

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ОБСТЕЖЕННЯ, ВИПРОБУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Навчальний посібник

Чернігів – 2021

УДК [69.058+69.059](075.8)

О-25

Рекомендовано до друку Вченою радою Національного університету «Чернігівська політехніка» (протокол № 6 від 30.06.2021 р.).

Авторський колектив:

Корзаченко Миколай Миколайович, Прибителько Ірина Олександрівна,

Ганєєв Тімур Рашитович, Болотов Максим Геннадійович

Рецензенти:

Білик С. І., доктор технічних наук, професор;

Вовк В. Г., кандидат технічних наук, доцент;

Котельчук Л. С., кандидат технічних наук, доцент.

Обстеження, випробування та експлуатація будівель і споруд : навчальний
О-25 посібник / М. М. Корзаченко, І. О. Прибителько, Т. Р. Ганєєв, М. Г. Болотов. – Чернігів :
НУ «Чернігівська політехніка», 2021. – 110 с.

ISBN 978-617-7932-24-5

У посібнику міститься інформація про порядок виконання обстеження будівель і споруд, причини виникнення деформацій, фізичний знос і природне старіння конструкцій. Описано дефекти будівельних конструкцій та прилади для обстеження будівель і споруд. Призначений для інженерів-будівельників, аспірантів, здобувачів вищих навчальних закладів. Стане в нагоді при вивченні навчальних курсів «Обстеження, випробування та експлуатація будівельних конструкцій», «Науково-технічний моніторинг будівель і споруд», «Технічна експлуатація будівель і споруд» та «Реконструкція та модернізація будівельних систем».

УДК [69.058+69.059](075.8)

ISBN 978-617-7932-24-5

© НУ «Чернігівська політехніка», 2021

ЗМІСТ

Розділ 1. Виявлення дефектів на основі обстежень	5
1.1. Фізичний знос і природне старіння конструкцій	5
1.2. Інженерні вишукування для будівництва	7
1.3. Загальні обстеження будівель і споруд	10
1.4. Причини деформацій будівель і споруд.....	16
Розділ 2. Тріщини в конструкціях	18
2.1. Основні причини появи тріщин в стінах і їх класифікація	18
2.2. Методи та засоби спостереження за тріщинами	25
2.3. Пристрої контролю ширини тріщин	29
2.4. Причини тріщиноутворення в залізобетонних конструкціях	31
2.5. Тріщини при пластичній усадці свіже-укладеного бетону	33
2.6. Температурно-усадочні тріщини.....	35
2.7. Усадочні тріщини при висиханні	36
Розділ 3. Технічне забезпечення обстежень	39
3.1. Прилади для обстеження будівель і споруд.....	39
3.2. Механічні методи випробування.....	42
Розділ 4. Дефекти будівельних конструкцій	46
4.1. Загальні поняття про дефекти	46
4.2. Види дефектів будівельних конструкцій	49
4.3. Дефекти та пошкодження, викликані помилками в проектах	55
4.4. Руйнування викликані деформаціями ґрунтів.....	56
Розділ 5. Фізичний знос конструкцій і елементів	61
Розділ 6. Геодезичний контроль за осіданням будівель і споруд	63
6.1. Збір та аналіз вихідних даних для проектування геодезичного контролю за осіданням споруд	64
6.2. Методи і категорії контролю параметрів, точність і періодичність вимірювань параметрів	65
6.3. Схема розміщення геодезичної контрольно-вимірювальної апаратури.....	66
6.4. Методи, засоби і методика вимірювання перевищень	67
Розділ 7. Конструктивна надійність	69
7.1. Умови експлуатації та вплив навколишнього середовища. Врахування небезпек.....	71
7.2. Відповідальність	73
7.3. Підтримання робочого стану конструкцій.....	74
7.4. Запобігання небезпекам.....	75
7.5. Відмови та їх класифікація.....	77
7.6. Умови забезпечення безвідмовності	80
7.7. Основи розрахунку несучих та огорожуючих конструкцій	82

Розділ 8. Відновлення гідроізоляції стін фундаментів	84
Розділ 9. Умови віднесення будівель до категорій аварійних	87
Розділ 10. Поняття надійності будівель і споруд	89
10.1. Надійність будівель і споруд	89
10.2. Надійність елементів	90
10.3. Розрахунок будівель на надійність	92
10.4. Методи оцінювання надійності конструкцій	94
Розділ 11. Безпека й довговічність будівель і споруд.....	98
11.1. Розрахунок споруд на безпеку й довговічність.....	98
11.2. Забезпечення довговічності будівельних конструкцій в агресивних середовищах	98
Використана література	102
Додатки	104
Додаток А. Словник термінів	104
Додаток Б. Таблиці для розрахунків	108

Розділ 1.

ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ НА ОСНОВІ ОБСТЕЖЕНЬ

1.1. Фізичний знос і природне старіння конструкцій

З перших днів експлуатації всі елементи й конструкції будинків і споруд змінюють свої властивості, поступово знижуючи свої показники якості. Ці зміни відбуваються під впливом багатьох фізико-механічних і хімічних факторів. До них відносяться: неоднорідність матеріалів; поперемінне зволоження, висушування, заморожування і відтавання; вплив солей, кислот, лугів, корозія металу, гниття деревини, стирання конструкцій, тощо. Відбуваються поступові зміни самої структури і властивостей матеріалів.

Всі будівельні матеріали і конструкції поступово руйнуються під впливом зовнішніх факторів: механічних, фізичних, біологічних, хімічних та ін.. Процеси, що руйнують будівельні матеріали внаслідок зовнішнього впливу називаються ерозією і корозією.

Ерозія – процес розмиву водою, стирання піском або пилом поверхні конструкції і будівельних ґрунтів.

Корозія – процес руйнування будівельних матеріалів унаслідок впливу фізико-хімічних явищ. Будівельні матеріали і конструкції схильні до корозії на повітрі, під водою і в ґрунті. Залежно від цього виникають різні види корозії.

На повітрі причиною корозії є проникнення в пори і гігроскопічні тріщини будівельних конструкцій водяної пари. При коливанні температури вода в порах почергово замерзає і розтає, руйнуючи тим самим структуру матеріалу.

Руйнування зовнішніх поверхонь цегляних стін вивітрюванням відбувається під впливом дії вітру, зміни температури, почерговим зволоженням і висиханням, замерзанням води в порах.

У водному середовищі процеси корозії будівельних матеріалів залежать від хімічних властивостей води.

Таким чином, для оцінки та забезпечення надійності будівель і споруд необхідно знати залишковий ресурс всіх конструкцій, термін їх служби, властивості взаємодії матеріалів та методи ремонту, відновлення, підсилення та реконструкції будівель і споруд.

Терміни служби конструкцій є приблизними, розрахунковими величинами, які залежать від зношення матеріалу.

Величина фізичного зносу – це кількісна оцінка технічного стану, що відповідає частині збитків, втрати в порівнянні з початковим станом технічних і експлуатаційних властивостей конструкцій за період експлуатації.

Величина фізичного зносу елементів будинків та споруд визначається візуальним обстеженням з використанням необхідних приладів.

Величина фізичного зносу конструкцій визначається за відповідними таблицями шляхом порівняння наведених в них ознак фізичного зносу, з виявленими під час обстеження.

Конкретний відсоток величини фізичного зносу в межах наведеного в таблиці інтервалу визначається виходячи з таких міркувань:

- якщо елемент має всі ознаки фізичного зносу, що відповідають даному інтервалові, то величина зносу приймається рівною верхній межі інтервалу;
- якщо в елементі виявлена тільки одна з кількох ознак зносу, його величина приймається рівною нижній межі інтервалу;
- якщо оцінку величині фізичного зносу треба визначити тільки за однією ознакою, то її обчислюють шляхом інтерполяції в залежності від розміру або характеру існуючих несправностей.

Таблиця 1 – Шкала оцінки зносу елементів будинку

Дані з таблиці 5.1 [1]			Рекомендовані зміни та доповнення
Фізичний знос, %	Оцінка технічного стану	Загальна характеристика технічного стану	
1	2	3	4
-	-	-	Позначити класом ЗС-5*

1	2	3	4
0-20	Добрий	Пошкоджень і деформацій немає. Є окремі несправності, що не впливають на експлуатацію елемента і усуваються під час ремонту	Позначити класом ЗС-4
21-40	Задовільний	Елементи будівлі в цілому придатні для експлуатації, але потребують ремонту, який найдоцільніший на цій стадії	Позначити класом ЗС-3
41-60	Незадовільний	Експлуатація елементів будинку можлива лише при умові проведення їх ремонту	Позначити класом ЗС-2
61-80	Ветхий	Стан несучих конструктивних елементів аварійний, а не несучих – дуже ветхий. Обмежене виконання елементами будинку своїх функцій	Позначити класом ЗС-1
81-100	непридатний	Елементи будинку знаходяться у зруйнованому стані. При зносі 100 % залишки елемента повністю ліквідовані	Позначити класом ЗС-0

* – будинки які взагалі не мають пошкоджень, наприклад щойно зведені та здані в експлуатацію.

1.2. Інженерні вишукування для будівництва

Інженерні вишукування для будівництва виконують відповідно до ДБН А.2.1-1.

Інженерні вишукування для будівництва поділяють на:

- інженерно-геодезичні;
- інженерно-геологічні;
- геотехнічні та інженерно-гідрогеологічні;
- інженерно-гідрометеорологічні;
- вишукування для раціонального використання та охорони навколишнього середовища;
- спеціалізовані (умовно вишуквальні).

Інженерно-геологічні вишукування виконують з метою вивчення та оцінки інженерно-геологічних умов території (ділянки) будівництва для:

- визначення характеристик інженерно-геологічних умов території та отримання вихідних даних для проектів будівництва відповідно до СНиП 2.02.01, ДСТУ Б В.2.1-4 тощо;
- прогнозування змін інженерно-геологічних умов під дією природних і техногенних факторів, визначення допустимих впливів на елементи геологічного середовища та способів досягнення потрібного стану цього середовища;
- оцінювання ризику життєдіяльності людини на конкретних територіях;
- розроблення проектів захисту територій та окремих об'єктів від несприятливих і небезпечних процесів.

Підставою для складання програми виконання робіт з інженерно-геологічних вишукувань слугує технічне завдання (див. ДБН А.2.1-1-2008 дод. Е).

Технічне завдання на виконання інженерно-геологічних вишукувань для будівництва повинно містити:

- найменування об'єкта;
- дані про місце розташування та межі ділянки будівництва;
- цілі та види вишукувань;
- вид будівництва (нове будівництво, реконструкція, технічне переоснащення) або вид робіт на існуючому об'єкті (консервація, ліквідація тощо);
- інформацію про стадійність проектування і будівництва;
- характеристику проєктованих об'єктів: дані про конструктивні рішення надземної частини, типи фундаментів, глибини їх закладання, орієнтовні навантаження на основи;
- відомості про необхідні заходи інженерного захисту об'єктів і території;
- відомості про раніше виконані інженерні вишукування та дослідження на території проєктованого будівництва;
- відомості про необхідність проведення вишукувань у процесі будівництва;
- додаткові вимоги, обумовлені галузевою специфікою проєктованого об'єкта.

Програма виконання інженерно-геологічних вишукувань повинна складатися на основі відповідного технічного завдання, оцінки категорії складності інженерно-геологічних умов (див. ДБН А.2.1-1-2008 дод. Ж), складності геотехнічного будівництва (див. ДБН А.2.1-1-2008 дод. И), ступеня вивченості ділянки і порядку розроблення проектної документації.

У випадку, коли будівництво передбачають на достатньо вивченій території чи планують будівництво будівель і споруд II й III рівнів відповідальності, замість програми робіт можна скласти технічний припис.

За складом інженерно-геологічні вишукування повинні бути комплексними і включати види робіт, які направлені на вивчення геологічної будови, стану та властивостей ґрунтів, гідрогеологічних умов, інженерно-геологічних процесів і явищ, а також на розроблення різних прогнозів.

Види та обсяги інженерно-геологічних робіт визначаються залежно від:

- ступеня інженерно-геологічної вивченості території;
- цільового призначення вишукувань;
- складності геологічних умов;
- наявності ґрунтів із особливими властивостями;
- глибини залягання та режиму підземних вод;
- зони активної взаємодії з геологічним середовищем;
- рівня відповідальності будівель і споруд.

