.7-220:2009 «Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю». Допускається застосування інших методів неруйнівного контролю, передбачених стандартами на методи випробувань бетону.

Контроль зварних арматурних і закладних виробів ДСТУ Б В.2.6-168:2011 і ДСТУ Б В.2.6-182:2011.

Розміри і положення арматурних і закладних виробів, а також товщину захисного шару бетону до арматури слід визначити згідно ДСТУ Б В.2.6-4-95 (ГОСТ 22904-93) «Конструкції залізобетонні. Магнітний метод визначення товщини захисного шару бетону і розташування арматури».

3.4 Визначення діаметру і кроку розкладання арматури в залізобетонних конструкціях перекриття

У випадках, коли необхідно визначити діаметр і крок розкладки арматури в бетонних та залізобетонних конструкціях перекриттів, найчастіше доводиться розкривати конструкцію, порушуючи монолітність бетону. Внаслідок цього виникають серйозні механічні пошкодження, для усунення яких потрібне проведення серйозних ремонтних робіт. Однак, існує спосіб «побачити» арматуру всередині бетонної конструкції, не розкриваючи її. При цьому можна визначити діаметр і крок розкладки арматури, встановити товщину захисного шару бетону. Для цього використовується обладнання, що працює за принципом реєстрації вимірювань електромагнітної імпульсної індукції (див. рис. 3.3).

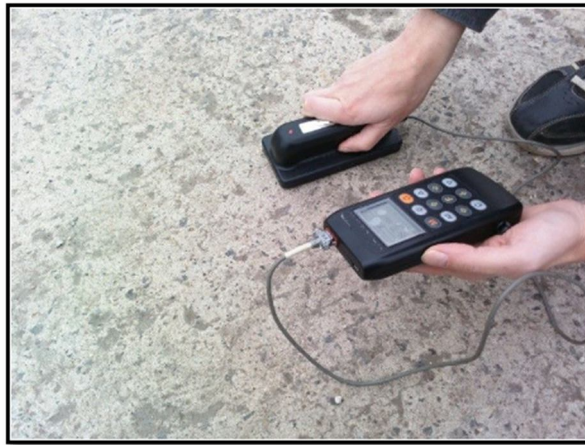


Рисунок 3.3 - Визначення розташування арматури у конструкціях перекриттів електромагнітним сканером.

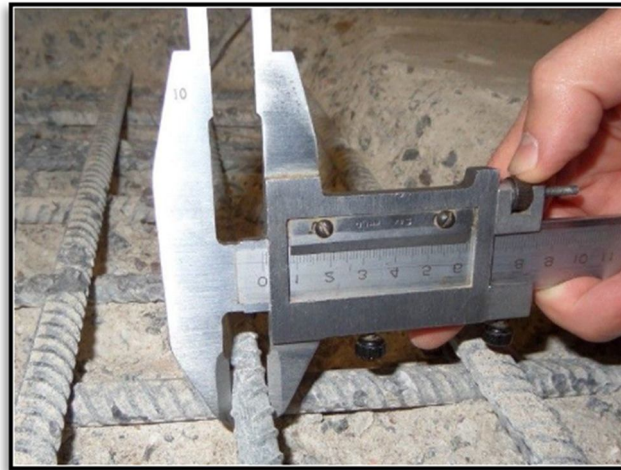


Рисунок 3.4 - Розтин залізобетонної плити перекриття з метою встановлення діаметра арматури та товщини захисного шару бетону.

Слід зазначити, що дослідження залізобетонних конструкцій методом електромагнітної імпульсної індукції можливе при помірному армуванні конструкцій. При густому армуванні - велика кількість металу глушить сигнал і унеможлиблює проведення досліджень (див. рис. 3.4).

3.5 Визначення міцності бетону

Визначення міцнісних та деформативних властивостей матеріалів, з яких виготовлені та зведені конструкції будівель, здійснюється методами прямих випробувань зразків. Незважаючи на досить високу трудомісткість цих робіт, цей метод дозволяє отримати більш достовірні результати. Для вилучення зразків широко використовуються універсальні керноутворювачі з алмазними коронками. Вони дозволяють отримувати зразки матеріалу у вигляді циліндрів при різному розташуванні конструкцій. Внаслідок механічних випробувань визначаються: міцність, щільність, водонепроникність та інші фізико-механічні характеристики. Вилучення дослідних зразків з конструкцій житлового будинку часто важко. Тому при

обстеженні житла широко використовуються методи випробувань, що не руйнують.

Для визначення відповідності проектному положенню будівельних конструкцій, включаючи деформації всіх видів, застосовуються геодезичні прилади та пристрої (теодоліти, нівеліри). Для вимірювання кренів та коливань будівель використовують оптичні лазерні прилади вертикального проектування. В даний час для цих цілей широко застосовуються теодоліти Т2, 2Т5К, нівеліри Н1, Н05, КОН-007, оптичні центрувальні прилади ОЦП-2, «Зеніт-ОЦГТ», «Зеніт-ЛОТ» та ін.

Визначення міцності бетону проводиться руйнівним та не руйнуючим методами. Для визначення міцності бетонних і залізобетонних перекриттів руйнівним методом, необхідно заздалегідь виготовити зразки кубів з кожної партії бетону (див. рис. 3.5), або відбір зразків циліндрів (див. рис. 3.6) вибурених з тіла бетонної конструкції. Далі, в лабораторних умовах, руйнують ці зразки під пресом. Внаслідок руйнування зразків встановлюється фактична міцність бетону.



Рисунок 3.5 - Визначення міцності бетону конструкцій перекриття методом, що руйнує. Зразок-куб роздавлений пресом з метою визначення міцності бетону на стиск.

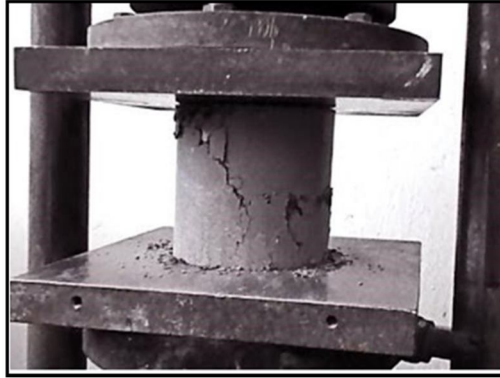


Рисунок 3.6 - Визначення міцності бетону конструкцій перекриття методом, що руйнує. Зразок-циліндр (кern) роздавлений пресом з метою визначення міцності бетону на стиск.

Для визначення міцності неруйнівними методами застосовуються ультразвукові та ударно-імпульсні прилади. Також неруйнівним вважається спосіб визначення міцності бетону методом відриву зі сколюванням.

Міцність бетону ділянки конструкції, що контролюється визначають за градувальною залежністю, встановленою у відповідності з вимогами ДСТУ Б В.2.7-220:2009, за умови, що отримані значення не прямої характеристики знаходяться в межах між найменшим і найбільшим значеннями непрямої характеристики в зразках, що випробовувались при побудові градувальної залежності.

3.6 Неруйнівні методи визначення міцності

Випробування проводять на ділянці конструкції площею від 100 см² до 600 см².

Число випробувань на одній ділянці, відстань між місцями випробувань на ділянці і від краю конструкції, товщина конструкції на

ділянці випробувань повинні бути не менше значень, наведених у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Число випробувань на одній ділянці

Найменування методу	Число випробувань на ділянці	Відстань між місцями випробувань, мм	Відстань від краю конструкції до місця випробувань, мм	Товщина конструкції
Пружний відскок	5	30	50	100
Ударний імпульс	10	15	50	50
Пластична деформація	5	30	50	70
Відрив	1	2 діаметри диска	50	50
Сколювання ребра	2	200	-	170
Відрив зі сколюванням	1	5 глибин вириву	150	Подвоєна глибина встановлення анкера

3.6.1 Метод пружного відскоку

При випробуванні методом пружного відскоку відстань від місць проведення випробування до арматури повинна бути не менше ніж 50 мм. Випробування проводять у такій послідовності:

визначають розташування арматури на ділянці випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.6-4:95(ГОСТ 22904);

- прилад розташовують так, щоб зусилля прикладалося перпендикулярно до випробовуваної поверхні у відповідності з експлуатаційними документами приладу;

- положення приладу при випробуванні конструкції відносно горизонталі рекомендується приймати таким же, як при випробуванні зразків для встановлення градуєвальної залежності; при іншому положенні необхідно вносити поправку на показники у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- фіксують значення непрямой характеристики у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- обчислюють середнє значення непрямой характеристики на ділянці конструкції.

3.6.2 Метод ударного імпульсу

При випробуванні методом ударного імпульсу відстань від місць проведення випробування до арматури повинна бути не менше ніж 50 мм. Випробування проводять в такій послідовності:

- визначають розташування арматури на ділянці випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.6-4-95(ГОСТ 22904);
- прилад розташовують так, щоб зусилля прикладалося перпендикулярно до випробовуваної поверхні у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- положення приладу при випробуванні конструкції відносно горизонталі рекомендується приймати таким же, як при випробуванні зразків для встановлення градуєвальної залежності; при іншому положенні необхідно вносити поправку на показання у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- фіксують значення непрямой характеристики у відповідності з експлуатаційними документами приладу;

- визначають середнє значення непрямої характеристики на ділянці конструкції.

3.6.3 Метод пластичних деформацій

При випробуванні методом пластичної деформації відстань від місць проведення випробування до арматури повинна бути не менше 50 мм.

Випробування проводять у такій послідовності: - визначають розташування арматури на ділянці випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.6-4-95 (ГОСТ 22904); - прилад розташовують так, щоб зусилля прикладалось перпендикулярно до випробовуваної поверхні у відповідності з експлуатаційними документами приладу; - при сферичному інденторі випробування допускається проводити, для полегшення вимірювань діаметрів відбитків, через листи копіювального та білого паперу (в цьому випадку зразки для встановлення градуювальної залежності випробовують із застосуванням такого ж паперу); - діаметр відбитка повинен становити від 20 % до 70 % від діаметра індентора; - фіксують значення непрямої характеристики у відповідності з експлуатаційними документами приладу; - визначають середнє значення непрямої характеристики на ділянці конструкції.