Польові дослідні роботи виконуються для отримання даних про властивості ґрунтів у масиві, на місці їх залягання, за неможливості отримання достовірних результатів лабораторними методами; для визначення (уточнення) перехідних коефіцієнтів від лабораторної до натурної моделі, а також під час будівництва будівель і споруд підвищеного рівня відповідальності та у районах розповсюдження ґрунтів із особливими властивостями.

Перелік польових і лабораторних методів випробувань ґрунтів наведено у ДБН А.2.1-1-2008 додаток М.

1.3. Загальні обстеження будівель і споруд

Основною метою технічного обстеження будинків є визначення поточного технічного стану конструкцій будинків і споруд, виявлення ступеню фізичного зносу, дефектів, з'ясування експлуатаційних характеристик конструкцій, прогнозування їхньої поведінки у майбутньому.

Технічне обстеження будинків і споруд проводиться у наступних випадках:

- оцінка фізичного зносу конструкцій і інженерних систем (наприклад для поновлення незавершеного будівництва);
- визначення стану конструкцій внаслідок дії пожеж, потопів тощо;
- обстеження конструкцій з метою перепланування будинку, надбудови поверхів, улаштування підвалу, поглиблення підвальної частини;
- при плановому капітальному ремонті будинку;
- при модернізації або реконструкції будинку;
- виявленні деформацій несучих конструкцій.

Основною метою технічного обстеження будівель є визначення поточного технічного стану конструкцій будівлі або споруди, виявлення ступеня фізичного зносу, дефектів, з'ясування експлуатаційних якостей конструкцій; прогнозування їх поведінки в майбутньому.

Технічне обстеження будівель проводиться, зокрема, в таких випадках:

- Оцінка фізичного зносу конструкцій і інженерних систем (наприклад, якщо планується поновлення незавершеного будівництва);
- Визначення стану конструкцій унаслідок їх затоки, пожежі і т. д.;
- Обстеження конструкцій на предмет подальшої перепланування будівлі, надбудови поверхів, поглиблення підвальної частини;
- При планованому капітальному ремонті будівлі;
- При модернізації або реконструкції будівлі;
- Для виявлення причин деформацій стін, перекриттів, колон;
- При встановленні причин появи вогкості на стінах і промерзання.

Технічне обстеження будівель та споруд проводиться у кілька етапів.

Перший етап - попереднє обстеження будівель і споруд.

Основним завданням попереднього обстеження є визначення загального стану будівельних конструкцій та виробничого середовища, визначення складу намічуваних робіт та збору вихідних даних, необхідних для складання технічного завдання на детальне інструментальне дослідження для встановлення вартості намічуваних робіт та укладання договору із замовником.

До складу робіт за попередньою обстеження входять:

- Загальний огляд будівлі;
- Збір загальних відомостей про будівлю (час будівництва, терміни експлуатації);
- Загальна характеристика об'ємно-планувального і конструктивного рішень і систем інженерного обладнання;
- Виявлення особливостей технології виробництва для виробничих будівель з точки зору їх впливу на будівельні конструкції;
- Визначення фактичних параметрів мікроклімату або виробничого середовища, температурно-вологісного режиму приміщення, наявності агресивних до будівельних конструкцій технологічних виділень, збір відомостей про антикорозійних заходах;
- Гідрогеологічні умови ділянки і загальні характеристики ґрунтів основ;
- Ознайомлення з архівними матеріалами вишукувань;
- Вивчення матеріалів, які проводилися раніше на даному об'єкті обстежень виробничого середовища та стану будівельних конструкцій.

На стадії попереднього візуального обстеження встановлюються за зовнішніми ознаками категорії технічного стану конструкцій в залежності від наявних дефектів і пошкоджень.



Рис. 1.1 – Виявлення дефектів під час технічного обстеження

Другий етап - детальне інструментальне обстеження будівель і споруд.

Детальне обстеження включає:

- Візуальне обстеження конструкцій (з фотофіксацією дефектів);
- Обмірні роботи - визначаються конфігурація, розміри, положення в плані і по вертикалі конструкцій та їх елементів;
- Інструментальні обстеження:
 - Вимірювання прогинів і деформацій;
 - Визначення характеристик матеріалу несучих конструкцій;
 - Осідання фундаментів і деформації ґрунтів підстав.



Рис. 1.2 – Дослідження ґрунту під подошвою фундаменту



Рис. 1.3 – Дослідження ґрунтів у котловані

Третій етап - визначення фізико-технічних характеристик матеріалів обстежуваних конструкцій в лабораторних умовах.



Рис. 1.4 – Дослідження матеріалів у лабораторії

Четвертий етап - узагальнення результатів досліджень.

За результатами обстеження складаються:

- Технічний звіт, що містить результат обстеження (плани в розрізі будівлі з геологічними профілями, конструктивні особливості будівлі, фундаментів, їх геометрія;

- Схеми розташування реперів і марок; опис прийнятої системи вимірювань; фотографії, графіки й епюри горизонтальних і вертикальних переміщень, кренів, розвитку тріщин, перелік факторів, що сприяють виникненню деформацій;

- Оцінка міцнісних та деформаційних характеристик ґрунтів основ і матеріалу конструкцій);

- Технічний висновок про категорію технічного стану будівлі з оцінками можливості сприйняття їм додаткових деформацій або інших впливів, зумовлених новим будівництвом або реконструкцією, а в разі необхідності - перелік заходів для підсилення конструкцій і зміцнення ґрунтів основ.

Дані про технічний стан будівельних конструкцій, висновки про можливість їх подальшої експлуатації або завдання про детальне обстеження, які визначають на стадії попереднього обстеження, бажано представляти у вигляді таблиць.

Таблиця 2 – Технічний стан обстежуваних конструкцій

Найменування будівельних конструкцій, приміщень, осей, відміток	Конструктивні рішення, матеріали	Характер і розмір дефекту або пошкодження (з зазначенням дати обстеження)	Можлива причина виникнення	Висновки про можливість подальшої експлуатації або задачі детального обстеження
1	2	3	4	5

Також при відсутності проектно-технічної документації, що досить часто спостерігається в приватному будівництві, необхідно виконати обмірні креслення будівлі або споруди, ескізи обстежуваних конструкцій і вузлів з'єднань з необхідними розмірами елементів.

Особливу увагу необхідно приділити обстеженню прилеглої території, встановити наявність поблизу будівель засипаних ярів, провалів, зон зсувів та інших небезпечних геологічних і гідрогеологічних явищ.

Необхідно вести детальну фото фіксацію, з фотографуванням фасадів, несучих конструкцій, виявлених деформацій, пошкоджень та ін..при загальному обстеженні необхідно використовувати візуальний огляд всіх конструкцій з використанням найпростіших інструментів і приладів (відвіси, лінзи, біноклі, сталеві лінійки, штангель циркулі і т. ін..)

Наприклад, орієнтовну оцінку міцності бетону можна зробити за величиною сліду при простукуванні молотком або ударом зубила, поставленого лезом на поверхню бетону.

Таблиця 3 – орієнтовна оцінка міцності бетону шляхом простукування поверхні молотком

Результати одного удару середньої сили молотком вагою 0,4-0,8 кг		Міцність бетону, МПа
Безпосередньо на поверхні бетону	За зубилом, яке встановлене лезом на бетон	
1	2	3
На поверхні бетону залишається слабкий слід, навколо якого утворюються і можуть відколюватися тонкі пластинки бетонного шару	Неглибокий слід, бетонні пластинки не відколюються	Більше 20
На поверхні бетону залишається помітний слід, навколо якого можуть відколюватися тонкі пластинки бетону	Від поверхні бетону відділяється гострі пластинки	20-10
Бетон кришиться і обсипається, при ударі по ребру відділяються великі шматки	Зубило проникає в бетон на глибину до 5 мм, бетон кришиться	10-7
Залишається глибокий слід	Зубило забивається в бетон на глибину більше 5 мм	Менше 7

1.4. Причини деформацій будівель і споруд

Формами і видами відхилень (погіршеннями) характеристик і показників працездатності і надійності споруд є: деформації, тріщиноутворення, опади, корозія, механічні, фізико-хімічні або біологічні пошкодження, втрата стійкості, обвалення конструкцій, аварії та катастрофи. Пошкодження можуть бути викликані двома групами причин:

1 - зовнішні причини: несприятливі природно-кліматичні, інженерно-геологічні умови; довготривалі фізичні, хімічні, електрохімічні, мікробіологічні процеси руйнування конструкцій будівлі, що викликають природне "старіння" будівельних матеріалів і великий "фізичний" знос конструкцій; стихійні явища (повені, землетруси, пожежі, провали, обвали, зсуви тощо); незадовільна якість експлуатації об'єкта; погіршення екології навколишнього середовища;

2 - внутрішні причини: помилки дослідників при вивченні інженерно-гідрогеологічних умов будівельного майданчика; несприятливе розташування об'єкта поблизу водойм, підземних виробок; помилки конструктивного та технологічного характеру, допущені при проектуванні і виробництві робіт; незадовільна якість будівельних матеріалів або їх знос і старіння; погіршення властивостей ґрунтів у результаті зволоження глинистих, замочування лесових, відтавання мерзлих ґрунтів, різкого підвищення рівня підземних вод, технологічних забруднень основ; ущільнення ґрунтів основ під впливом навантажень, переданих новими будівлями та спорудами; проведення будівельних робіт поблизу існуючих будівель (розробка котлованів і траншей, прокладання підземних комунікацій, транспортних тунелів, динамічні навантаження від транспорту, при забиванні паль, зануренні шпунта і т. п.).

Значна кількість деформацій і аварійних станів будівель пов'язана з впливом техногенних процесів, зміною вологісного режиму роботи підземних конструкцій. Зниження рівня ґрунтових вод (як і підтоплення основ) змінює властивості ґрунту і викликає його осадку, що призводить до деформацій, нахилу, розтріскування конструкцій. У результаті зміни вологісного режиму і замочування ґрунтів

можливі: осідання, зсуви, селі, випор, розчинення, розм'якшення зв'язних ґрунтів, карст, засолення, коагуляція, набухання, вилуговування, розуцільнення, розпушення, руйнування структури та інші процеси.

Причинами осадових тріщин можуть бути: помилки при дослідженнях і в проекті (невиявлені пливуні, карстові та просадні породи і включення, проектування під частиною будівлі підвальних приміщень): недоліки в підготовці основи (зайвий вибір ґрунту в основі і погане ущільнення знову підсипаної); вимивання основи при відкачуванні води з котловану; недоліки при влаштуванні фундаментів (неякісний матеріал і непроектних конструкції фундаментів; зміщення фундаментів з проектною осі; додаткові навантаження від будівель, що добудовуються; пропуск або неякісне виконання армованих поясів і ростверків по верху фундаментів); недоліки при експлуатації об'єктів (підтоплення і вимивання основ атмосферними, побутовими або технологічними водами); зволоження ґрунту основи протіканнями трубопроводів інженерних систем; неправильне влаштування підпірних стін або відсутність їх при улаштуванні котлованів і траншей рядом з існуючим будинком; відкачування ґрунтових вод при виробництві робіт поблизу зведеної будівлі; промерзання ґрунтів у підвалах при порушенні режиму опалення.

Розділ 2. ТРИЩИНИ В КОНСТРУКЦІЯХ

2.1. Основні причини появи тріщин у стінах і їх класифікація

Основними причинами появи тріщин у стінах зазвичай є:

а) нерівномірне осідання фундаментів;

б) температурні деформації стін великої протяжності, якщо при зведенні їх не були передбачені температурні шви;

в) місцеві перевантаження окремих ділянок стін у результаті пробивання в них різного роду отворів (технологічних, монтажних та іншого призначення) без дотримання певних технічних вимог.



Рис. 2.1 – Утворення тріщин унаслідок проведення некоректних робіт з пробивання та закладення отворів

У переважній кількості випадків тріщини в кам'яних стінах утворюються через нерівномірне осідання фундаментів, яке відбувається внаслідок:

- Неоднорідного ґрунту основи або нерівномірності навантаження на нього, неврахованої при проектуванні споруди;

- Вимивання ґрунту з-під фундаментів ґрунтовими водами, водою з несправних мереж водопроводу, каналізації, теплофікації або технологічними водами, що проливаються на підлоги виробничих приміщень і проникаючими в ґрунт під фундаменти, через відсутність або несправність гідроізоляції підлог;

- Місцевих руйнувань фундаментів при впливі на них агресивних рідин або інших факторів, у результаті чого створюється перевантаження окремих ділянок основи.



Рис. 2.2 – Утворення тріщин внаслідок просідання фундаменту

Розглянемо також і основні причини деформації та пошкодження стін

Конструктивні помилки:

- Нерівномірні усадки частини будівлі, в результаті чого в цегляній кладці з'являються зусилля, що призводять до розриву кладки і утворення тріщин;

- Невідповідність несучої здатності матеріалу стін діючому навантаженню;

- Застосування теплих розчинів з шлаковими добавками і підвищеною зольністю;

- Порушення просторової жорсткості стінового кістяка, особливо в будівлях споруд середини 20-х - початку 30-х рр. в слабо-перев'язаних в місцях примикання поперечних несучих стін до зовнішніх самонесучих, що особливо проявляється при порівняно слабких ґрунтах.

Незадовільна експлуатація:

- Просадка фундаментів через незадовільний технічний стан підземних інженерних комунікацій;

- Систематичне перезволоження кладки стін в результаті несправного стану карнизних зливів покрівель із сталевих листів, водостічних труб, вимощення навколо будівлі;

- Порушення шарнірного зв'язку стін з диском перекриття при значному порушенні перетину дерев'яних балок перекриттів, що призводить до відхилення стін від вертикальної осі за рахунок нахилу всієї стіни або випучуванню її окремих ділянок;

- Вивітрювання розчину на значну глибину кладки.

Виробничі помилки:

- Пробивка отворів у цегляній кладці з порушенням технологічної послідовності;

- Бічне випинання кладки внаслідок одностороннього розпору зводу перекриття;

- Оштукатурювання поверхні кладки цементним або жирним розчином, а також забарвлення цегляної поверхні олійними фарбами, що володіють малою повітропроникністю, що порушує нормальний вологісний режим стін;

- Неякісна закладення раніше пробитих гнізд або штраб для монтажу балок або плит перекриттів;

- Розбирання перекриттів з порушенням технології, що призводить до порушення монолітності цегляної кладки;

- Укладання балок і гачків перекриттів без розподільчих плит або пластин, що також може порушити кладку.

Помилки проектування:

- Перерозподіл діючих навантажень, що приводить до перенапруження основ або цегельних простінків малого перерізу;

- Збільшення поверховості будівлі без обліку дійсної несучої здатності стін і фундаментів;

- Розташування знову проєктованого будинку в безпосередній близькості від існуючого без розробки особливих заходів, спрямованих на зниження впливу на роботу ґрунту під існуючими фундаментами, додаткової навантаженням від нового будівництва.



Рис. 2.3 – Вивітрювання кладки та випадіння перемички цегляної стіни



Рис. 2.4 – Деструкція стіни: вивітрювання, утворення висолів, пліснява та мох на поверхні

За ступенем небезпеки для несучих та огорожуючих конструкцій тріщини можна розділити на три групи.

- Тріщини безпечні, погіршують тільки якість лицьової поверхні.
- Небезпечні тріщини, що викликають значне ослаблення перерізів, розвиток яких триває з неослабною інтенсивністю.
- Тріщини проміжної групи, які погіршують експлуатаційні властивості, знижують надійність і довговічність конструкцій, проте ще не сприяють повному їх руйнуванню.

Виникнення тріщин у залізобетонних або кам'яних конструкціях визначається локальними перенапруженнями, зволоженням бетону і розклинюється дією льоду в порах матеріалу, корозією арматури і дією багатьох важкопрогнозованих факторів.

Слід розрізняти тріщини, поява яких викликана напруженнями, що виявилися в залізобетонних конструкціях в процесі виготовлення, транспортування та монтажу, і тріщини, зумовлені експлуатаційними навантаженнями і впливом навколишнього середовища.

У залізобетонних конструкціях до тріщин, що з'явилися в доексплуатаційній період, відносяться: усадочні тріщини, викликані швидким висиханням поверхневого шару бетону і скороченням обсягу, а також тріщини від набрякання бетону; тріщини, викликані нерівномірним охолодженням бетону; тріщини, викликані гідратаційним нагріванням при твердінні бетону в масивних конструкціях; тріщини технологічного походження, що виникли в збірних залізобетонних елементах в процесі виготовлення, транспортування та монтажу.



Рис. 2.5 – Деформації залізобетонних елементів

Тріщини, що з'явилися в експлуатаційний період, поділяються на такі види: тріщини, що виникли в результаті температурних деформацій через порушення вимог пристроїв температурних швів або неправильності

розрахунку статично невизначеної системи на температурні впливи; тріщини, викликані нерівномірністю осадки ґрунтів основи; тріщини, зумовлені силовими впливами, що перевищують здатність залізобетонних елементів сприймати розтягуючі зусилля.

Нижче наведено класифікацію тріщин, яка може бути використана при обстеженні стану будівель і споруд:

1. Характеристики ширини поверхових тріщин, мм:

- супертонка – більше 0,1;
- дуже тонка – 0,1-0,3;
- тонка - 0,3-1;
- в міру широка – 1-2;
- широка – 2-5;
- дуже широка – 5-10;
- суперширока – 10.

2. Характеристики відстані між близько розташованими тріщинами, м:

- суперблизько розміщені – більше 0,025;
- дуже близько розташовані – 0,025-0,1;
- близько розташовані – 0,1-0,25;
- відстань в міру – 0,25-0,5;
- велика відстань – 0,5-1;
- дуже велика відстань – 1-10;
- супервелика відстань – більше 10;
- ізольована – одна.

Тріщини розміром до 0,1 мм називають волосяними і в основному їх не відносять до категорії небезпечні. Тріщини від 0,1 до 0,5 мм є найбільш частими, і підлягають більш ретельному обстеженню і локалізації. Тріщини від 0,5 до 1 мм, як правило, потребують термінового ремонту (якщо це силові тріщини), їх можна класифікувати наступним чином, мм:

- волосяна – менше 0,1;
- допустима – від 0,1 до 0,3;

- крупна – від 0,5 до 0,7;
- дуже крупна (небезпечна) – від 0,7 до 3;
- розлом – більше 3.



Рис. 2.6 – Тріщина, що йде від покрівлі до фундаменту

2.2. Методи та засоби спостереження за тріщинами

При наявності тріщин на несучих конструкціях будівель і споруд необхідно організувати систематичне спостереження за їх станом і можливим розвитком з тим, щоб з'ясувати характер деформацій конструкцій і ступінь їх небезпеки для подальшої експлуатації.

Спостереження за розвитком тріщин проводиться за графіком, який у кожному окремому випадку складається в залежності від конкретних умов.

Тріщини виявляються шляхом огляду поверхонь конструкцій, а також вибіркового зняття з конструкцій захисних або оздоблювальних покриттів.

Слід визначити положення, форму, напрямок, розповсюдження по довжині, ширину розкриття, глибину, а також встановити, продовжується або припинився їх розвиток.

На кожній тріщині встановлюють маяк, який при розвитку тріщини розривається. Маяк встановлюють в місці найбільшого розвитку тріщини.

При спостереженнях за розвитком тріщин по довжині кінці тріщин під час кожного огляду фіксуються поперечними штрихами, нанесеними фарбою або гострим інструментом на поверхні конструкції. Поруч з кожним штрихом проставляють дату огляду.

Розташування тріщин схематично наносять на креслення загального вигляду розгортки стін будівлі, відзначаючи номери і дату установки маяків. На кожну тріщину складають графік її розвитку та розкриття.

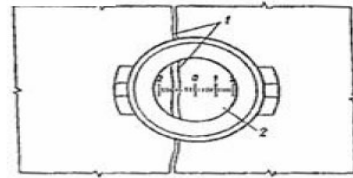
Тріщини і маяки відповідно до графіка спостереження періодично оглядаються, і за результатами огляду складається акт, в якому зазначаються: дата огляду, креслення з розташуванням тріщин і маяків, відомості про стан тріщин і маяків, відомості про відсутність або появу нових тріщин і установка на них маяків.

Ширину розкриття тріщин зазвичай визначають за допомогою мікроскопа МПБ-2 з ціною поділки 0,02 мм, межею вимірювання 6,5 мм і мікроскопа МИР-2 з межами вимірювань від 0,015 до 0,6 мм, а також лупи з масштабним поділом (лупи Бринеля) (Рис. 2.7) або інших приладів та інструментів, що забезпечують точність вимірювань не нижче 0,1 мм.

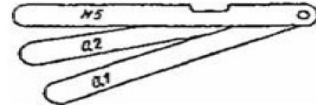
Глибину тріщин встановлюють, застосовуючи голки і дротяні щупи, а також за допомогою ультразвукових приладів типу УКБ-1М, бетон-3М, УК-10П і інші. Схема визначення глибини тріщин ультразвуковими методами вказана на рис. 2.8.



a)



б)



в)



г)



д)

Рис. 2.7 – Прилади для вимірювання розкриття тріщин:
 а) – відліковим мікроскопом МПБ-2; б) – вимірювання ширини розкриття тріщини лупою: 1 – тріщина, 2 – поділ шкали лупи;
 в) – щуп; г) – штангенциркуль; д) – мікрометр.

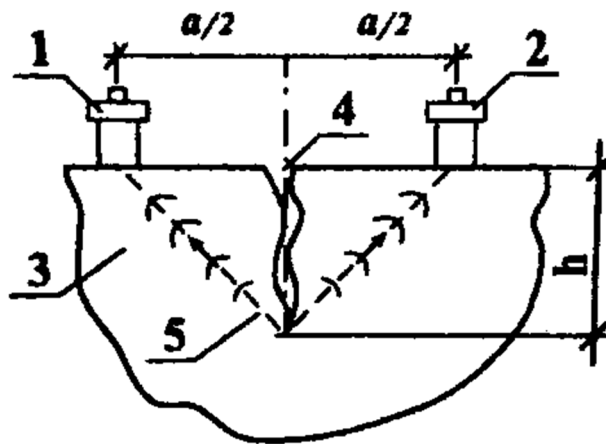


Рис. 2.8 – Визначення глибини тріщин в конструкції:
 1 – випромінювач; 2 – приймач

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

Важливим засобом в оцінці деформації та розвитку тріщин є маяки: вони дозволяють встановити якісну картину деформації та їх величину.

Маяк являє собою пластинку завдовжки 200-250 мм, шириною 40-50 мм, висотою 6-10 м, з гіпсу або цементно-піщаного розчину, накладену поперек тріщини, або дві скляні або металеві пластинки, із закріпленням одним кінцем кожна по різні сторони тріщини, або важеля. Розрив маяка або зсув пластинок по відношенню одна до одної свідчать про розвиток деформацій.

Маяк встановлюють на основний матеріал стіни, видаливши попередньо з її поверхні штукатурку. Рекомендується розміщувати маяки також у попередньо вирубаних штрабах (особливо при їх установці на горизонтальну або похилу поверхню). В цьому випадку штраби заповнюються гіпсовим або цементно-піщаним розчином.

Огляд маяків проводиться через тиждень після їх встановлення, а потім один раз на місяць. При інтенсивному тріщиноутворенні обов'язковий щоденний контроль.

Ширина розкриття тріщин в процесі спостереження вимірюється за допомогою щілемірів або тріщиномірів. Конструкція щілеміра або тріщиноміра може бути різною залежно від ширини тріщини або шва між елементами, виду та умов експлуатації конструкцій.

Глибина розкриття не наскрізних (сліпих) тріщин H визначається за допомогою щупів за наступною формулою:

$$H = d \cdot h / b + 5 \text{ мм},$$

де d – розкриття тріщини ззовні в мм (середнє з трьох замірів);

b, h – товщина щупу і глибина занурення щупу в тріщину в мм без зусилля (середнє з трьох вимірів при суміщенні щупу по тріщині на 1-2 см).

Якщо за 30 діб зміна розмірів тріщин не виявлена, їх розвиток можна вважати закінченим, маяки можна знімати, а тріщини заробляти.

Найбільш просте рішення має пластинчастий маяк (рис. 2.9). Він складається з двох металевих, скляних або пластикових пластинок, які мають риски і які укріплені на розчині так, щоб при розкритті тріщини пластинки

ковзались одна по іншій. Краї пластинок повинні бути паралельні одна одній. Після прикріплення пластинок до конструкції відзначають на них номер і дату установки маяка. За вимірами відстані між рисками визначають величину розкриття тріщини.