3.6.4 Метод відриву

При випробуванні і методом відриву ділянки повинні розташовуватись у зоні найменших напружень, що викликаються експлуатаційним навантаженням або зусиллям обтискування попередньо напруженої арматури.

Випробування проводять у такій послідовності:
визначають розташування арматури на ділянці випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.6-4-95 (ГОСТ 22904);

в місці приклеювання диска знімають поверхневий шар бетону глибиною не менше ніж 1 мм і поверхню очищують від пилу;
диск приклеюють до бетону так, щоб шар клею на поверхні бетону не виходив за межі диска; - прилад з'єднують з диском після затвердіння клею;

навантаження плавно збільшують зі швидкістю $(1 \pm 0,3)$ кН/с;

фіксують показання силовимірювача приладу;

вимірюють площу проекції поверхні відриву на площині диска з похибкою $\pm 0,5$ см² ;

визначають значення умовного напруження в бетоні при відриві.

3.6.5 Метод сколювання ребра

При випробуванні методом сколювання ребра на ділянці випробування не повинно бути тріщин, відколювань бетону, напливів або раковин висотою (глибиною) більше ніж 5 мм. Ділянки повинні розташовуватись в зоні найменших напружень, що викликаються експлуатаційним навантаженням або зусиллям обтискування попередньо напруженої арматури.

Випробування проводять у такій послідовності:

- визначають розташування арматури на ділянці випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.6-4 (ГОСТ 22904);

- прилад закріплюють на конструкції, прикладають навантаження зі швидкістю не більше $(1 \pm 0,3)$ кН/с;

- фіксують показання силовимірювача приладу;

- вимірюють фактичну глибину сколювання;

- визначають середнє значення зусилля сколювання.

Результати випробувань не враховують, якщо при сколюванні бетону була оголена арматура і фактична глибина сколювання відрізнялась від заданої (ДСТУ Б В.2.7-202:2009, додток В) більше ніж на 2 мм.

Для проведення випробувань застосовують прилад, що складається з пристрою УРС, який наведений на рисунку 3.7 і силозбуджувача з силовимірювачем ГПНС.

Пристрій УРС повинен забезпечувати наступні параметри:

- глибину сколювання a , що дорівнює (20 ± 2) мм;
- ширину сколювання b , що дорівнює $(30 \pm 0,5)$ мм;
- кут між напрямком дії навантаження і нормаллю до навантажуваної поверхні конструкції β , що дорівнює $(18 \pm 1)^\circ$.

У якості силозбуджувача і силовимірювача рекомендується використовувати прилад ГПНС-4

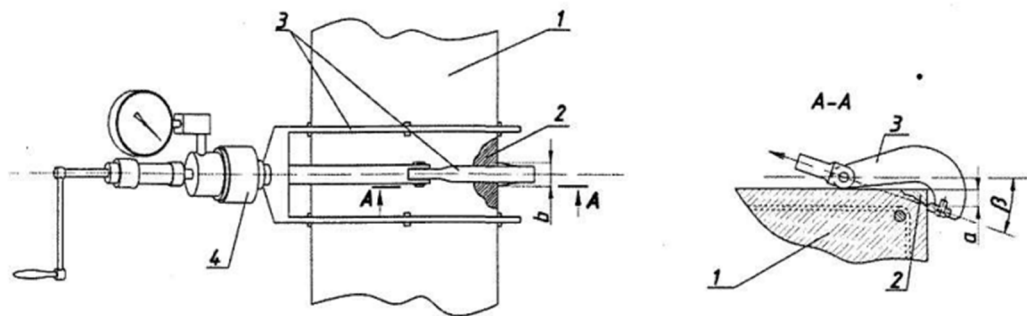


Рисунок 3.7 - Прилад для випробування методом сколювання ребра

3.6.7 Метод відриву зі сколюванням

При випробуванні методом відриву зі сколюванням ділянки повинні розташовуватись у зоні найменших напружень, які виникають при експлуатаційних навантаженнях або зусиллям об тискуванні попередньо напруженої арматури (див. рис. 3.8, 3.9). Випробування проводять у такій послідовності:

- визначають розташування арматури на ділянці випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.6-4-95 (ГОСТ 22904);
- якщо анкерний пристрій не був встановлений до бетонування, то в бетоні свердлять або пробивають шпур, розмір якого залежить від типу анкерного пристрою;
- в шпурі закріплюють анкерний пристрій на глибину, передбачену експлуатаційними документами приладу, в залежності від типу анкерного пристрою;
- прилад з'єднують з анкерним пристроєм;
- навантаження збільшують зі швидкістю від 1,5 кН/с до 3,0 кН/с;
- фіксують показання силовимірювача приладу та глибину вириву з точністю не менше ніж 1 мм.

Якщо найбільший і найменший розміри вирваної частини бетону від анкерного пристрою до меж руйнування по поверхні конструкції відрізняються більш ніж в два рази, а також якщо глибина вириву відрізняється від номінальної глибини закладення анкерних пристроїв більше ніж на 5 %, то результати випробувань допускається враховувати тільки для орієнтовної оцінки міцності бетону.

Результати випробувань міцності бетону заносять у журнал, в якому повинно бути вказано:

- найменування об'єкта та його адреса;
- найменування конструкції та її розташування;
- проектні дані бетону конструкції;
- найменування неруйнівного методу, тип приладу, його заводський номер і дані метрологічної повірки;
- одиничні та середнє значення непрямої характеристики міцності і відповідне значення міцності бетону;
- вид градуовальної залежності, діапазон застосування та похибка її встановлення;
- відомості про використання поправочних коефіцієнтів;

- результати оцінки міцності бетону;
- прізвище і підпис особи, яка проводила випробування, дата випробувань.



Рисунок 3.8 - Визначення міцності бетону конструкцій перекриттів неруйнівним методом з використанням ультразвукового сканера.



Рисунок 3.9 - Визначення міцності бетону конструкцій перекриттів методом відриву зі сколюванням.

3.7 Дефекти бетонних і залізобетонних конструкцій

3.7.1 Прогини

Прогини плит перекриттів та панелей визначають після вимірювань дійсних прольотів. Для цього поводяться нівелювання стелі. Так само, як і при використанні теодоліту, у вимірах нівеліром застосовують оптичну насадку і рейку зі шкалою, що світиться, встановлюваної перпендикулярно стелі в кілька його точках. Число розглянутих точок залежить від ширини та прольоту плити. Для плит малої ширини (1-1,5 м) розглядається один перетин. Зазначені під час детального огляду дефекти мають отримати кількісну оцінку за даними інструментальної контролю. Інформація про пошкодження необхідна для визначення розрахункових перерізів з урахуванням послаблень на час обстеження, і навіть оцінки довговічності конструкцій.

Недопустимі прогини залізобетонних плит можуть бути викликані вертикальним перевантаженням перекриття, дефектами-тріщинами, недостатньою жорсткістю конструкцій та відсутністю спільної роботи плит перекриття, зміщенням робочої арматури щодо проектного положення, заниженої міцності бетону в стиснутій зоні, технологічної кривизної поверхні.

Прогини збірних залізобетонних перекриттів з плоскими стелями при прольотах $l < 6$ м не повинні перевищувати $1/200$ прольоту, а при $6 < l < 7,5$ м - 3 см, $> 7,5$ м - $1/250$. Наявність прогинів, що перевищують значення, свідчить про зниження жорсткості конструкції при прояві прихованих окремих дефектів плит. У разі збільшення прогинів, виявлених при повторних вимірах, необхідно зробити посилення перекриття (за проектом). При стабілізації прогинів може бути проведений оздоблювальний ремонт із затиранням тріщин. За наявності у плитах перекриттів тріщин $5 > 0,3$ мм та відсутності їх прогину слід визначити причину виникнення тріщин та оцінити стан бетону та арматури плит, особливо у приміщеннях з підвищеною вологістю (кухнях, санітарних вузлах). У випадках виявлення у перекриттях великої кількості тріщин, що мають значну ширину розкриття ($b > 1$ мм), необхідно шляхом

розкриття визначити стан арматури та бетону плит і за результатами розкриття визначити необхідні способи ремонту перекриття або його заміни .

Граничні вигини f_u елементів міжповерхових перекриттів, що обмежуються виходячи з конструктивних вимог, слід приймати такими, що дорівнюють 15 мм при $l \leq 3$ м і 40 мм – при $l \geq 12$ м (для проміжних значень l граничні вигини слід визначати лінійною інтерполяцією). Це може статися в результаті виробничих процесів, експлуатації або на стадії монтажу конструкцій. Вигини f слід визначати від зусиль попереднього обтиснення, власної ваги елементів перекриттів і ваги підлоги.

Якщо ж прогин утворився не внаслідок перерахованих вище факторів, то причинами його виникнення можуть виявитися:

- низький показник жорсткості конструкції;
- зміщення арматури в плані;
- перевантаження плит;
- зменшення міцності плит у стиснутій зоні ;
- не дотримання пропорції під час виготовлення бетонної суміші.

При виникненні прогину плити в процесі експлуатації слід приймати рішення щодо можливого посилення конструкції.

При визначенні причин прогинів залізобетонних елементів перекриттів необхідно враховувати, що прогини конструкцій, спричинені навантаженнями або недостатньою здатністю, що несе, супроводжується утворенням тріщин. Прогини без тріщин часто є викривленням, допущеним при виготовленні елемента.

3.7.2 Теплобачення

Повертаючись до інструментальних методів обстеження конструкцій, слід підкреслити особливу значущість методу теплобачення, як підготовчого

етапу дослідження під час проведення дефектоскопії (пошуку прихованих дефектів). Метод дозволяє реєструвати на видимій частині споруди температуру.

З використанням теплобачення у завданнях обстеження стає можливою дистанційна візуалізація в інфрачервоній області спектра дефектів місць із втрат тепла.