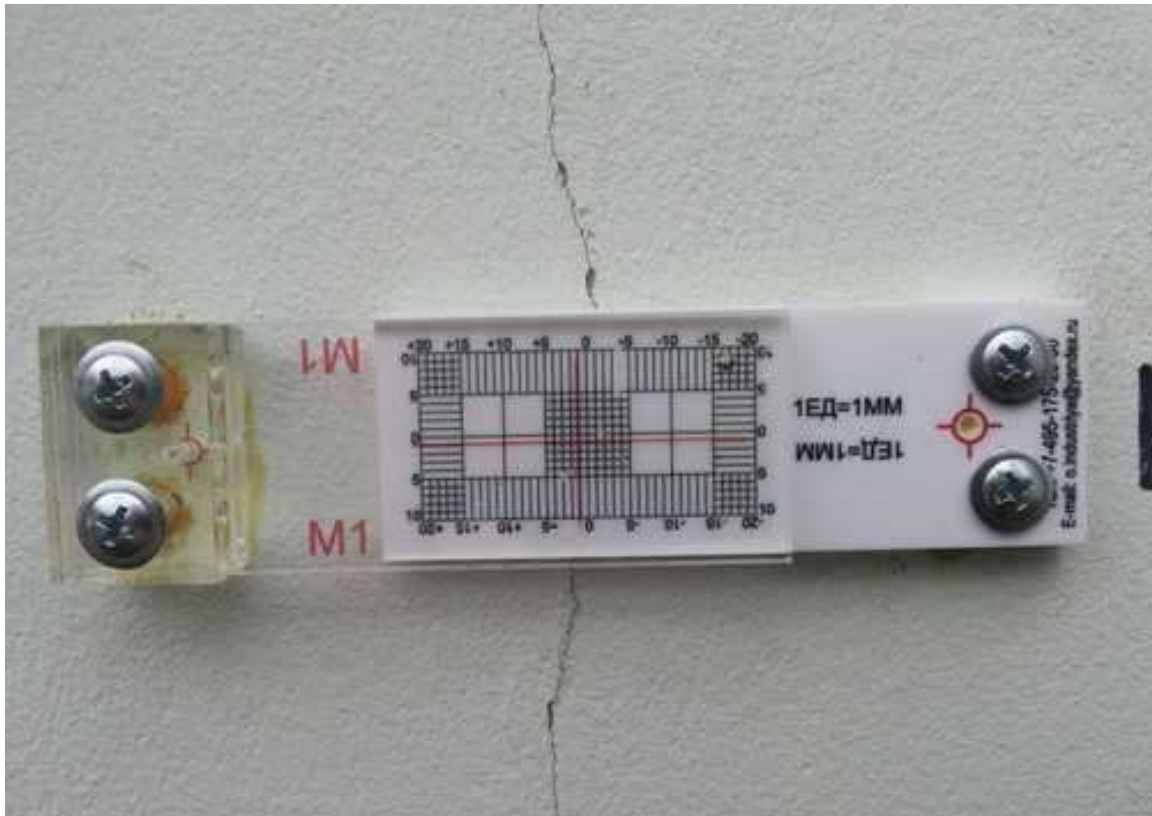


Рис. 2.9 – Пластинчастий маяк

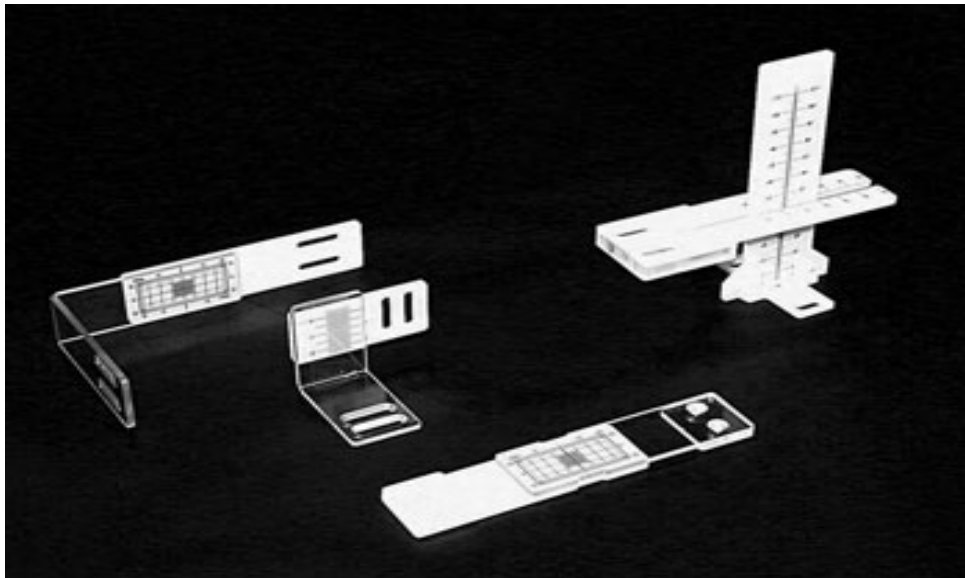
Джерело: <https://festima.ru/docs/47464811/moscow/mayaki-m1-dlya-nablyudeniya-zatreshchinami-i>.

2.3. Пристрої контролю ширини тріщин

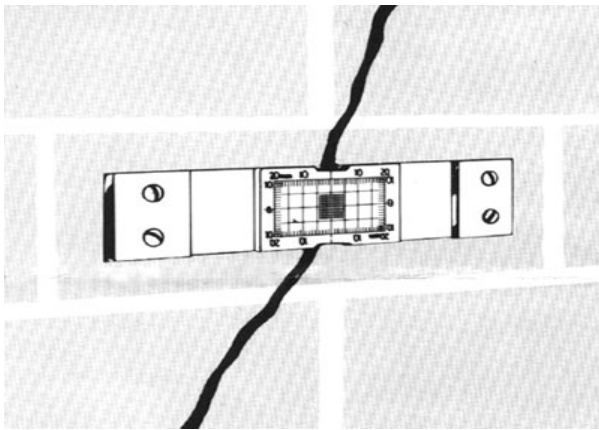
Вітчизняними і зарубіжними виробниками складного аналітичного та випробувального обладнання був розроблений широкий діапазон приладів контролю ширини тріщин в стінах будівель і споруд.

Розглянемо детальніше продукт італійської фірми «CONTROLS»: 58-C0219/SET Set of crack spy – пристрій контролю ширини тріщин (рис. 2.10).

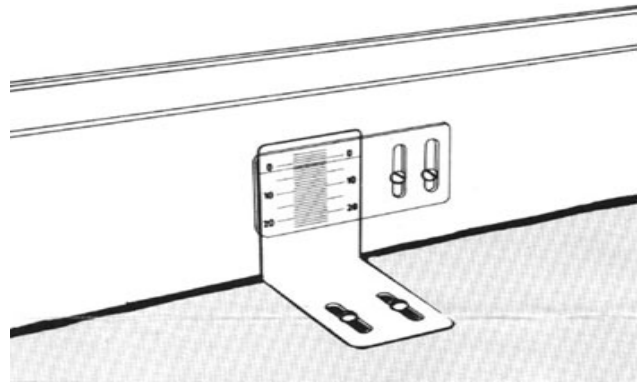
Застосовуються дані пристрої для вимірювання ширини тріщин в різних положеннях. Виготовлені з плексигласу і ПВХ.



a)



б)



в)

Рис. 2.10 – Набір 58-C0219/SET Set of crack spy:

a) – загальний вид; б) – пристрій встановлено на тріщину;

в) – приклад закріплення пристрою

Джерело: <https://smekni.com/a/216138-2/kontrol-za-povedeniem-treshchin-v-stenakh-2/>.

Основні характеристики:

- використання всередині і зовні приміщень;
- контроль розкриття або закриття тріщин з точністю до 1 мм;
- наявність картки для реєстрації тріщин, що поставляються з кожним пристроєм, які спрощують контроль;
- можливість відстеження як вертикального, так і горизонтального зміщення.

Даний набір включає в себе:

58-C0219/A1. Стандартний пристрій контролю ширини тріщин в стінах. Упаковка з 5 шт. Стандартне розміщення. Контролює горизонтальне і вертикальне зміщення між кінцями тріщин.

58-C0219/B1. Пристрій контролю ширини тріщин для кутів. Розміщення в кутах. Контролює горизонтальне і вертикальне зміщення на кінцях тріщин у кутку.

58-C0219/C1. Пристрій контролю ширини тріщин для підлог Розміщення на підлозі. Контролює осадку підлог щодо стін або стійок.

58-C0219/D1. Пристрій контролю ширини тріщин через різницю рівнів. Різниця рівнів / контроль зсуву. Контролює зміщення на кінцях тріщини при зміщенні площині однієї поверхні відносно іншої.

2.4. Причини тріщиноутворення в залізобетонних конструкціях

Існує багато причин тріщиноутворення в залізобетонних конструкціях, але з практичних міркувань їх можна розділити на три основні категорії.

1. Тріщини, що впливають на несучу здатність конструкції (конструктивні тріщини). Це означає, що тріщини впливають на стійкість або знижують коефіцієнт безпеки споруди або його частини. Це не означає, що споруда знаходиться в аварійному стані. Конструктивні тріщини можуть бути викликані:

а) помилками при проектуванні;

б) перевантаженнями споруди вище розрахункових навантажень при зміні умов експлуатації;

в) помилками в методах будівництва або недоліками застосовуваних матеріалів;

г) непередбаченими ситуаціями, наприклад вибухом, ударом і т. п. (пошкодження від пожежі віднесені в окрему категорію).

2. Тріщини від пожежі. Частина з них може бути конструктивними, а частина – неконструктивними (структурними). Вони завжди супроводжуються розшаруванням бетону та іншими ушкодженнями.

3. Неконструктивні тріщини. Ці тріщини викликаються причинами, що можуть бути розділені на кілька основних типів:

- а) тріщини при пластичній усадці;
- б) температурно-усадочні тріщини в бетоні в ранньому віці;
- в) усадочні тріщини при висиханні;
- г) тріщини від корозії арматури.

Ретельне обстеження характеру тріщин дає дуже корисну інформацію і, як правило, дозволяє визначити їх причину. Такі фактори, як положення тріщини, форма, напрямок (вертикальна, горизонтальна або похила), їх орієнтація по відношенню до робочої арматури (паралельна або перпендикулярна), дуже важливі. Велике значення має також прогин елемента. Ширина розкриття тріщини повинна бути визначена по можливості з більшим ступенем точності. Однак вона може значно змінюватися, коли тріщина огинає зерна заповнювача. Дуже велика точність вимірів в цьому випадку не обов'язкова і практично неможлива. Також слід виміряти товщину захисного шару арматури.

Якщо причини тріщиноутворення не можуть бути встановлені на підставі зазначених даних, то доцільно перевірити розрахунки, схему армування і точність дотримання технічних умов.

Більшість тріщин відноситься до неконструктивних і в існуючих будівлях виникають в зв'язку з поганою якістю бетону або недостатньою товщиною захисного шару арматури. Тріщини при пластичній усадці зазвичай проявляються зразу ж після укладання бетону. Температурно-усадочні тріщини, як правило, з'являються після зняття опалубки. Якщо опалубка не застосовується, то ці тріщини з'являються через 48 годин після укладання, хоча вони часто непомітні протягом декількох днів і навіть тижнів. Застосування при витримуванні захисної плівки дозволяє уникнути цих дрібних тріщин. Ширина температурних усадочних тріщин збільшується при звичайній усадці від висихання.

2.5. Тріщини при пластичній усадці свіже-укладеного бетону

Існує два типи тріщин при пластичній усадці. Перші, найбільш поширені, з'являються в результаті дуже швидкого випаровування вологи з відкритої поверхні бетону, коли він знаходиться ще в пластичному стані. Зазвичай вони називаються поверхневими тріщинами при пластичній усадці. Такі тріщини на горизонтальній поверхні утворюються внаслідок швидкого випаровування з неї вологи (висихання). Коли швидкість випаровування перевищує швидкість підйому води до поверхні, поверхня свіже-укладеного бетону при пластичній усадці розтріскується.

Швидкість, з якою вода в бетонній суміші досягає поверхні, і загальна кількість води залежать від багатьох факторів, з яких не всі добре вивчені. Нижче вказані чинники, які мають велике значення для даного явища:

- 1) зерновий склад, вологовміст, водопоглинання та тип використовуваного заповнювача;
- 2) загальний вміст води в суміші;
- 3) витрата цементу;
- 4) товщина бетонної плити;
- 5) характеристики всіх використовуваних добавок;
- 6) щільність бетону, важливо також чи була зволожена опалубка (або підстильний шар розчину), на яку був покладений бетон.

Швидкість випаровування вологи з поверхні також залежить від ряду досить факторів: відносної вологості; температури бетону; температури навколишнього повітря; швидкості вітру; ступеня впливу сонця і вітру на поверхню плити.

Поверхневі тріщини при пластичній усадці є волосяні, досить прямі, довжиною 50-750 мм. Вони часто розташовуються перпендикулярно робочій арматурі. Іноді кілька тріщин утворюються паралельно одна одній на відстані 50-80 мм. Тріщини, як правило, неглибокі і рідко проникають нижче верхньої частини захисного шару бетону, хоча в несприятливих умовах вони можуть бути більш глибокими і навіть прорізати шар бетону наскрізь.

Ці тріщини зазвичай утворюються в жарку сонячну погоду або в сухі, дуже вітряні дні. Вони можуть викликати серйозне занепокоєння у тих, хто не розуміє причини їх виникнення. Якщо розтріскування незначне, тріщини неглибокі і не призводять до руйнування поверхні плити – то це відносно безпечно. Тріщини слід закрити розчином на портландцементі і добре розгладити. Потім оброблену поверхню закривають поліетиленовою плівкою не менш ніж на 48 год., закріпивши її по краях планками і брусками.

Встановлено, що застосування добавки для залучення в бетон $4,5 \pm 1,5$ % повітря значно зменшує розтріскування від пластичної усадки. Завжди краще запобігти руйнуванню, ніж виправляти його наслідки. Якщо бетон після закінчення укладання добре вкрити пластмасовою плівкою і закріпити її по периметру, то розтріскування поверхні свіжоукладеного бетону при пластичній усадці навряд чи можливе.

Другий тип тріщин від пластичної усадки виникає при осіданні твердіючих бетонної суміші. Причина появи таких тріщин інша, ніж поверхневих тріщин від пластичної усадки, описаних вище. Такі тріщини можуть бути обумовлені двома основними моментами. Перший – опір поверхні форми осідання (ущільнення) пластичного батона під дією глибинних вібраторів і сили тяжіння. Опір форми стримує цей рух. Якщо ж суміш все ж осідає, а тверднення вже почалося, можливе утворення тріщин, які, як правило, пошкоджують поверхню бетону. Вони ширше на поверхні і їх глибина не більше 20-25 мм. Другий момент – більш серйозний, бо тріщини часто досягають арматури. Вони можуть утворювати раковини всередині конструкції. Тріщини викликаються тим, що бетонна суміш «застряє» на арматурі, в результаті чого при подальшому її твердінні утворюються тріщини. Відповідне коректування в складі суміші та більш ретельне ущільнення допомагають усунути цю причину.

Тріщини цього типу рекомендується ремонтувати за допомогою нагнітання в них розчину. Проста обробка поверхні навряд чи буде достатня для забезпечення тривалого терміну служби.

Якщо такі тріщини спостерігаються у високих балках і товстих плитах, то рекомендується перевірити, чи є в бетоні раковини, і вжити заходів з відновлення бетону.

2.6. Температурно-усадочні тріщини

При схоплюванні і на початку процесу твердіння завдяки хімічній реакції між водою і цементом виділяється значна кількість тепла, яка призводить до підвищення температури бетону. Ступінь підвищення і максимальна температура, а також час, за який досягається цей максимум і подальше охолодження бетону, залежать від великого числа факторів. Серед них найбільше значення мають температури навколишнього повітря і бетону під час укладання, тип використовуваної опалубки (дерев'яна, пластмасова, сталева) і час витримування в ній бетону. Стан відкритої поверхні бетону, тобто площі, не захищеної опалубкою, до обсягу бетону, товщина перерізу бетонованого елемента, тип використовуваного цементу і його вміст у суміші, заходи щодо теплоізоляції бетону після зняття опалубки, метод витримування.

Детальні дані про стан і характеристиках бетону в процесі твердіння ще недостатньо вивчені і є предметом дослідження у Великобританії і в інших країнах. При підвищенні температури бетон розширюється, а при охолодженні – стискається. Температурний коефіцієнт розширення (стиснення) визначається рядом факторів, основними з яких є тип заповнювача і склад суміші.

Якщо елемент (перекриття, стіна або покриття) не має повної свободи деформації (чого практично ніколи не буває), при охолодженні і усадці бетону в ньому розвиваються температурні напруги. Чим вище ступінь закладення, тим більше температурно-усадочні напруги. Ці напруги, як правило, бувають розтягуючими, однак в окремих частинах будівельних конструкцій можлива поява стискаючих напруг. Розтягуючі напруги часто перевищують міцність бетону на розтяг або міцність зчеплення між бетоном і арматурою, що призводить до утворення тріщин.

Температурно-усадочні тріщини перетинають весь елемент. Хоча такі тріщини рідко роблять істотний вплив на несучу здатність, вони створюють місця ослаблення конструкції, поки не будуть належним чином зароблені. Усадка при нормальному висиханні призводить до розкриття цих спочатку дуже дрібних тріщин (звичайно не ширше 0,05 мм). З цієї причини вони часто непомітні протягом декількох тижнів після бетонування. Часто поява тріщин цього типу неправильно пояснюють усадкою при висиханні. Останні зазвичай проявляються при звичайних атмосферних умовах дуже повільно і протягом перших 28 діб після укладання ледь досягають приблизно 25% максимальної величини, яка спостерігається за тривалий період часу.

Метод відновлення зазвичай залежить від того, відзначаються чи в тріщині рухи за останній час, тобто «живе» вона чи ні. Якщо таких рухів не очікується, то тріщину можна заповнити жорстким матеріалом. В іншому випадку при відновленні слід забезпечити деяку ступінь піддатливості. Яким чином це буде здійснено, залежить від навколишнього середовища і типу обробки елемента, прийнятною для замовника. Практично вибір здійснюється між ін'єктуванням тріщини і обробкою поверхні, які супроводжуються якісною герметизацією і нанесенням декоративного шару.

2.7. Усадочні тріщини при висиханні

Усадочні тріщини при висиханні, як правило, мають обмежене поширення. Вони з'являються в ненесучих елементах, не мають арматури або армовані тільки виходячи з вимог до монтажу, тонких покриттях, стяжках і шарах штукатурки.

У більшості випадків причиною їх виникнення прийнято вважати невідале проектування суміші, яка посилюється неправильним витримуванням. Використання як добавки хлориду кальцію або присутність хлоридів у заповнювачах збільшує усадку при висиханні.

До помилок при проектуванні суміші відноситься використання надлишкової кількості води або застосування погано відсортованих заповнювачів, які містять велику кількість дуже дрібних фракцій. Чим більше в бетоні або розчині дрібних заповнювачів, тим вище водо-необхідність для забезпечення легко-укладання.

Всі бетони і розчини схильні до усадки при висиханні, що призводить до розкриття тріщин. Метод відновлення в кожному випадку залежить від конкретних особливостей. В покривному шарі, стяжках та шарах штукатурки усадочні тріщини при висиханні можуть супроводжуватися викривленням і порушенням зчеплення.

Термін «неконструктивні тріщини» відноситься до тріщин в залізобетонних елементах, для яких при умові їх виникнення в розрахунках був закладений коефіцієнт безпеки, що передбачено додатковим армуванням бетону.

Як зазначалося раніше, власне тріщини не завжди є небезпечними для бетону. Визначальними факторами для прийняття рішення про проведення ремонту та методів закладення тріщин є: причина утворення тріщин, ширина їх розкриття і місце розташування, ступінь атмосферного впливу на елементи.

Зазвичай при ремонті неконструктивних тріщин труднощі не виникають. Однак вони можуть з'явитися, якщо необхідно закрити тріщину так, щоб ремонт не був помітний після завершення. Оскільки тріщини завжди видно, практично неможливо приховати сліди ремонту, якщо на весь елемент не нанести декоративне покриття.

Відомо, що тріщини на зовнішніх поверхнях відкритих елементів поступово розширюються і стають все більш помітними. Такі явища характерні насамперед для бетонних конструкцій, схильних до суворих атмосферних впливів, і для світлих конструкцій в міських умовах.

Як зазначалося раніше, в умовах агресивного середовища тріщини шириною більше 0,1 мм в зовнішніх елементах і тонких поверхневих шарах слід герметично закладати. Якщо немає іржавих плям і бетон не фарбується, а при обстукування тріщини молотком не виявляється пустот, то є підстава вважати, що

корозія арматури незначна. В такому випадку при ремонті розшивати тріщину не рекомендується. Щоб перевірити стан арматури, можна вирубати бетон в декількох місцях і цим обмежитися. Також можна взяти кілька проб бетону для контролю його якості та інших характеристик, а також для визначення концентрації хлоридів. Наведені нижче рекомендації можна використовувати при закладенні неглибоких тріщин, що з'явилися з різних причин і не викликаних зовнішніми навантаженнями.

Коли зовнішній вигляд поверхні бетону не має значення, рекомендується дуже ретельно простукати всю лінію тріщини долотом. Це допомагає виявляти навіть незначні порожнечі. Слід зазначити, що при цьому бетон з тріщини не вирубуються. Весь бруд і пил видаляються за допомогою щітки, а поверхня бетону по обидва боки тріщини очищається дротяною щіткою. Після такої підготовки в тріщину пензлем вводять латексний розчин, який складається з 2 частин портландцементу і 1 частини емульсії-бутадієнстирольного латексу (за масою). Доцільно також пензлем нанести розчин на поверхню бетону шириною приблизно 75 мм з кожного боку тріщини, тобто на ті ділянки, які були очищені дротяною щіткою. У разі необхідності через один-два тижні можна нанести ще один шар розчину.

Для відкритих бетонних елементів пропонується наступний метод відновлення, який застосовується лише до волосяних тріщин при відсутності корозії арматури і викришування бетону.

1. Все потрібно вимити, холодною водою, разом з поверхнею бетону шириною приблизно 75 мм по обидва боки від тріщини. Потім за допомогою дерев'яного шпателя з гумовою пластинкою ввести в тріщину рідкий розчин або цементне тісто. Розчин готується на білому або на суміші білого і сірого цементів (в залежності від кольору відновлюваного бетонного елементу). Додавання латексу, білого штучного каучуку сприяє зменшенню водопроникності та усадки. Через два тижні (не раніше), після закінчення ремонту, всі бетонні елементи слід промити водою. Тоді весь фасад буде рівномірно піддаватися атмосферним впливам.

Розділ 3.

ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБСТЕЖЕНЬ

3.1 Прилади для обстеження будівель і споруд

Умовно всі прилади, які призначені для обстеження будівельних конструкцій, можна розділити на 3 групи:

1). Польові прості прилади для отримання первинної загальної інформації про характеристики матеріалів і про наявність дефектів будівлі чи споруди;

2). Засоби дефектоскопії, – дозволяють більш детально і комплексно досліджувати ділянки конструкцій, які дають при контролі аномальні результати;

3). Засоби лабораторних досліджень зразків матеріалів.

Для замірів переміщень і деформацій досліджуваних конструкцій або їх елементів застосовують спеціальні вимірні прилади.

В залежності від характеру вимірювальних величин деформацій і переміщень для статичних випробувань застосовують наступні прилади:

- прогиноміри та індикатори годинникового типу, які призначені для вимірювання лінійних переміщень окремих точок конструкції;

- клиноміри, які використовують для вимірювання кутових переміщень (кутів повороту) перерізів елементів;

- тензometri і компаратори, які застосовують для визначення деформацій окремих волокон на невеликій ділянці елементу конструкції;

- здвигоміри, які фіксують деформації переміщень паралельних волокон на здвигах.