3.7.3 Тріщини

Найпоширенішим дефектом залізобетонних конструкцій є тріщини. Часто дефекти виникають у процесі висихання залізобетонної конструкції. Висихаючи, бетон втрачає рідину та стискається. Процес важко піддається контролю, особливо під час роботи на свіжому повітрі. Ушкодження, що утворилися, не обов'язково говорять про руйнування будівлі. Момент виникнення, ширина дефекту, місце розташування - факти, на які необхідно звернути увагу, щоб зрозуміти, наскільки серйозна проблема. Різноманітні причини, у яких з'являються дефекти, поділяють за характерними критеріями.

Можливі причини виникнення:

- механічне пошкодження у процесі експлуатації об'єкта;
- пошкодження конструкцій під час транспортування, навантаження, монтажу;
- виникнення дефекту внаслідок дії стискаючих сил;
- технологічний дефект (усадка, погане ущільнення);
- результат корозії арматури.

Залізобетонним конструкціям шкодять такі види тріщин:

- наскрізні клиноподібні;
- наскрізні внахлестку;

- ненаскрізнi клиноподiбнi;
- наскрiзнi паралельнi;
- похилi замкнутi;
- поздовжнi ненаскрiзнi.

Дефекти, якi виникають у процесi експлуатацiї споруд, поступово подовжуючись i розширюючись, призводять до деформацiйних ушкоджень. Поява характерних ознак говорить про серйознi порушення пiд час будiвництва та перенапруги плит перекриття (див. рис. 3.10).



Рисунок 3.10 - Трiщина у залiзобетоннiй монолiтнiй плитi перекриття

Прогин перекриття також стає причиною виникнення проблеми. Проводиться оцiнка стану арматури, бетону. Недостатня кiлькiсть арматури, неправильне розташування приводить до силової трiщини. Розширення отвору бiльше 3 мм потребує посилення додатковим армуванням.

При аналiзi трiщин слiд знати, що за своїми властивостями, характеристиками, розмiрами, геометричною формою та напрямками трiщини можуть бути стабiлізованими та нестабiлізованими в часi, розкритими та наскрiзними, волосяними (до 0,1 мм), дрiбними (до 0,3 мм), розвиненими (0,3 - 0,5 мм), поверхневими, вертикальними та горизонтальними, поперечними та поздовжними.

Трiщини в захисному шарi бетону, орiєнтованi вздовж стрижнiв поздовжньої та поперечної арматури, утворюються внаслiдок розпирання бетону продуктами корозiї арматури. Розкриття трiщин у конструкцiях, що згинаються до 0,5 - 1 мм, може свiдчити про утворення пластичних

деформацій внаслідок перевантаження, а розкриття тріщин до значень, що вимірюються кількома міліметрами, є ознакою граничного стану. Усадочні тріщини, як правило, з'являються в захисних шарах бетону, а також у місцях «виправлень» раковин у бетоні, що відбувається внаслідок високого вмісту в цих шарах вологи та її подальшого швидкого висихання

Якщо на плиті з'явилися дрібні тріщини або кілька глибоких тріщин, цілком можна просто закласти їх, перешкоджаючи їх збільшенню. Якщо пошкодження велике, необхідно проведення ремонтних робіт, спрямованих на усунення корозії арматури і відновлення пошкодженого шару бетону.

3.7.4 Обстеження тріщин

Перед плануванням та визначенням необхідності ведення робіт із заповнення тріщин обстежують поверхню залізобетонної конструкції. Тільки з урахуванням даних обстеження можна правильно вибрати метод ремонту та матеріал заповнення тріщин.

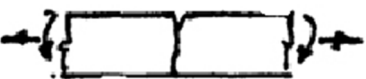
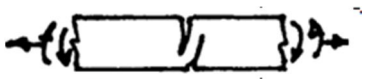
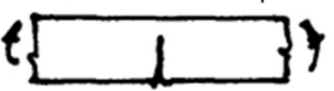
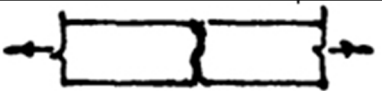
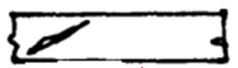
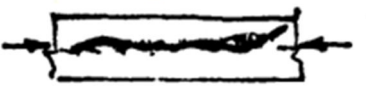
При обстеженні тріщин необхідно звернути особливу увагу на наступне: вид тріщини (поверхнева, одностороння або наскрізна), а також наявність інших внутрішніх порожнин;

- розташування та проходження тріщини (похилий, поздовжній, поперечний або радіальний);
- ширина та глибина тріщини;
- можлива зміна розмірів тріщини протягом часу;
- причину утворення тріщини;
- стан тріщини та її країв (кромки);
- доступність тріщини;
- можливі зовнішні впливи на конструкцію.

Тільки після проведення обстеження може бути вироблена концепція найбільш раціонального та ефективного ремонту тріщин та визначено основні дані, а саме:

- причини тріщиноутворення;
- необхідність заповнення тріщини;
- цілі, вид та матеріал заповнення;
- ризик подальшого можливого тріщиноутворення.

Таблиця 3.3 – Класифікація тріщин

Вид тріщин	Форма тріщин	Елементи конструкцій
наскрізна клиноподібна		Позацентрово розтягнуті елементи
Наскрізна внахлест		Позацентрово розтягнутий нижній пояс безрозкісної ферми
Ненаскрізна клиноподібна		Згинальні та позацентрово стислі елементи
Наскрізна з паралельними стінками		Центрально-розтягнуті елементи розкісних ферм
Замкнута нахилена		Приопорна зона згинаючих елементів
Ненаскрізна повздожня		Попередньо напружені елементи в зоні заанкерування арматури

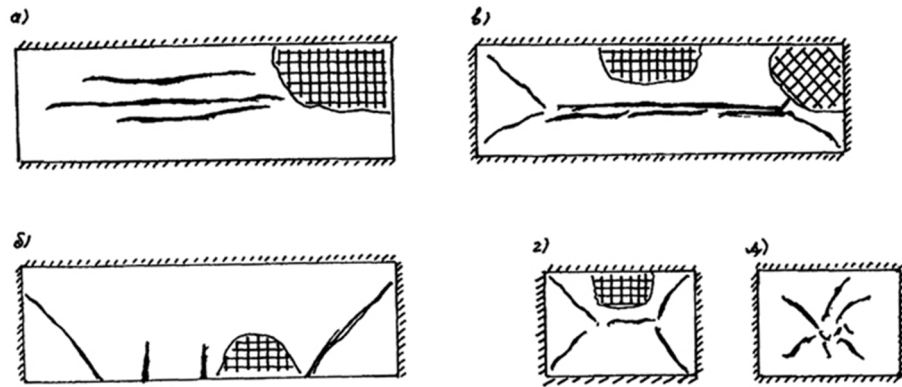


Рисунок 3.12 - "Силлові" тріщини на стельовій поверхні плит, навантажених рівномірно розподіленим (а, б, в, г) та зосередженим (д) навантаженням: а - спирання плити з обох боків; б - спирання плит по трьох сторонах; в - опір плит по чотирьох сторонах при $l_1/l_2 > 2$; г, д - спирання плит по чотирьох сторонах при $l_1/l_2 < 2$.

Після того, як виявлена тріщина (див. рис. 3.12), повинні бути визначені її геометричні параметри. Ширина розкриття тріщини вимірюється за допомогою лупи.

Геодезичний метод, заснований на вимірі паралактичних кутів, забезпечує оперативність і досить високу точність вимірювання ширини великих тріщин ($\pm 0,1$ мм) великих відстані (до 50 м). Існує кілька методик виміру паралактичних кутів, заснованих на використанні різних геодезичних приладів та місць закріплення еталона. Найчастіше використовуються далекоміри подвійного зображення з постійним базисом та теодоліти з тангенціальним гвинтом.

Довжина та глибина поширення тріщин, що виходять на поверхню, а також глибина залягання прихованих дефектів визначаються методами, що не руйнують.

Традиційні методи реєстрації параметрів тріщин, що не стабілізувалися, передбачають проведення поетапних інструментальних вимірювань і контрольних спостережень, що оформлюються документально. На цьому етапі спостережень видимі тріщини замальовуються в журналі

обстеження, на поверхні конструкції відзначаються вершини тріщин, області та значення їх максимальних розкриттів, траєкторія розкриття тріщин. На ділянках великою кількістю тріщин для складання карти тріщин використовується фотореєстрація. На фотографії відзначаються значення контрольованої ширини розкриття тріщин, дається прив'язка до осей, вказується дата зйомки.

Під час першого детального огляду небезпечної тріщини встановлюються стандартні маяки. Маяки виготовляються зі свіжого гіпсу, у вигляді поло, і розташовуються перпендикулярно до тріщини в її гирлі або місцях найбільшого розкриття таким чином, щоб тріщина перетинала маяк посередині. Довжина маяка становить 10-15 см. При розвитку тріщини правильно встановлений маяк розривається.

Поряд із традиційними методами спостережень за процесом розвитку тріщин в даний час створюються нові, якісно більш досконалі способи оцінки характерних стадій процесу тріщиноутворення в конструкціях.

Перспективним у плані є застосування акустичної емісії. Якщо у матеріалі конструкції утворюється чи розвивається тріщина, це означає, що у відповідній області відбулося динамічне розвантаження від напруг. Що утворила вільні від напруги краю тріщини та здійснила переміщення, що визначило розкриття тріщини.

3.7.5 Метод акустичної емісії

Побудований на реєстрації механічної хвилі, призначений для дослідження дефектних конструкцій, що обстежуються на стадії монтажу споруд. Метод побудований на порівнянні параметрів акустичної емісії (інтенсивності, енергії), зареєстрованих для двох зон-дефектної, у вершини виявленої тріщини, та бездефектної у тій же конструкції при її довантаженні

в процесі монтажу будівлі. У порівнянні з методикою реєстрації розвитку дефектів за гіпсовими маяками метод акустичної емісії має одну перевагу. Гіпсові маяки, руйнуються.