Таблиця 4 - Вимір прогинів і деформацій

<p>Вимірювання відхилень від вертикалі конструкцій за допомогою відвісу: 1 - стіна, перегородка або колона; 2 - перекриття; 3 - відвіс; 4 – посудина з водою; 5 – вимірювальна лінійка; 6 - точка вимірювання.</p>	<p>Вимірювання горизонтального і вертикального зміщень двох точок за допомогою теодоліту: 1, 2 - точки; 3 - теодоліт, 4 - переносна лінійка</p>
<p>Схема вимірювання прогинів гідростатичним рівнем: 1 - градуйована трубка; 2- телескопічна стійка; 3- посудина; 4- гумовий шланг; 5 - краник; 6 - точка вимірювання</p>	<p>Прогиномір П-1: 1 - мірний диск; 2 - металева трубка; 3 - скляна трубка з шкалою; 4 - окуляр; 5 - гумова трубка; 6 - зажим; 7 – шток; 8 – пробка</p>
<p>(https://files.stroyinf.ru/Data1/5/5295/index.htm)</p>	

Деякі прилади для визначення деформаційно-міцнісних характеристик матеріалів та конструкцій:

Таблиця 5 – Прилади для визначення певних характеристик конструкцій

Найменування приладу	Фото
індикатор годинникового типу	
штангенциркуль	
мікрометр	
мікроскоп типу МБП-2	
молоток Фізделя	
еталонний молоток Кашкарова	
молоток Шмидта	

3.2. Механічні методи випробування

Першу групу механічних методів випробування становлять ударні способи, засновані на гіпотезі про зв'язок між твердістю матеріалу і його міцністю. Найпростішим з них є спосіб визначення міцності молотком І. А. Фізделя.

При ударах молотка по поверхні конструкції на останній залишаються відбитки – лунки, по середньому діаметру яких відповідно до тарувальної кривої визначають міцність матеріалу (бетону, розчину, природних каменів). Точність цього способу невелика, так як сила удару не регламентована.

Більшу точність дають ударні прилади, що дозволяють порівнювати розміри лунки на поверхні конструкції і еталонному зразку, утворених при одному ударі. При ударі еталонним молотком К. П. Кашкарова виходить одночасно два відбитка – на еталоні і конструкції.

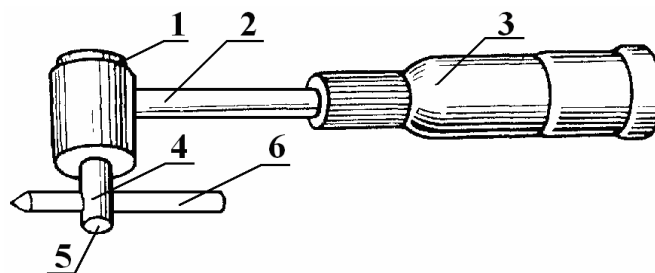


Рис. 3.1 – Еталонний молоток конструкції Кашкарова:

1 – корпус; 2 – металева рукоятка; 3 – гумова ручка; 4 – головка;

5 – сталевая кулька; 6 – сталевий еталонний стержень

Джерело: https://www.euro-test.ru/cgi-bin/catalog.cgi?level1=500&level2=530&w_code=42351.

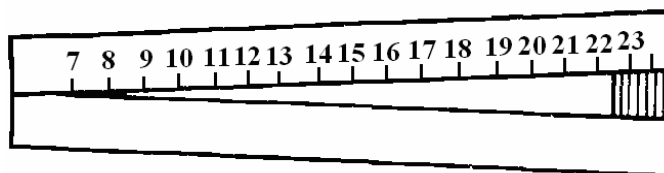


Рис. 3.2 – Кутовий масштаб для визначення діаметру відбитка на бетоні та еталонному стержні

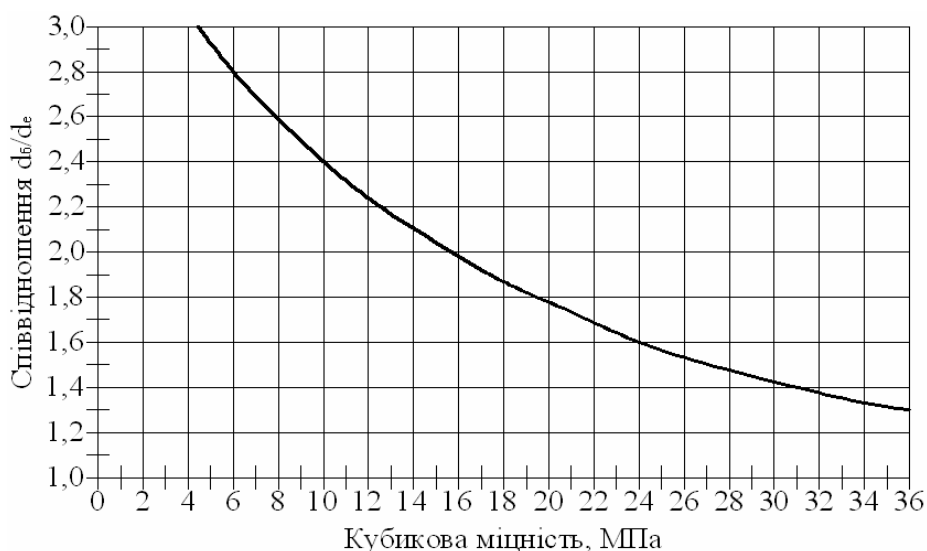


Рис. 3.3 – Тарувальний графік для визначення міцності бетону

Джерело: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293799/4293799326.htm>

Ставлення діаметрів, одержуваних відбитків, залежить від твердості бетону і твердості металу еталонного стрижня і практично не залежить від швидкості, напряму і сили удару, що завдається молотком. При цьому за непряму характеристику міцності бетону або іншого кам'яного матеріалу приймають середню величину ряду відбитків, за значенням якої за допомогою тарувальної кривої знаходять середнє значення міцності матеріалу.

Однак при випробуванні цегляної кладки ударні способи можуть бути використані частково, тільки стосовно до розчинів в швах кладки, так як цегла при ударі руйнується (відколюється) і розмір відбитка не може бути зафіксований. Тому міцність цегляної кладки визначають диференційовано: міцність кладки – імпульсним акустичним способом, а міцність розчину – склерометричним методом.



Рис. 3.4 – Дослідження бетону молотком Шмидта

До другої групи механічних методів відносяться вириваючі методи, засновані на гіпотезі про зв'язок між міцністю матеріалу і силами зчеплення в ньому. Суть методу випробування твердого зв'язного матеріалу в конструкціях на спільний відрив і сколювання полягає в оцінці властивостей міцності матеріалу за величиною зусилля, яке необхідно прикласти, щоб вирвати закріплені в конструкції роз'ємний корпус і спеціальний стержень.

Слід зазначити, що якщо ударним способом можна визначити міцність матеріалу тільки на поверхні конструкції, то при вириванні закладної деталі з конструкції, знаходять інтегральне значення міцності матеріалу на глибині роз'ємного стрижня, що наближає умови випробувань до реальних.

3. Фізичні методи випробування матеріалів і конструкцій.

З фізичних методів випробування широкого поширення набули імпульсний акустичний, радіометричний та магнітометричний методи з використанням відповідних приладів. При випробуваннях будівельних матеріалів і конструкцій фізичними методами вимірювання проводять спеціальними електронними приладами.

Радіометричний метод визначення щільності матеріалу заснований на взаємодії гамма-випромінювання з досліджуваним середовищем.

Нейтронний метод визначення вологості матеріалів заснований на ефекті уповільнення швидких нейтронів на легких ядрах, в першу чергу на ядрах водню.

Імпульсний акустичний метод, що отримав найбільш широке поширення, заснований на використанні закономірності поширення пружних хвиль у матеріалі.

Імпульсний акустичний метод може застосовуватися самотійно і в комплексі з іншими методами. Як самотійний засіб цей метод застосовується для оцінки однорідності матеріалу конструкцій, визначення коефіцієнта Пуассона, вивчення процесів структурних змін в несучих конструкціях під впливом навантаження або зовнішнього середовища, встановлення міцності матеріалів, визначення наявності і зони поширення дефектів у конструкціях.

У комплексі з іншими методами імпульсний акустичний метод застосовується для визначення модуля пружності матеріалу і міцності легких кам'яних матеріалів в конструкціях.

Магнітометричний метод заснований на взаємодії магнітного поля з введенням в нього феромагнетиком (металом). Цей метод застосовують при обстеженні залізобетонних конструкцій, коли необхідно встановити розташування і переріз арматури і величину її захисного шару, а також при обстеженні кам'яних конструкцій із закладними металевими деталями або перекриттів по металевих балках, щоб визначити положення і робочий перетин металевих елементів.

Розділ 4. ДЕФЕКТИ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

4.1 Загальні поняття про дефекти

Якість будівництва характеризується сукупністю показників якості проектів, матеріалів, які використовуються, виробів і конструкцій, а також виконання будівельно-монтажних робіт при зведенні будівель і споруд. На якість зведення конструкцій впливають і умови їх експлуатації. Брак, який допущений на кожному етапі проектування, будівництва та експлуатації, шумується в загальному стані будівлі та споруди та виражається у дефектах окремих конструкцій.

Під дефектами будівельних конструкцій зазвичай розуміють невідповідність їх стандартам, технічним умовам, нормам проектування та проекту. Дефекти, які викликані зовнішніми впливами (механічними, тепловими) зазвичай називають пошкодженнями конструкцій.

У нормативній, довідковій літературі та у рядах іншої технічної літератури поняття дефект та пошкодження різне. Дефектами прийнято вважати невідповідність конструкції будь-якому параметру, який встановлений проектом або нормативним документом, а пошкодження – несправність, яку отримала конструкція при виготовленні, транспортуванні, монтажу та експлуатації.

Якщо прийняти таке визначення, то початково бездефектна конструкція, у якій виникла тріщина від навантаження, залишається бездефектною. Тому вважають, що поняття дефект є загальним, а поняття пошкодження – частковим, яке входить в поняття дефект.

Дефекти будівельних конструкцій класифікуються за різними ознаками: за матеріалом конструкцій, за частинами будівлі, яка має дефекти, за причинами, які їх викликали. Найбільше значення має класифікація дефектів за причинами, що їх викликали: помилки при проектуванні, неякісне виготовлення елементів конструкцій, помилки при виконанні будівельно-монтажних робіт, порушення правил експлуатації будівлі або споруди. Особливу групу причин виникнення дефектів складають помилки при проектуванні, які викликані відсутністю

переліку умов виконання та монтажу конструкцій. У цьому випадку і при дотриманні в проекті норм проектування створити якісну конструкцію вважається неможливо.

Класифікація дефектів за причинами, які їх викликали, дозволяє встановити джерела дефектів та правильно вибрати способи їх попередження.

Більше половини всіх дефектів, які були виявлені в будівлях і спорудах, виникають із-за порушення технології виконання, зведення та монтажу конструкцій.

Будівельники повинні пам'ятати, що якщо у проекті є помилки, будівельні матеріали та вироби низької якості, то збудувати високоякісну конструкцію неможливо. Тому, перш ніж розпочати будівництво будівлі, необхідно ретельно вивчити проект, виявити в ньому недоліки та узгодити з проектною організацією відповідні зміни. При виготовленні та монтажу конструкцій необхідно впевнитись в їх відповідності стандарту, технічним умовам та проекту. Якщо цього не зробити, то збудована будівля буде мати дефекти.

Кожний дефект характеризується причинами, які викликали його, розмірами пошкодження конструкцій та можливими наслідками.

Дефекти можуть погіршувати нормальні умови експлуатації (порушувати температурно-вологісний режим приміщень, знижувати звукоізоляцію огорожуючи конструкцій, підвищувати експлуатаційні витрати на будівлю та ін.), знижувати несучу здатність конструкції, зменшувати її довговічність, призводити до часткового руйнування конструкцій та до аварій будівель або споруд.

Аварії будівельних конструкцій виникають частіше за все не з однієї причини, а через ряд помилок і порушень норм та правил проектування, зведення та експлуатації будівель та споруд.

Усі дефекти будівельних конструкцій, за виключенням тих, які викликані стихійними лихами, можна пояснити точність надзору з боку інженерно-технічного персоналу проектних, будівельних та експлуатаційних організацій, невисокою кваліфікацією виконавців та, у ряді випадків, відсутністю зацікавленості їх у випуску високоякісної продукції.

Задача інженерно-технічних робітників усіх ступенів полягає у тому, щоб на всіх етапах будівництва випускати лише якісну продукцію, яка задовольняє технічним вимогам та нормам. Суворе дотримання норм проектування на етапі проектних робіт, кваліфікаційна експертиза проектно-кошторисної документації, дотримання стандартів та технічних умов на будівельні матеріали та вироби, технології виготовлення виробів у заводських умовах, безумовне виконання будівельних норм та правил виконання та прийому будівельно-монтажних робіт на будівельному майданчику, створення нормальних експлуатаційних умов після здачі будівель та споруд в експлуатацію забезпечує бездефектне виконання будівельних конструкцій та збільшення строків їх служби.

Основним засобом боротьби з виникненням дефектів будівельних конструкцій є здійснення належного контролю за проектуванням, виготовленням конструкцій, будівництвом будівлі, споруди та їх правильна експлуатація. Помилки проектів повинні бути виявлені шляхом перехресної перевірки у підрозділах проектно-кошторисної організації, відомчої експертизи проектів, при вивченні проектно-кошторисної документації замовником та підрядником. У період будівельно-монтажних робіт необхідний якісний технічний нагляд замовника та авторський нагляд проектно-кошторисної організації.

В останні роки з розпадом великих проектних і будівельно-монтажних організацій та появою багатьох дрібних організацій такого ж самого профілю різко знизилась якість будівництва. Особливо це відображається на зведенні невеликих об'єктів, наприклад котеджів. Замовники, економлячи гроші, замовляють проект у некваліфікованих виконавців, доручають будувати випадковим людям. У результаті з'явилося багато будівель з наявністю серйозних дефектів, у стані близькому до аварійного, а деякі будівлі просто руйнуються ще у процесі їх зведення. Неможна економити на проектних роботах, а будівництво будівлі потрібно доручати тільки солідним будівельним організаціям. В протилежному випадку переробка та підсилення дефектних конструкцій потребує більших затрат, які значно перевищують початкову «економію».

Однією з найважливіших задач технічного обстеження будівлі або споруди є виявлення дефектів. Виявлені дефекти необхідно правильно діагностувати, що не завжди легко, особливо коли вони скриті, далі визначити причини їх появи. Для вибору правильного методу усунення дефектів необхідно кількісно визначити вплив дефектів на експлуатаційні якості будівельних конструкцій.



Рис. 4.1 – Перевірка геометричних розмірів

4.2. Види дефектів будівельних конструкцій

1. Дефекти фундаментів мілкового закладання:

- викликані помилками при проектуванні – помилки при розрахунку основ фундаментів, зниження міцності тіла фундаментів;

- через порушення правил виконання робіт при зведенні фундаментів – порушення технології котлованних робіт, які призвели до ослаблення ґрунтової основи, дефекти зведення фундаментів, які призводять до зниження міцності тіла фундаменту мілкового закладання та погіршенню умов їх роботи;

- порушення нормальної роботи ґрунтової основи фундаментів, які викликані недотриманням правил експлуатації будівель та споруд – порушення нормальної роботи ґрунтової основи, зниження міцності фундаментів через порушення правил експлуатації будівель, дефекти фундаментів, які викликані помилками при реконструкції будівель і споруд.

2. Дефекти кам'яних конструкцій:

- викликані помилками та не доопрацюванням при проектуванні;

- викликані зведенням кам'яних конструкцій;
- дефекти кам'яної кладки викликані порушенням правил експлуатації будівель та споруд.

3. Дефекти збірних залізобетонних балок:

- викликані не доопрацюванням при проектуванні;
- викликані помилками при їх виготовленні;
- викликані помилками при їх монтажу;
- викликані порушеннями правил експлуатації будівель.

4. Дефекти збірних залізобетонних плит покриття та перекриття:

- викликані не доопрацюванням при проектуванні;
- викликані помилками при їх виготовленні;
- викликані помилками при їх монтажу;
- викликані порушеннями правил експлуатації будівель.

Дефекти фундаментів.

Під дефектом фундаментів розуміють такий їх стан, коли конструкції які на них спираються отримують недопустимі деформації. Деформації будівель і споруд спільно з основою бувають:

- крен – вертикальна вісь будівлі або споруди відхиляється від первинного положення;
- прогин – великий розвиток осідань у середній частині будівлі і менше у торців;
- вигин – великий розвиток осідань з торців будівлі і менше в середній його частині;
- перекіс – нерівномірний розвиток деформації на короткій відстані по довжині будівлі.

Випадки недостатньої міцності тіла фундаментів через помилки при проектуванні вкрай рідкісні. Найбільш частою причиною помилок при проектуванні фундаментів є неповнота даних про геологічну будову і тектонічні структури району будівництва.

У процесі риття котловану пошкоджуються шари ґрунту, найбільш близькі до підшови фундаменту, тобто саме ті, стиснення яких особливо сильно впливає на осідання фундаментів. Деякі ґрунти у природному стані досить щільні і мало стискаються, але дуже сильно пошкоджуються при механічному впливі землерийних і транспортних машин, надмірному зволоженні та стають сильно стискуючими.

При виготовленні та монтажі збірних та монолітних фундаментів найчастіше зустрічаються такі дефекти:

- зниження міцності бетону в порівнянні з проектною;
- невідповідність арматури по діаметру, кількості і якості класам сталі в проекті;
- недотримання необхідної товщини захисного шару бетону;
- зміщення арматури з проектного положення;
- зменшення проектних розмірів фундаментів;
- зміщення фундаментів у плані і по висоті;
- неякісне виконання монолітних залізобетонних поясів у фундаментах;
- відсутність або неякісне виконання горизонтальної та вертикальної гідроізоляції фундаментів.

Зниження міцності бетону позначається насамперед на міцності фундаментів на продавлювання і на похилих перерізах.

Зменшення товщини захисного шару бетону призводить до корозії і знижує термін служби фундаменту.

Зменшення розмірів фундаментів збільшує тиск на ґрунт і їх осадку.

Зсув у плані стрічкових фундаментів призводить до ексцентриситету прикладення навантаження від стін, погіршує умови роботи як фундаментів, так і стін.

Неякісне виконання залізобетонних поясів у фундаментах знижує їх жорсткість у вертикальній площині, збільшує нерівномірність осідання.

Відсутність або неякісне виконання горизонтальної гідроізоляції стін викликає при експлуатації підвищення вологості стін.

Дефекти кам'яних конструкцій.

При проектуванні кам'яних конструкцій будівель і споруд в ряді випадків зустрічаються рішення, які призводять до дефектного стану цих конструкцій. У деяких проектних рішеннях несучі цегляні стовпи перерізуються конструкціями зі збірного залізобетону. Для частини перерізу стовпа опорою слугує залізобетонна конструкція, а для іншого – цегляна кладка. Так як залізобетон значно жорсткіше цегляної кладки, то все навантаження від стовпа практично передається тільки в межах площі дотику стовпа з залізобетоном. Не кратність розмірів залізобетонної конструкції і рядів кладки з цегли посилює цей дефект.

Через різницю коефіцієнтів лінійного розширення кладки та залізобетону між торцями залізобетонних перемичок і кладкою утворюється зазор. Тріщини не наскрізні і зазвичай зачіпають тільки зовнішній ряд кладки стін. Неприпустимо передбачати в проекті в межах одного поверху, кілька марок цегли і розчину, це призводить до появи елементів із заниженою проти проекту міцністю.

До найбільш характерних дефектів кам'яних конструкцій при їх зведенні, можуть бути віднесені наступні:

- неоднорідність швів;
- застосування виду і марок цегли і розчину не відповідним проекту;
- неякісна перев'язка цегли у кладці, відсутність перев'язки повздовжніх стін з поперечними;
- пропуск або заниження перетинів зв'язків стін з колонами і перекриттям;
- потовщення горизонтальних швів кладки;
- погане заповнення розчином вертикальних швів кладки;
- порушення вертикальності стін і стовпів;
- укладання прогонів і балок на стіни і стовпи без опорних плит;
- недостатня довжина обпирання перемичок на стіни;
- пропуск або зменшення кількості арматури в армокам'яних конструкціях;
- неякісне виконання металевих покриттів парпетів, карнизів і поясків, а також примикань покрівлі до стін;

- неправильне виконання температурних, осадових і антисейсмічних швів;
- дефекти кладки через порушення правил виробництва робіт в зимових умовах.

Неоднорідність швів, що надає найбільший вплив на міцність кладки, є прихованою, важко кількісно оцінюваним дефектом.

Застосування неправильної перев'язки цегли, що порушує зв'язок верстових рядів з забутовкою, заповнення забутовки стін цегельним боєм можуть привести до обвалення сильно навантажених стовпів і простінків і відшарування зовнішньої версти від забутовки на протяжних ділянках стіни.

Часто зустрічається дефект кам'яної кладки – відсутність перев'язки повздовжніх стін з поперечними, що призводить до зниження стійкості ділянок стін і просторової жорсткості будівлі.

Погане заповнення вертикальних швів призводить до зменшення міцності кладки на 6-7 %, розчин у вертикальних швах перешкоджає вільній деформації каменю в горизонтальному напрямку. Порожні вертикальні шви є концентраторами напружень. Кладка з такими швами легко продувається, її теплопровідність значно зростає.

Під час робіт в зимових умовах зустрічаються випадки застосування каменю, не очищеного від снігу і льоду, заниження марок розчину, неправильне дозування хімічних проти морозних добавок. Все це знижує міцність кладки після її відтавання.

Дефекти дерев'яних конструкцій.

Найбільш поширеними дефектами дерев'яних конструкцій, що допускаються при їх виготовленні є наступні:

- застосування сирої деревини;
- відсутність або недостатнє антисептування деревини;
- відхилення від проектних розмірів конструкцій;
- неправильне виконання з'єднань елементів один з одним;
- використання неякісних з'єднуючих речовин в клеєних конструкціях.

У багатьох випадках в будівельних конструкціях застосовується деревина природної або підвищеної вологості. Це призводить до появи в колодах і брусах поздовжніх тріщин від нерівномірного висихання деревини, викликає короблення пиломатеріалів і сприяє утворенню гнилі. Застосування в будівельних конструкціях навіть висушеної деревини без відповідного антисептичного оброблення загрожує утворенням гнилі і грибків.

Глибина врубки строго повинна відповідати проекту. При зниженні глибини врубки з'єднання елементів матиме недостатню міцність. При збільшенні глибини врубки міцність елемента, в якому зроблена врубка, може виявитися недостатньою через зменшення площі його поперечного перерізу в місці врубки.

Дефекти сталевих конструкцій.

Помилки при проектуванні сталевих конструкцій пов'язані, в основному, з прорахунками у визначенні навантажень, з невдалими рішеннями зв'язків, неправильним вибором сталі для конкретних умов будівництва, з відсутністю в проекті спеціальних вказівок про забезпечення можливості деформацій при проході металевих конструкцій через стіни, перекриття.

Основними помилками виготовлення сталевих конструкцій є:

- непрямолінійність стрижневих елементів;
- зменшення довжини зварних швів;
- низька якість зварювання;
- використання занижених перерізів конструкцій;
- використання дефектних металевих матеріалів.

Зміна проектних розмірів конструкції веде до зміни розрахункової схеми і роботи конструкції.

Установка в конструкції погнутих елементів різко знижує несучу здатність як самого елемента, так і конструкції в цілому.

Неправильно виконані стики мають недостатню несучу здатність і можуть призвести до аварії конструкції.

4.3. Дефекти та пошкодження, викликані помилками в проектах

Проектування будинків, що зводяться індустріальними методами, супроводжуються помилками, які викликані новизною та відсутністю певних норм та правил.

Недостатнє знання властивостей застосовуваних матеріалів та їхньої зміни властивостей з часом призвели до серйозних пошкоджень окремих збірних елементів і будівель в цілому. Відносить це перш за все до матеріалів, які застосовували для теплоізоляції стін (багатошарові зовнішні стіни), неправильне використання яких призвело до їх промерзання і зволоженню. Проектування надмірно тонкого фактурного шару призвело до значних пошкоджень, тріщин захисного шару і проникненню вологи всередину стіни.

Основними недоліками, що призводять до зволоження будівельних конструкцій є: недостатній кут нахилу скатів покрівлі, недостатній діаметр водостічних жолобів і труб, недостатні ухили підвіконних зливів і т. ін..

Мають свої особливості реконструкції будівель і споруд.

У будівлях, що експлуатуються більше 20 років, необхідно розглядати роботу деяких конструкцій як спільну, на відміну від нового проектування. Так, опори однопрогонових металевих балок наближаються до затискання при досягненні кладкою 100 % міцності, оскільки майже виключається поворот опорної частини балок щодо своєї осі.