Метод акустичної емісії дозволяє встановити ступінь небезпеки тріщини до її проростання за характерними шумами, прийнятими з бетону біля вершини тріщини. До найнебезпечніших пошкоджень конструкцій слід віднести корозійні ураження. Оцінка зменшення розмірів поперечних перерізів та структурних ослаблень у бетоні проводиться за результатами ультразвукових вимірювань та даними мікроскопічного аналізу. Негативна дія середовища зазвичай позначається на поверхневому шарі бетону. У зв'язку з цим, ступінь небезпеки таких пошкоджень залежить від масивності бетонної або залізобетонної конструкції. Товщина пошкодженого шару визначається віком та структурою бетону, тривалістю та характером впливу несприятливих факторів.

Сильні руйнування виявляються в бетоні, який зазнав:

- поперемінного заморожування-відтавання у водонасиченому стані;
- заморожування у ранньому віці;
- вплив високої позитивної температури;
- хімічно агресивних середовищ, кислот, олій.

Поздовжня тріщина вздовж робочої арматури збірної залізобетонної багатопустотної плити перекриття, є наслідком її перевантаженості під час виконання будівельно-монтажних робіт (див. рис. 3.13).

При візуальному огляді конструкцій перекриттів встановлюється їх технічний стан, виявляються дефекти та пошкодження, а також загальні та місцеві деформації, що з'явилися в результаті:

- помилок під час проектування;
- з'єднанню, допущеного під час виготовлення збірних залізобетонних перекриттів;
- порушень умов монтажу та транспортування;
- порушень правил експлуатації конструкцій перекриттів.



Рисунок 3.13 - Поздовжня тріщина вздовж робочої арматури плити перекриття

3.7.6 Ультразвуковий прилад вимірювання тріщин

Для виявлення та оцінки глибини тріщин у бетонних та залізобетонних конструкціях використовуються відомі у будівництві імпульсні ультразвукові прилади. Застосовують поверхневе прозвучування. Відстань між ультразвуковими датчиками складає 120-400 мм. Про наявність тріщини свідчить зміна часу поширення ультразвукових коливань з урахуванням виміру. Для виявлення тріщин зручніше використовувати прилади з датчиками на фіксованій базі та сухим контактом. При помітному збільшенні часу поширення ультразвукового сигналу, що свідчить про тріщину, може бути її глибина. Для цього тріщина повинна розташовуватись під центром бази встановлення датчиків. Особливо слід виділити «вібруючі» тріщини, тобто. тріщини, краї яких вібрують у різних режимах.

Величина розкриття тріщин під час обстеження вимірюється з допомогою спеціальних оптичних приладів — трубки Бринеля, відлікового мікроскопа МПБ-2 (з 24-кратним збільшенням), градуйованих луп Польді, візирних луп, щупів.

Глибина тріщин визначається за допомогою щупів або ультразвукових приладів, наприклад, УКБ-1М, Бетон-12, «Бетон-транзистор». При застосуванні ультразвукового методу глибина тріщини встановлюється щодо зміни часу проходження імпульсів як при наскрізному прозвучуванні, так і методом поздовжнього профілювання за умови, що площина тріщиноутворення перпендикулярна лінії прозвучування. Глибина тріщин визначається із співвідношень:

$$h = \frac{V}{2} \sqrt{t_1^2 - t_a^2}$$

де h - глибина тріщини, см; V - швидкість поширення ультразвуку на ділянці без тріщин, см/мкс; t_1 - час проходження ультразвуку на ділянці з тріщиною, мкс; t_a - час проходження ультразвуку на ділянці без тріщини; l - база вимірювань для обох ділянок, см.

3.7.7 Магнітний прилад вимірювання захисного шару

Магнітний спосіб визначення захисного шару арматури досить простий у користуванні, має високий ступінь точності вимірювання. Нове покоління електронних приладів-вимірників захисного шару типу Пошук-2.2, Profometr та ін. мають автоматизовану систему оцінки діаметра арматури. Пошук арматури та визначення проекцій стрижнів здійснюються за цифровою, тонально-звуковою та мнемонічною інформацією. Для оцінки та спостереження за розкриттям тріщин у бетонних, залізобетонних та кам'яних конструкціях використовуються різні системи маяків, мікроскопів та індикаторів вартового типу.

3.7.8 Розповсюджені дефекти залізобетонних конструкцій, способи виявлення та їх усунення

1. Волосяні тріщини без певної спрямованості

Утворюються під час виробництва на поверхні залізобетонних виробів. Причиною дефекту є порушення температурно-вологісного режиму в процесі усадки бетону. Метод виявлення – Візуальний. Вплив на конструкцію зменшують довговічність виробу. На початковому етапі впливають на несучу здатність. Щоб мінімізувати вплив на конструкцію треба закласти бетоном.

2. Волосяні тріщини вздовж арматури

На поверхні конструкцій можуть з'являтися сліди іржі. Виникають при розвитку корозійних явищ в арматурі через втрату гідроізолюючих властивостей бетону. Спосіб виявлення - візуально-інструментальний.

Вплив на конструкцію - може знизитися довговічність, а також несуча здатність, в межах 5%.Щоб мінімізувати вплив на конструкцію треба відновити гідроізоляції поверхні залізобетонних конструкцій та посилити її.

3. Сколи

Відсутність невеликих фрагментів виробу з характерним виглядом поверхні. З'являються внаслідок механічних впливів при зберіганні, монтажі, транспортуванні та експлуатації. Метод виявлення – візуальний. При сколі в зоні стиснення може зменшуватися несуча здатність, а в зоні розтягування – жорсткість. Мінімізування впливу - закладення сколів дрібнозернистим бетоном.

4. Промаслювання

Поява плям маслянистого характеру. Технологічні протікання на об'єкті експлуатації.Метод виявлення - візуально-інструментальний. Характеристики міцності можуть знизитися до 30%. Треба видалити промаслений шар з виробу.Сінімізування впливу - бетонування за додатковими армуючими сітками або обіймами.

5. Тріщини вздовж арматури шириною до 3 мм

Значні сліди корозії. Розвиваються з волосяних тріщин. Метод виявлення - візуально-інструментальний. Вплив на конструкцію - зменшення несучої здатності до 20% через втрату зчеплення бетону з арматурою. Треба посилити та відновити захисний шар.

6. Відшарування бетону від арматури

Помітні деформації. Корозія внаслідок причин, зазначених у п. 2 та 5. Виявили візуально-інструментальним методом. Спричиняє зниження міцності та жорсткості до 30%. Щоб мінімізувати вплив - посилення та відновлення поверхневого шару.

7. Поява нормальних тріщин у напружених елементах залізобетону

Наявність тріщин завширшки від 0,3 до 0,5 мм залежно від типу арматури. Причина - перевантаження або порушення технології виготовлення конструкцій з арматурою попередньої напруги. Метод виявлення - візуально-інструментальний. Необхідно зменшення жорсткості та несучої здатності. Прибрати зайве навантаження чи посилити елемент.

8. Нормальні тріщини в напружених елементах із розгалуженням на кінцях

Наявність тріщин характерного виду вказує на перевантаження або порушення зчеплення арматури із шаром бетону. Виявлено - візуально-інструментальним методом. Наслідки для конструкцій - критична втрата властивостей. Вимагає негайного усунення. Необхідно розвантажити та провести посилення елемента.

9. Похилі тріщини при явному зміщенні ділянок виробів

Напрямок тріщин може перетинати лінію укладання арматури. Перевищення допустимого навантаження на елемент плити перекриття. Візуально-інструментальний метод виявлення. Критична втрата властивостей. Вимагає негайного усунення, потребують розвантажити та провести посилення елемента.

10. Прогин вище за допустиму норму

Візуально, як правило, не виявляються. Перевищення допустимого навантаження на елемент залізобетон. Інструментальний метод виявлення. Можливі наслідки залежать від ступеня навантаження та наявності додаткових дефектів. Треба прибрати зайве навантаження чи посилити елемент.

11. Надрізи та вирив арматури

Наявність механічних дефектів у залізобетонному виробі. Дефект може виникати через корозію чи механічні дії. Візуально-інструментальний метод виявлення. Зменшується несуча здатність залежно від характеру та ступеня пошкоджень. Треба провести посилення.

12. Витріщення арматури

З'являються поздовжні тріщини або лущення бетону, як правило, виникає через перевантаження елементів конструкції. Візуально-інструментальний метод виявлення. Вплив на конструкцію - критична втрата властивостей. Вимагає негайного усунення. Розвантажити та провести посилення елемента.

13. Зменшення площі спірання

Візуально, як правило, не виявляються. З'являються через помилки при монтажі, невідповідність розмірів під час виготовлення. Інструментальний метод виявлення. Вплив на конструкцію - зниження несучої здатності залежно від ступеня відхилення розмірів. Необхідно провести посилення.

14 Розриви або усунення армування в області похилих тріщин

Може не проявлятися чи мати характерні дефекти поверхні Причина - перевищення навантаження на конструкцію. Інструментальний метод. Критична втрата властивостей. Вимагає негайного усунення Розвантажити та провести посилення елемента

15. Відрив анкерів від пластин закладних деталей

Деформація елементів з'єднань та розходження стиків. Причини - механічні впливи, невраховані під час проектування конструкції. Візуально-

інструментальний метод виявлення. Критична втрата властивостей. Вимагає негайного усунення Розвантажити та провести посилення елемента

16. Дефекти, пов'язані з прокладанням комунікацій у виробках

Тріщини, оголення арматури. Наслідки - вібрація, удари, вирізка частини арматури при виконанні каналів та отворів. Візуально-інструментальний метод виявлення. Зниження несучої здатності залежно від ступеня ушкоджень.Проводять посилення

Також є інші причини деформацій плит перекриття , які не так часто зустрічаються.

3.7.8.1 Зберігання попередньо напружених конструкцій більш 100 діб

Ще одна з можливи причин втрати своєї експлуатаційної міцності , те що попередньо напружені залізобетонні вироби не рекомендують зберігати більш ніж 100 діб. Зберігати звичайно можна, але застосовувати під проектні навантаження після такого тривалого зберігання можливо не завжди.

Якщо вироби протягом 100 діб після виготовлення не були змонтовані та навантажені корисним навантаженням, то втрати напруг в арматурі внаслідок усадки та повзучості бетону перевищать розрахункові значення (формули втрат у Нормах дано виходячи із віку саме 100 діб), а жорсткість та тріщиностійкість конструкцій зменшаться порівняно з проектними. Визначити, чи потрібно знижувати нормативні (допустимі експлуатаційні) навантаження, а якщо потрібно, то на скільки можна лише перерахунком перерізів на основі фактичного віку конструктивних елементів. Причому не обов'язково виріб має довго пролежати на складі. Результат буде той самий, якщо воно буде вчасно змонтоване, але довго не навантажене корисним навантаженням (найчастіше це трапляється з плитами перекриттів). Неврахування цієї обставини іноді призводить до надмірних прогинів,

неприпустимого розкриття тріщин і, як наслідок, до необхідності посилення конструкцій. Ступінь зниження тріщиностійкості залежить від величини напруги в бетоні в момент обтиснення, від передавальної міцності бетону, від величини попередньої напруги арматури, від способу її натягу і від віку конструкцій, тому у різних конструкцій вона різна. Для пустотних плит перекриттів орієнтовні цифри такі: при зберіганні у ненавантаженому стані протягом півроку тріщиностійкість знижується на 8...11%, протягом року – на 13...17%, протягом двох років – на 18...22%.

Таблиця 3.4 - Відхилення, що допускаються, в розмірах майданчиків спирання і зазорів між елементами конструкції визначаються проектом.

Особи, що здійснюють контроль якості	Операції, що підлягають контролю	Склад контролю	Спосіб контролю	Час контролю
Виробник робіт	Підготовчі роботи	Правильність складування плит	Візуально	До початку монтажу
Відповідність відміток та майданчиків спирання проектним	За допомогою нівеліру, рулетки, сталевго метра	До початку монтажу	Геодезист	Відповідність відміток та майданчиків в спирання проектним
Монтаж плит перекриття	Інструментальна перевірка монтажного горизонту кожного поверху	За допомогою нівелра	В процесі монтажу	Геодезист
Антикорозійний захист анкерів	Якість антикорозійного покриття	Візуально	Закріплення стиків	Лабораторія
Замонолічування стиків	Якість замонолічування стиків	Візуально	Після замонолічування	Замонолічування стиків

Продовження таблиці 3.4				
Майстер	Підготовчі роботи	Наявність паспортів, геометричних розмірів, якість поверхні конструкцій	Візуально, за допомогою рулетки, сталевго метра	До початку монтажу
Правильність розташування заставних частин, монтажних петель	Візуально, за допомогою рулетки, сталевго метра	До початку монтажу	Правильність розташування заставних частин, монтажних петель	Візуально, за допомогою рулетки, сталевго метра
Монтаж плит	Відповідність площі спірання. Положення плит у плані, щільність примикання	Візуально	В процесі монтажу	Монтаж плит
Анкерування плит	Відповідність анкерування вимогам проекту	Візуально	До замонолічування	
Замонолічування стиків	Очищення та зволоження поверхонь, що стикаються, відповідність марки розчину або бетону проектним		В процесі замонолічування	Лабораторія

3.7.8.2 Горизонтальна щілина

Для пом'якшення наслідків депланації перерізів при різному навантаженні на суміжні стіни деякі джерела рекомендують заводити бічні грані плит перекриттів у кладку менш навантажених стін на глибину 80...100 мм. Однак такий захід може принести більше шкоди, ніж користі, оскільки шар розчину на ці стіни перед монтажем плит, як правило, не розстилають, у результаті між нижньою площиною плити перекриття і кладкою суміжної стіни утворюється зазор (горизонтальна щілина) (див. рис. 3.14).

Зазор цей небезпечний, по-перше, тим, що плита, отримавши можливість вільно деформуватися, відчуває великі згинальні і крутні моменти від ваги кладки стіни, що лежить вище, що може призвести до утворення в плиті небезпечних тріщин і навіть руйнування. По-друге, відбувається суттєве ослаблення перерізу стіни, що може призвести до її перевантаження (навіть якщо стіна самонесуча).

Якщо плити все-таки виявилися заведеними в стіну, то щоб уникнути аварійних наслідків необхідно зазори, що утворилися, ретельно зачеканити цементним розчином марки не нижче 100, а при висоті зазору більше 20 мм - бетоном класу не нижче В7,5 (в крайньому випадку, цементним розчином з додаванням дрібного щебеню). Найкраще подібні рішення в проекти не закладати, а для усунення негативних наслідків депланації передбачати інші заходи

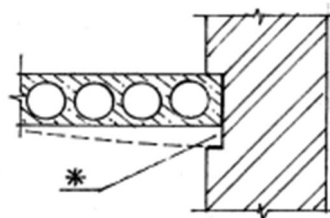


Рис. 31 (* щель)

Рисунок 3.14 - Горизонтальна щілина в стіні

3.7.8.3 Отвори у плитах перекриттів

Для пропуску вертикальних комунікацій у перекриттях влаштовують отвори. У тих випадках, коли комунікації (наприклад, стояки опалення) розташовуються поблизу торців плит, пробивання отворів перфораторами небезпеки, як правило, не становить. Якщо отвори розташовуються в середній частині прольоту (найчастіше це буває в санвузлах, де спільно проходять стояки каналізації, холодного і гарячого водопостачання), то в проекті необхідно передбачати або монолітні вставки, або спеціальні збірні плити з отворами. Перше не вигідно будівельникам, оскільки потребує влаштування опалубки та організації поставок бетонної суміші дрібними партіями, друге не вигідно проектувальникам, оскільки потребує виконання додаткових розрахунків та креслень. Тому часто в проектах закладають рішення, що передбачають влаштування отворів у збірних плитах самими будівельниками, з супроводом «добрих побажань» про те, щоб отвори не пробивалися перфораторами, а просвердлювалися, і щоб при цьому не пошкоджувалися ребра та арматура. Фактично на багатьох об'єктах отвори влаштовують так, що потім потрібне серйозне посилення ослаблених плит, і обходиться воно набагато дорожче, ніж пристрій монолітних вставок або виготовлення збірних плит з отворами.

3.7.8.4 Несвоєчасне замонолічування отворів

Якщо не закласти розчином отвори в пустотних плитах у монтажних петель, то можливе попадання дощової води в ці отвори, які можливо буде накопичуватися в порожнечах, через тріщини усадки проникає до робочої арматури і викликає її корозію, а при замерзанні розриває бетон нижньої

полиці. Особливо сильно цей процес проявляється при зтяжному будівництві та часто призводить до необхідності дорогого посилення плит.

3.7.8.5 Незакриті кінці пустот в плитах

У горизонтальному перерізі залізобетонних плит перекриттів порожнечі становлять близько 80% і лише 20% залишається ребрам, які й зазнають тиску лежачої кам'яної кладки. Якщо тиск перевищить несучу здатність ребер, відбудеться їхнє роздавлювання – явище не таке рідкісне в практиці будівництва. При більшій кількості поверхів ребра плит слід перевіряти розрахунком на стиск, за результатами якого і приймати рішення – закладати бетоном порожнечі чи ні.

3.8 Методи усунення тріщин

3.8.1 Ін`єктування

Повне заповнення тріщини може здійснюватися тільки під тиском і через спеціальні пристрої, які називаються паккерами (див. рис. 3.15). Допустимий розмір до 3 мм. Ушкодження більшого розміру легко проникає волога. У холодну пору року вода замерзає, ще більше розширюючи щілину і так проходить кілька періодів замерзання, розморожування. Розкол збільшується обсягом, вологи потрапляє до нього ще більше. Згодом вода досягає металевого стрижня, з'являється іржа, як наслідок – руйнування бетону.

Щоб уникнути руйнування, навіть дрібні тріщини варто усувати на ранній стадії. Бетонна площа обробляється холодною водою, за допомогою

шпателя волосяні утворення зашпаровуються розчином. Замазування пошкодження можна зробити будь-яким матеріалом, різними методами.



Рисунок 3.15 - Відновлення залізобетону шляхом ін'єктування

В якості матеріалів для заповнення тріщин у практиці використовуються:

а) епоксидна смола, є найбільш часто застосованим матеріалом у практиці, оскільки має високу хімічну стійкість, міцність на розтягування і стиск, а також має високу міцність схоплювання. Насамперед вона використовується в тих випадках, коли необхідно забезпечити міцне з'єднання країв тріщини (якщо вони сухі). Крім цього, вона може застосовуватися з метою захисту матеріалу від корозії;

б) поліуретанова смола, призначена для пластичного з'єднання країв тріщини. Вона забезпечує надійний захист відкритої арматури від корозії, а також може використовуватись для заповнення вологих тріщин;

в) цементний клей використовується для заповнення тріщин розміром більше 0,8 мм (зазвичай понад 3 мм) та цементна суспензія (міжнародне позначення – ZS) використовується для заповнення тріщин розміром більше 0,2 мм. В'язким цих матеріалів є цемент.

Область застосування цементного клею та цементної суспензії – з'єднання та закриття сухих та вологих тріщин.

У практиці виконання робіт із заповнення тріщин розрізняють паккери поверхневі (наклеювані) і встановлювані (занурювані) (див. рис. 3.16).

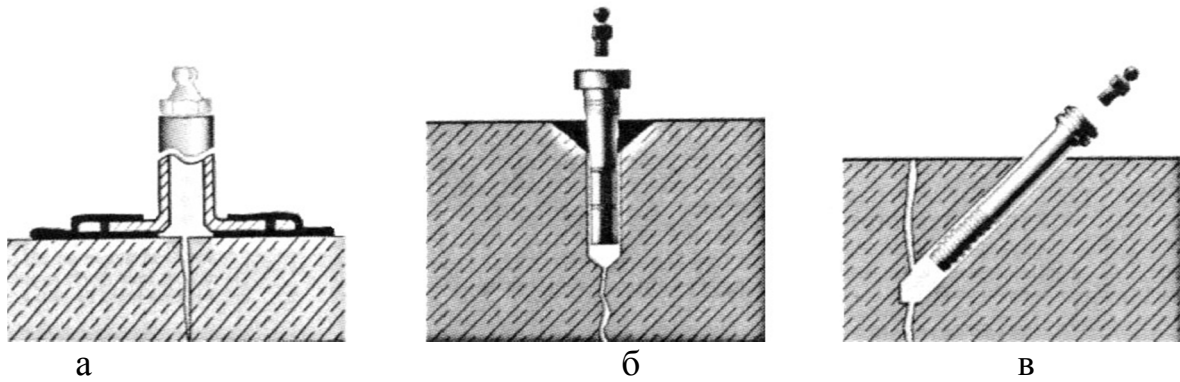


Рисунок 3.16 – Паккери поверхневі та встановлювані
 а - установка і принцип роботи паккера, що наклеюється; б –
 встановлення та принцип роботи встановлюваного паккера; в – встановлення
 та принцип роботи встановлюваного під кутом паккера

Відстань між паккерами, що встановлюються, залежить від товщини конструкції, виду паккера і від того, з однієї або двох сторін конструкції буде здійснюватися нагнітання матеріалів, що заповнюють. У вигляді таблиці це можна наступним чином (див. табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Відстань між паккерами, що встановлюються.

Ін'єкціонування	Наклеюваний паккер	Встановлюваний паккер
Одностороннє	$a = D$ або $a = D - 10\%$	$a = D/2$
Двостороннє	$a = D/2$	$a = D/4$

a – відстань між паккерами; D – товщина конструкції.

Процес заповнення тріщини методом ін'єктування складається з наступних операцій:

- підготовка поверхні фрезеруванням;
- свердління в бетоні шпурів для штуцерів;
- очищення шпурів від пилу стисненим повітрям або промивання;
- забиття (наклеювання) паккерів;

- герметизація тріщини шляхом нанесення маси;
- очищення та перевірка прохідності паккерів;
- закріплення (накручування) ніпеля на паккері;
- ін'єктування;
- видалення маси, що вкриває, ручним інструментом;
- відбивання молотком або зрізання виступаючих частин паккерів;
- оздоблення поверхні вздовж тріщини.

Шпури свердлять електродрилем. Пакери на глибину введення обмазують епоксидним клеєм і забивають у шпури. Після затвердіння композиції через штуцери продувають стиснене повітря або воду нагнітають для очищення тріщини. При вертикальному розташуванні тріщин нагнітання здійснюється знизу нагору. До самого нижнього паккера закріплюється ніпель і здійснюється ін'єкція до тих пір, поки матеріал не виступить на паккері. Потім на цьому пакеті монтується ніпель і процес ін'єкції повторюється. Після закінчення процесу ін'єкції і набором ін'єкційними матеріалами достатньої міцності поверхня бетону очищається від маси, що вкриває, виступаючі частини паккерів і виступили на поверхню ін'єкційних матеріалів.

Тріщини в тонких конструкціях, де використання пристрою шпурів неможливий, закладають нагнітанням цементного розчину або полімерних композицій за допомогою паккерів, що наклеюються, прикріплюються до поверхні, що ремонтується.

3.8.2 Розшивання

Для збереження несучої здатності, застосовується метод відновлення - розшивка. Ущелина простукується по всій довжині, з метою виявлення порожнечі. Всі крихти, сколи забираються металевою щіткою і стисненим

повітрям продувається очищений простір. Підготовлену поверхню замазують полімерцементною сумішшю, вирівнюючи нарівні з бетонною поверхнею.

Втрачена несуча здатність, відновлюється ін'єкціями полімерних смол безпосередньо в тріщину. Сучасний розчин в основі з епоксидною смолою здатний до склеювання навіть з вологим бетоном. У сучасній світовій практиці ремонтних робіт тріщини залізобетонних конструкціях вважаються нормальними (чи безпечними), тобто, не розцінюються як дуже серйозний дефект, і внаслідок цього не вимагають ремонту, якщо їх ширина: - в агресивному середовищі, у воді, попередньо напруженому бетоні - менше 0,1 мм; - у вологих внутрішніх приміщеннях, на свіжому повітрі – менше 0,2 мм; - у сухих приміщеннях – менше 0,3 мм.

3.8.3 Просочення

Найбільш простим методом закриття тріщини є зовнішнє просочення поверхні тріщин епоксидною смолою. Наносити смолу можна пензлем або шпателем із гумовим наконечником. Як правило, за рахунок просочення досягається захист від корозії відкритої (внаслідок тріщиноутворення) арматури. При просоченні не можна досягти міцного з'єднання країв тріщини. У разі зміни розмірів тріщини герметичність просочення може порушитися і через тріщину конструкцію можуть знову проникати речовини, що викликають корозію арматури.

Пензель може бути використаний за наявності тонких тріщин, для нанесення смоли на вертикальні та горизонтальні поверхні конструкцій. Перед просоченням зовнішня поверхня конструкції повинна бути очищена від пилу та бруду за допомогою промислових пирососів або струменя стисненого повітря. Повторне нанесення смоли на поверхню конструкції

здійснюється через 3-5 хв і триває доти, доки смола більше не вбиратиметься в тріщину.

4 РОЗРАХУНОК ПЕРЕВІРКИ НА МІЦНІСТЬ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ

Плита ПК 60-12-8 міжповерхового перекриття з номінальними розмірами у плані 1,2мх6,0м. Тимчасове нормативне навантаження на перекриття – $1,5 \text{ кН/м}^3$, бетон С16/20.

$$l = l - b/2 = 6000 - 250/2 = 5875 \text{ мм} = 5,875\text{м}$$

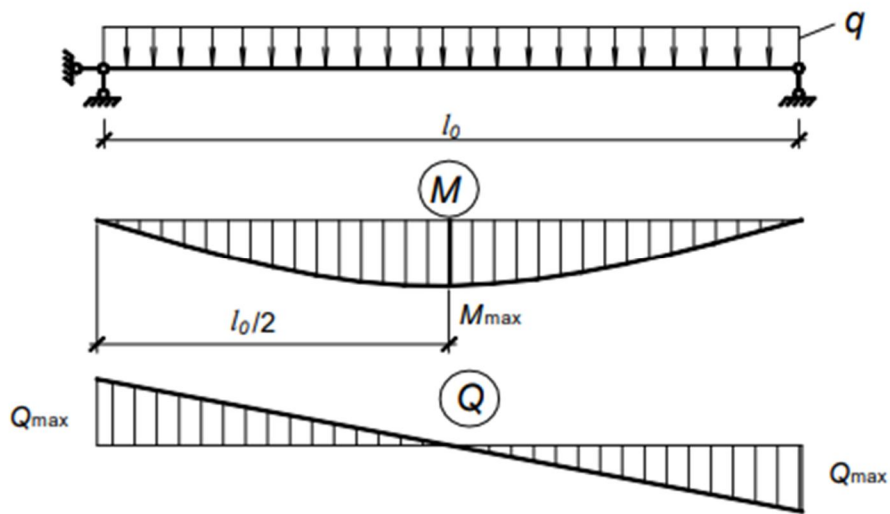


Рисунок 4.1- Статичний розрахунок

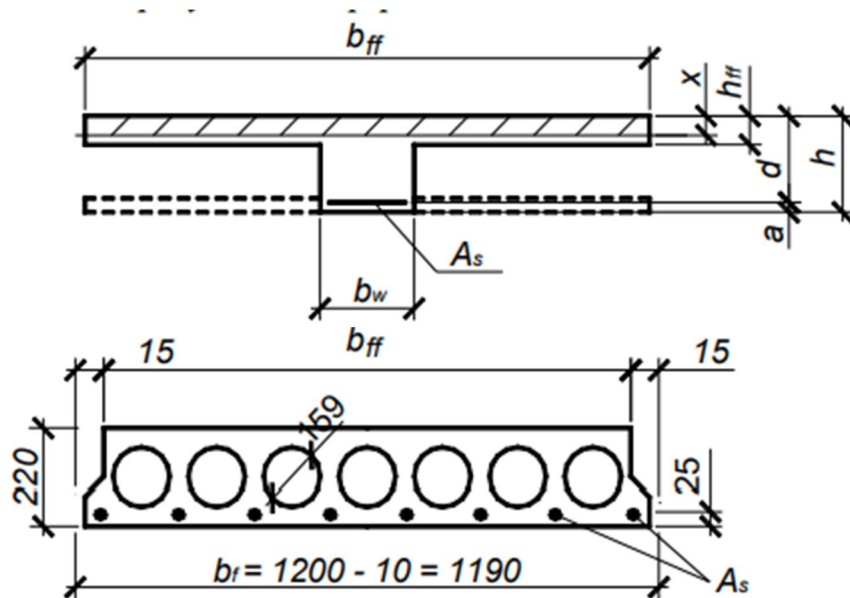


Рис. 4

Рисунок 4.2 Розрахунковий переріз плити

Таблиця 1 Збір навантажень на 1м2 перекриття

Вид навантаження	Експлуатаційне значення, кН/м2	Коефіцієнт надійності, γ_f	Розрахункове значення, кН/м2
Постійні (g)			
Лінолеум	0,05	1,2	0,06
Стяжка цементного розчину t = 3 см; D = 20 кН/м3 (0,03x20)	0,6	1,3	0,78
Гідроізоляційний шар	0,05	1,3	0,065
Перегородки цегляні	0,5	1,1	0,55
Плита залізобетонна багатопустотна	3,0	1,1	3,3
Разом (g)	4,26		4,83
Тимчасове навантаження за завданням (V)	3,0	1,2	3,6
Всього (g + V)	7,26		8,43

Визначається розрахункове навантаження на 1 м довжини плити при ширині 1,2 м з урахуванням коефіцієнта надійності за призначенням будівлі (клас відповідальності будівлі II).

Для розрахунку за міцністю:

$$q = 8,43 \cdot 1,2 \cdot 0,95 = 9,61 \text{ кН/м}^2$$

Для розрахунку по другій групі граничних станів:

$$q_{\text{пов}} = 7,26 \cdot 1,2 \cdot 0,95 = 8,276 \text{ кН/ м}^2$$

Розрахункові зусилля:

- для розрахунку за міцністю

$$M = ql_0^2 / 8 = 9,61 \cdot 5,875^2 / 8 = 41,46 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$Q = ql_0 / 8 = 9,61 \cdot 5,875 / 2 = 28,23 \text{ кН}$$

- для розрахунку по другій групі граничних станів

$$M_{\text{tot}} = q_{\text{пов}} l_0^2 / 8 = 8,276 \cdot 5,875^2 / 8 = 35,71 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Матеріали для проектування плити

Бетон класу С16/20:

- розрахункове значення міцності на стиск, $f_{cd} = 11,5 \text{ МПа}$;
- характеристичне значення міцності на стиск $f_{ck} = 15 \text{ МПа}$.

Арматура класу А400С :

- розрахункова міцність на межі текучості $f_{yd} = 365 \text{ МПа}$.
- характеристичне значення міцності арматури на межі текучості $f_{yk} = 400 \text{ МПа}$;
- розрахункове значення міцності поперечної арматури $f_{ywd} = 385 \text{ МПа}$.
- розрахункове значення модуля пружності для пружності арматуриної сталі $E_s = 200000 \text{ МПа}$

Розрахунок міцності нормальних перерізів плити

Перевіряється положення нейтральної осі:

$$R_b b_f h_f (h_0 - h_f / 2) = 11,5 \cdot 10^3 \cdot 2,16 \cdot 0,031 / (0,19 - 0,031 / 2) = 115,1 > 41,46 \text{ МПа}$$

Тобто, межа стиснутої зони проходить у полиці – розрахунок проводиться як для прямокутного перерізу шириною $b = b_f = 1160 \text{ мм}$

Визначаємо значення коефіцієнта α_m :

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_0^2} = \frac{41,46}{19,5 \cdot 10^3 \cdot 2,16 \cdot 0,19^2} = 0,0462 < \alpha_r = 0,39.$$

Отже, стиснена арматура з розрахунку не потрібна. Перетин розраховується з одиночною арматурою. Обчислюється відносна висота стиснутої зони

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,0462} = 0,047$$

$$\frac{\xi}{\xi_r} = \frac{0,047}{0,531} = 0,0885$$

Умова $\xi \leq \xi_r$ дотримується, розрахунковий опір напружуваної арматури R_s можна збільшити шляхом множення на коефіцієнт умовної роботи γ_{s3} , що враховує збільшення опору напруженої арматури вище умовної межі текучості.

$$\gamma_{s3} = 1,25 - 0,25 \cdot \frac{\xi}{\xi_r} = 1,25 - 0,25 \cdot 0,0885 = 1,228 > 1,1.$$

Приймаємо $\gamma_{s3} = 1,1$.

Необхідна площа розтягнутої арматури

$$A_{sp} = \frac{\xi R_b b_f h_0}{\gamma_{s3} R_s} = \frac{0,047 \cdot 11,5 \cdot 10^3 \cdot 2,16 \cdot 0,19}{1,1 \cdot 355 \cdot 10^3} = 0,000568 \text{ м}^2 = 5,68 \text{ см}^2$$

Так як пустот в плиті 6, то арматуру приймаємо 6 Ø12 А400С

$$A_{sp}^{\phi} = 6,79 \text{ см}^2$$

У багатопустотних плитах найбільша відстань між осями стрижнів поздовжньої арматури не повинна перевищувати $2h(2 \cdot 220 = 440 \text{ мм})$ та не повинно бути більше 400 мм.

Виконується перевірка відстані між осями стрижнів поздовжньої арматури.

$$\frac{1180 - 29 \cdot 5 - 159 \cdot 6}{2} = 40,5 \text{ мм}$$

– відстань від бічної поверхні плити внизу до осі крайнього поздовжнього стрижня:

$$\frac{1180 - 2 \cdot 40,5}{8} = 137,375 < 400 \text{ мм},$$

відповідно розрахунок виконан вірно.

Розрахунок плити по граничним станам другої групи

До заданої плити пред'являються вимоги, відповідні 3-ї категорії тріщиностійкості, тобто. допускається нетривале розкриття тріщин шириною та тривале.

Геометричні властивості:

Розташована площа наведеного перерізу, рис. 2

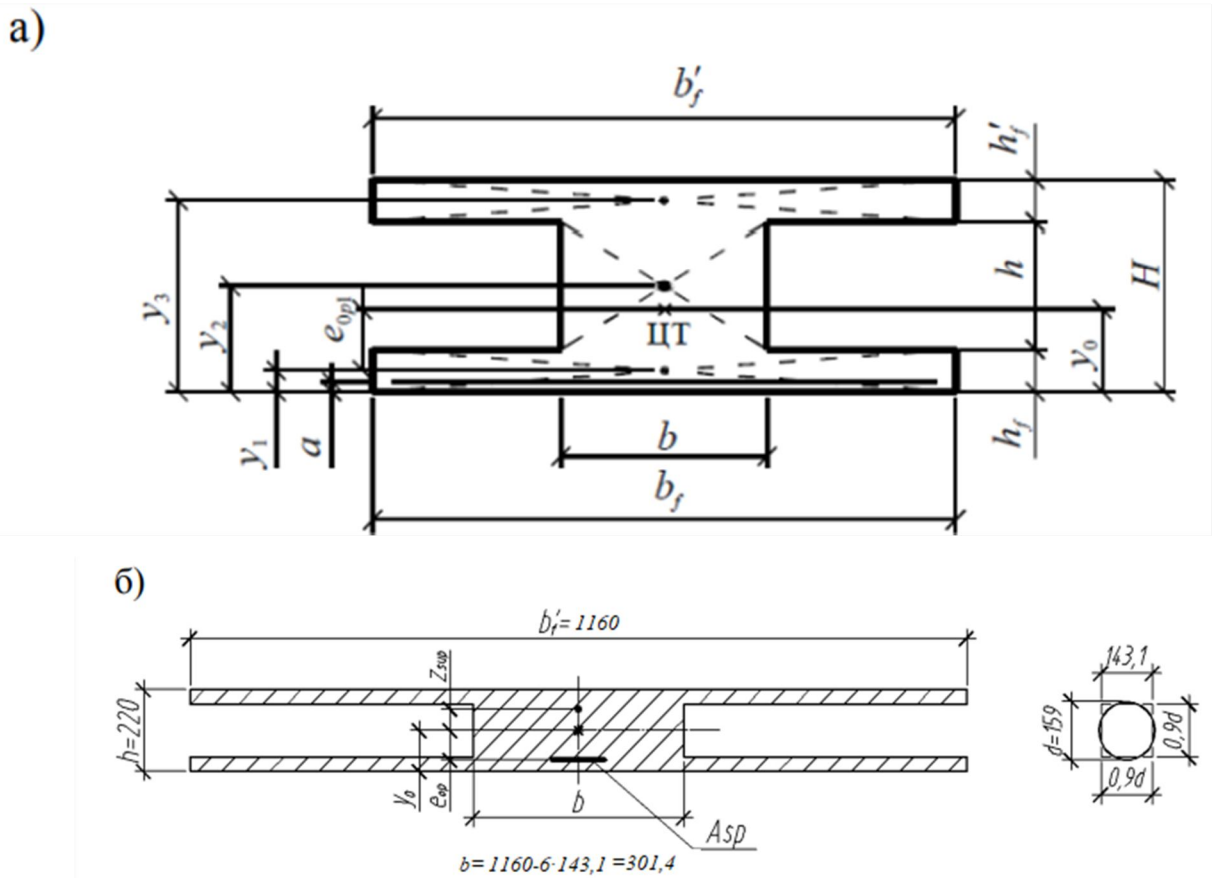


Рисунок 2 - До розрахунку геометричних властивостей перерізу (а) та розрахункове поперечне переріз плити при розрахунку по другій групі граничних станів (б)

$$A_{\text{red}} = b'_f \cdot h'_f + b_f \cdot h_f + b \cdot h + \alpha \cdot A_{\text{sp}},$$

де α – коефіцієнт коефіцієнт приведення арматури до бетону

$$\alpha = \frac{Es}{Eb} = \frac{200000}{27500} = 7,27$$

$$A_{\text{red}} = 1160 \cdot 39 + 1160 \cdot 38 + 301,4 \cdot 143 + 7,27 \cdot 679 = 1376,6 \cdot 10^2 \text{ мм.}$$

Приймаємо товщину захисного шару бетону $a=30$ мм.

Визначається статичний момент наведеного перерізу щодо нижньої грані

$$S_{red} = b_f \cdot h_f \cdot y_3 + b \cdot h \cdot y_2 + b_f \cdot h_f \cdot y_1 + a \cdot \alpha \cdot A_{sp} =$$

$$1160 \cdot 39 \cdot (220 - \frac{39}{2}) + 301,4 \cdot 143 \cdot (38 + \frac{143}{2}) + 1160 \cdot 38 \cdot \frac{38}{2} +$$

$$30 \cdot 7,27 \cdot 679 = 1477,6 \cdot 10^4 \text{ мм}^2$$

Відстань від центру тяжкості наведеного перерізу до нижньої грані

$$y_0 = \frac{S_{red}}{A_{red}} = \frac{1477,6 \cdot 10^4}{1376,6 \cdot 10^2} = 107 \text{ мм}$$

Відстань від центру тяжкості арматури, що напружується, до центру тяжкості наведеного перерізу

$$e_{opl} = y_0 - a = 107 - 30 = 77 \text{ мм}$$

Момент інерції наведеного перерізу

$$I_{red} = \frac{b_f \cdot h_f^3}{12} + b_f \cdot h_f \cdot (y_0 - y_2)^2 + \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot (y_0 - y_2)^2 + \frac{b_f \cdot h_f^3}{12} + b_f \cdot h_f \cdot (y_0 - y_1)^2 +$$

$$\alpha \cdot A_{sp} \cdot e_{opl}^2 = \frac{1160 \cdot 39^3}{12} + 1160 \cdot 39 \cdot (107 - (220 - \frac{39}{2}))^2 + \frac{301,4 \cdot 143^3}{12} + 301,4 \cdot 143 \cdot (107 -$$

$$(38 + \frac{143}{2}))^2 + \frac{1160 \cdot 38^3}{12} + 1160 \cdot 38 \cdot (107 - \frac{38}{2})^2 + 7,27 \cdot 679 \cdot 77^2 = 7642,9 \cdot 10^6 \text{ мм}^4$$

Момент опору наведеного перерізу:

– щодо нижньої грані

$$W_{red}^{inf} = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{7642,9 \cdot 10^6}{107} = 71429 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

- відносно верхньої грані

$$W_{red}^{sup} = \frac{I_{red}}{H - y_0} = \frac{7642,9 \cdot 10^6}{220 - 107} = 67636 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

Пружнопластичний момент наведеного перерізу:

– щодо нижньої грані

$$W_{pl}^{inf} = \gamma \cdot W_{red}^{inf} = 1,25 \cdot 71429 \cdot 10^3 = 89286,25 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

– щодо верхньої грані

$$W_{pl}^{sup} = \gamma \cdot W_{red}^{sup} = 1,25 \cdot 67636 \cdot 10^3 = 84545 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

де значення коефіцієнта γ , що враховує пластичні властивості бетону.

Перетин двотавровий симетричний:

$$\frac{b'f}{b} = \frac{1160}{301,4} = 3,85 \leq 6$$

$$\frac{b'f}{b} = 3,85 \geq 2$$

Приймається $\gamma = 1,25$.

Визначається відстань від центру тяжкості наведеного перерізу до нижньої ядерної точки

$$r_{inf} = \frac{W_{red}^{inf}}{A_{red}} = \frac{71429 \cdot 10^3}{1376,6 \cdot 10^2} = 51,89 \text{ мм}$$

та до верхньої ядрової точки

$$r_{sup} = \frac{W_{red}^{sup}}{A_{red}} = \frac{67636 \cdot 10^3}{1376,6 \cdot 10^2} = 43,13 \text{ мм}$$

Розрахунок тріщиностійкості плити

Момент тріщиноутворення перерізу

$$M_{crc} = R_{btm} \cdot W_{pl}^{inf} + P_2(e_{opl} + r_{sup}) \cdot \gamma_{sp}$$

Де γ_{sp} – коефіцієнт точності напружень, $\gamma_{sp} = 0,9$.

$$M_{crc} = 1,15 \cdot 10^3 \cdot 0,089286 + 376,8(0,077 + 0,055) \cdot 0,9 = 90,7$$

Приймаємо $M_n = M_{tot} = 35,71$ (для конструкцій 3-ої категорії вимог з тріщиностійкості).

$$M_{crc} = 90,7 \text{ м} \leq M_n = 35,71$$

Отже, умова виконується, тріщини в розтягнутій зоні бетону не утворюються. Розрахунок на розкриття тріщин проводиться у разі невиконання умови.

Розрахунок прогинів для ділянок без тріщин у розтягнутій зоні

Розрахунок проводиться з умови $f \leq f_{ult}$, де f – прогин від зовнішнього навантаження, f_{ult} – гранично допустимий прогин.

$$f_{ult} = l/200 = 6000/200 = 30 \text{ мм};$$

$$f = S l_0^2 (1/r),$$

де S - табличний коефіцієнт, у разі завантаження для плити рівний (5/48)

Повна кривизна у перерізі з найбільшим моментом

$$\left(\frac{1}{r}\right) = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2$$

де $\left(\frac{1}{r}\right)_1$ - кривизна від нетривалої дії короткочасної навантаження,

$\left(\frac{1}{r}\right)_2$ - кривизна від тривалої дії постійних та тривалих навантажень.

Приймається $\psi = 1$.

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{M_n}{\varphi_c b h_0^3 E_{b,red}}$$

Коефіцієнт φ_c знаходиться за допомогою додаткових коефіцієнтів за таблицею додатка 7. Допоміжні коефіцієнти

$$P_2 = A_{sp}(\sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp}) = 7,28 \cdot 10^{-4} (700 - 100) 10_3 = 436,8 \text{ кН}$$

$$\varphi_f = \frac{(b'f - b)h'f}{bh_0} = \frac{(1160 - 301,4) \cdot 39}{301,4 \cdot 190} = 0,58$$

$$e_s = \frac{M_n}{P_2} = \frac{35,71}{436,8} = 0,18$$

$$\frac{e_s}{h_0} = \frac{0,21}{0,19} = 1,1$$

$$E_{b,red} = \frac{R_{b,ser}}{\epsilon_{b,red}} = \frac{25,5 \cdot 10^3}{15 \cdot 10^{-4}} = 1,7 \cdot 10^7 \text{ кН/м}^2$$

де при $E_{b,red} = 15 \cdot 10^{-4}$ приймається при нетривалому навантаженні.

$$A_{s2} = A_{s1} = \frac{300}{R_{b,ser}} = \frac{300}{25,5 \cdot 10^3} = 0,012$$

$$\mu = \frac{A_{sp}}{bh_0} = \frac{7,28 \cdot 10^{-4}}{0,301 \cdot 0,19} = 0,012$$

Відповідно до отриманих значень допоміжних коефіцієнтів приймається $\varphi_c = 0,25$

$$\left(\frac{1}{r}\right)_1 = \frac{35,71}{0,25 \cdot 0,301 \cdot 0,19^3 \cdot 1,7 \cdot 10^7} = 0,009$$

$$\frac{1}{r} = 0,009$$

$$f = \frac{5}{48} \cdot 5,875^2$$

$$f = f_{ult} = 30 \text{ мм}$$

Умова виконується, прогин не перевищує гранично допустимого значення.

ВИСНОВКИ

За результатами магістерської дослідницької роботи було проаналізовано шляхи підвищення експлуатаційних якостей та надійності цивільної багатоповерхової будівлі з урахуванням інструментального контролю.

Показано застосування неруйнівних методів та неруйнівних методів контролю міцності бетону. Неруйнівний контроль набагато здешевлює обстеження – якщо порівнювати з суцільним випробуванням «напівруйнівним» методом відриву зі сколюванням (щонайменше по два відриви на конструкцію) або з вибуруванням циліндричних зразків із тіла конструкції. Застосування інструментальних методів дослідження об'єктів є невід'ємною частиною роботи в ході обстеження, що показує різноманітні методи вимірювань. І в той же час, процедура визначення міцності бетону неруйнівними методами є досить складною і відповідальною – при застосуванні спрощеної, неправильної процедури, похибка визначення міцності може сягати 100%, і що є особливо небезпечним.

В ході обстеження будівлі, а конкретніше плит перекриття було виявлено деякі дефекти та запропоновано методи їх ліквідації, щоб в подальшому експлуатуванні не виникало небезпечних деформацій конструкції. Виявлені дефекти не несуть небезпеки для конструкції та подальшої деформації, а відповідають допустимим нормам (тріщини розміром до 0,2мм).

Обстеження будівель і конструкцій дуже відповідальна справа, адже від цього залежить подальша експлуатація будівель. Основною метою виявлення структурних пошкоджень є визначення причини та типу пошкодження, щоб виміряти серйозність пошкодження і спрогнозувати термін служби конструкції, що залишився.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Якименко О. В., Кіктьова К. О. Технічна експлуатація будівель і споруд: навч. посіб. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019р. 248 с.
2. Васильченко О.В., Квітковський Ю.В. ,Миргород О.В., Стельмах О.А. Будівельні конструкції та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій: навч. посіб. Харків: ХНАДУ, 2015р. 488 с.
3. Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд. Київ 2004. 301 с.
4. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель та споруд: навч. посібник. Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2008. 208 с.
5. Гавриляк А.І., Базарник І.Б., Кінаш Р.І. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель: навч. посібник для внз. Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2006. 540 с.
6. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 2007-01-01] Вид офіц. Київ: Мінбуд України, 2006р. 75 с.
7. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016р. 51 с.
8. ДБН В.1.3-2:2010. Геодезичні роботи в будівництві. [Чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 70 с.
9. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 36 с.

10. ДБН В.1.2-6:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 36 с.

11. НПАОП 0.00-1.71-13. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. [Чинний від 2014-03-28]. Наказ. Київ: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2013.

12. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. [Чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 20 с.

13. ДСТУ Б В.2.6-4-95 (ГОСТ 22904-93). Конструкції залізобетонні. Магнітний метод визначення товщини захисного шару бетону та розташування арматури. [Чинний від 1995-07-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 1995. 16 с.

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

15. ДСТУ-Н Б В.2.6-101:2010. Конструкції будинків і споруд. Метод визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. [Чинний від 2010-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 83 с.

16. ДСТУ Б EN 12354-1:2014. Будівельна акустика. Визначення акустичних характеристик будівель за характеристиками їх елементів. Частина 1. Ізоляція повітряного шуму між приміщеннями (EN 12354-1:2000, IDT). [Чинний від 2010-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 83 с.

17. ДСТУ Б В.2.6-200:2014. Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу. [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 44 с.

18. ДСТУ Б В.2.2-6-97 (ГОСТ 24940-96). Будинки і споруди. Методи вимірювання освітленості. З поправкою. [Чинний від 1998-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 1997. 44 с.

19. ДСТУ Б В.2.7-226:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності. [Чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 28 с.

20. ДСТУ Б В.2.6-168:2011. Арматурні та закладні вироби зварні, з'єднання зварні арматурні і закладних виробів залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови (ГОСТ 10922-90, MOD). [Чинний від 2012-12-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 6 с.

21. ДСТУ Б В.2.6-182:2011. З'єднання зварні стикові і таврові арматури залізобетонних конструкцій. Ультразвукові методи контролю якості. Правила приймання (ГОСТ 23858-79, MOD). [Чинний від 2012-12-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 31 с.

22. ДСТУ Б В.2.7-202:2009. Цементи та матеріали цементного виробництва. Методи хімічного аналізу. [Чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 85 с.