Фахівці проектних організацій не завжди використовують при перевірних розрахунках несучої здатності фундаментів теорію консолідації ґрунтів під подошвою фундаментів при експлуатації будівлі більше 25 років під впливом власної ваги будівлі. Ігноруючи це, в проекту документацію може бути закладене рішення по розширенню подошви фундаменту, або з укріплення ґрунтів, що різко збільшує фінансові та трудові витрати при ремонті будівлі.

Особливу увагу, при капітальному ремонті з повною зміною перекриттів на збірні залізобетонні, необхідно приділяти якості цегляної кладки, її несучої здатності, наявності вентиляційних каналів і особливо димоходів від пічного

опалення. Існуючі димоходи в значній мірі послабляють цегляну кладку, і неврахування цього може призвести до аварійної ситуації. Серйозним конструктивним прорахунком вважається відсутність утеплювача по торцях залізобетонних плит, прогонів, металевих балок при товщині зовнішніх стін менше 64 см, в результаті чого відбувається місцеве промерзання кладки. При реконструкції старих будівель в ряді випадків виникає необхідність влаштування прибудов. Щоб уникнути появи тріщин у вузлах спряження старої кладки з новою закладають подошву фундаментів прибудови на глибині існуючих фундаментів, а також обов'язково виконують шпунт з просмолених дощок між існуючим фундаментом із заглибленням його на 50-60 см, передбачаючи осадочний шов між новою і старою кладкою.

4.4. Руйнування, викликані деформаціями ґрунтів

Враховуючи, що основи і фундаменти знаходяться в закритому стані, основними припущеннями їх ненадійного технічного стану і одночасно приводом до проведення обстежень є:

- деформації будівель, споруд і їх окремих будівельних конструкцій (крен, вигин, кручення, перекис, прогин, тріщини, розломи і т. п.);
- осідання ґрунтів навколо будівель і споруд, а також осідання підлог в підвальних приміщеннях;
- деформації і руйнування фундаментів і стін з боку підвальних приміщень;
- підтоплення території навколо будівлі і споруди, а також підвальних приміщень в зв'язку зі зміною ґрунтових вод, аварій побутових і технічних систем водопостачання і каналізації;
- порушення зовнішнього водовідведення (вимощення, водостічних труб, дренажних систем).

Найбільш характерними ознаками деформації ґрунтових основ є:

- нерівномірні і місцеві осідання;
- фактичні осідання, що перевищують допустимі значення;
- випирання ґрунту основ з-під подошви фундаменту.

Основними причинами деформацій ґрунтових основ є:

- перевищення розрахункових навантажень на основу;
- зовнішні динамічні навантаження (сейсмічні і вибухові та ін.);
- зміна рівня ґрунтових вод, температурного режиму, а також фізико-механічних характеристик ґрунтів основ в період будівництва і експлуатації будівель і споруд;
- замала або невірна глибина закладання фундаментів;
- помилка при проектуванні інженерно-геологічних випробувань та розрахунків в проектуванні.

Найбільш характерними пошкодженнями і дефектами фундаментів є:

- недопустимі значення величин деформацій і зміщення фундаментів в плані і по висоті (крен, вигин, кручення, перекид, прогин, осадка і т. п.);
- тріщини, сколи, злам фундаменту;
- оголення арматури, корозія в тілі бетонних фундаментів;
- руйнування матеріалу каменю і розчину в швах кам'яної кладки фундаментів;
- гниття елементів дерев'яних фундаментів (паль, лежнів, стільців і т. д.);
- пошкодження вертикальної і горизонтальної гідроізоляції фундаментів.

Основними причинами пошкодження і дефектів фундаментів є:

- деформації ґрунтових основ;
- перевищення розрахункових навантажень на фундаменти;
- механічні пошкодження при оголенні фундаментів, введенню і заміні комунікацій;
- динамічні впливи сейсмічного і взривного характеру, порушення режиму роботи технічного обладнання, робота транспортних і будівельних машин і ін..;
- старіння матеріалів фундаментів і гідроізоляції;
- вплив агресивного середовища, значне зволоження;
- помилки при проектуванні фундаментів.

Основний вигляд деформації ґрунтів – це ущільнення їх при стисненні. Що виникає під дією нормальних зусиль, прикладених до елементу ґрунту, і відбувається головним чином за рахунок взаємного переміщення (зрушень,

поворотів) твердих мінеральних частинок, що викликає зменшення пористості ґрунту. Характеристиками деформативності ґрунтів є коефіцієнт відносної стисливості або обернено пропорційний до нього модуль загальної деформації і коефіцієнт відносної поперечної деформації, аналогічний модулю пружності і коефіцієнт Пуассона пружних тіл.

При будівництві нових споруд і реконструкції діючих часто виникає необхідність передати на ґрунти основи значні навантаження. У складних ґрунтових умовах ці навантаження (статичні, динамічні) викликають великі і часто нерівномірні осідання фундаментів споруд.

Розглянемо деякі основні види ґрунтів та їх характеристику.

Скелясті ґрунти – найбільш надійні, міцні, не просідають, не розмиваються, не спучуються. Фундамент можна зводити безпосередньо на поверхні такого ґрунту, без будь-якого заглиблення в них.

Піщані – мають властивість до ущільнення під навантаженням, просадочні, не затримують воду і при промерзанні не спучуються.

Супіски та суглинки – ґрунти, що займають проміжне положення між піщаними і глинистими ґрунтами. Вони містять від 3 до 30 % включень глини. При вмісті глини від 10 до 30 % ґрунт відносять до суглинку, при більш низькому вмісті – до супіску.

Глинисті ґрунти можуть стискуватися, розмиватися і при замерзанні спучуються. Ці ґрунти не надійні для зведення фундаменту, який повинен закладуватись на всю глибину промерзання.

До складу заходів, що усувають або зменшують деформації основ, складених просідаючими ґрунтами, входять наступні:

1. Ущільнення просідаючих ґрунтів попереднім замочуванням, у тому числі з використанням глибинних вибухів.

- Спосіб рекомендується застосовувати для усунення просадочності ґрунтів, зниження їх деформативності та підвищення несучої спроможності при товщах просідання завглибшки понад 8 м, які характеризуються просіданням від власної ваги. Застосування способу ефективно при ущільнювальних ґрунтах,

які представлені пилюватими пісками, супісками або лесоподібними суглинками з щільністю сухого ґрунту не більше $15,0 \text{ кН/м}^3$ і коефіцієнтом фільтрації не менше $0,05 \text{ м/добу}$.

- Усунення властивостей просідання ґрунтів верхнього недоущільненого шару потужністю $2,5-4,0 \text{ м}$ слід виконувати; пошаровим влаштуванням ґрунтових, гравійно-піщаних, щебеневих, та інших піщаних подушок; до ущільненням ґрунтів важкими трамбівками; прорізкою верхнього шару фундаменту.

2. Регульоване замочування просідаючих ґрунтів.

Спосіб регульованого замочування може застосовуватися для будівництва споруд до 16 поверхів включно для усунення властивостей просідання ґрунтів на товщах із максимальною величиною просідання від власної ваги ґрунту до $1,5 \text{ м}$, які не відносяться до зсувних, закарстованих сейсмічних територій. Застосовується в процесі зведення будинків і споруд з ущільненням ґрунтів основи під дією зовнішнього навантаження та власної ваги ґрунту.

При просіданні ґрунтів від власної ваги до $0,5 \text{ м}$ застосовують одно стадійне замочування у процесі зведення об'єкта, а понад $0,5 \text{ м}$ – замочування здійснюється в дві стадії: перша – до зведення будинку або споруди, друга – у процесі його зведення.

3. Способи ущільнення основ слабких водо насичених ґрунтів.

- На практиці для зниження величини і нерівномірності осідань фундаментів часто влаштовують піщані подушки. З їх допомогою вдається зменшити глибину закладання фундаментів і розподілити тиск на велику площу, зменшити розміри фундаментів. Піщані подушки влаштовують з середньо- і крупнозернистих пісків, щебеню, гравію, граф війно-піщаної суміші.

- У ряді випадків доцільно застосовувати вапняні палі. У товщі ґрунтів під захистом обсадних труб пробурюють свердловини діаметром $30...50 \text{ см}$. Їх заповнюють негашеним комовим вапном, шаром близько одного метра. У обсадних трубах спускають трамбівку масою $300...400 \text{ кг}$ і роблять ущільнення. Знову насипають шар вапна і утрамбовують і т. д. Ґрунт ущільнюється при зануренні труби і після трамбування вапна. При взаємодії негашеного вапна з

водою у порах ґрунту відбувається гашення. Внаслідок цього збільшується діаметр вапняної палі на 60...80 % і додатково ущільнюється ґрунт навколо палі. Крім того, при гасінні вапна виділяється велика кількість тепла. Температура піднімається до 200 °С, внаслідок чого вологість навколишнього ґрунту зменшується, а характеристики міцності збільшуються. Далі проводять поверхневе ущільнення ґрунту важкими трамбівками. Піщані палі влаштовують шляхом забивання в ґрунт металевої труби з закритим кінцем. Порожнину заповнюють піском з ретельним ущільненням. Навколо стовбура палі утворюється ущільнена зона слабого ґрунту діаметром до півтора метри (при діаметрі палі 0,4...0,5 м).

- У практиці іноді застосовують електрохімічну обробку ґрунтів для підвищення несучої здатності основ споруд, створення огорожень при проходці котлованів і траншей, боротьби з морозним здиманням, із зсувами. Вона використовується для зміцнення всіх видів ґрунтів з коефіцієнтом фільтрації менше 0,5 м/добу (дрібних і пилюватих пісків, супісків, суглинків, глин, мулів, торфу). Електрохімічна обробка розділяється на електроосушення, електролітичну обробку і електросилікатизацію.

Довготривале зміцнення можна отримати при введенні хімічних добавок.

Підсилення ґрунтів основ методом силікатизації представляє собою процес нагнітання в ґрунт закріплюючих розчинів через попередньо занурені перфоровані трубки (ін'єктори). При цьому штучно змінюються будівельні властивості ґрунтів в результаті взаємодії з спеціальними хімічними речовинами, які надають ґрунтам допоміжну міцність, стійкість, знижують водопроникність.

Розділ 5.

ФІЗИЧНИЙ ЗНОС КОНСТРУКЦІЙ І ЕЛЕМЕНТІВ

Пошкодження визначаються у відсотках від усєї оглянутої площі.

Таблиця 6 – Фундаменти стовпчасті кам'яні з цегляним цоколем:

Ознаки зносу	Кількісна оцінка	Фізичний знос, %
Незначні пошкодження цокольної частини: тріщини, окремі вибоїни	Пошкодження на площі 5%	0-20
Тріщини, відколи, випадання окремих цеглин наземної частини цоколя та фундаментних стовпів	Теж до 25%	21-40
Перекуси, випинання цоколя, тріщини в цоколі, тріщини, відколи та випадання цеглин надземної частини стовпів	Ширина тріщин до 5 мм.	41-60
Викривлення горизонтальних ліній стін, осідання окремих ділянок, повне руйнування цоколя		61-80

Таблиця 7 – Фундаменти стрічкові кам'яні:

Ознаки зносу	Кількісна оцінка	Фізичний знос, %
Дрібні тріщини в цоколі	Ширина тріщин до 2 мм	0-20
Окремі глибокі тріщини, сліди вогкості на стіні, нерівномірне осідання фундаменту	Теж до 5 мм	21-40
Помітне викривлення цоколя, випинання підлог та стін підвалу		41-60
Масові прогресуючі тріщини, руйнування стін підвалу		61-80

Таблиця 8 – Фундаменти стрічкові великоблочні:

Ознаки зносу	Кількісна оцінка	Фізичний знос, %
1	2	3
Дрібні тріщини в цоколі, окремі порушення штукатурного шару цоколя	Ширина тріщин до 1,5 мм	0-20
Тріщини у швах між блоками, висоли та вогкість на поверхні стін підвалу	Теж до 2 мм	21-40

1	2	3
Тріщини, часткове руйнування блоків, вивітрювання розчину між блоками	Те ж понад 2 мм, глибина понад 10 мм	41-60
Масові пошкодження і руйнування блоків, прогресуючі наскрізні тріщини		61-80

Таблиця 9 – Фундаменти з палі, кам'яні, бетонні та залізобетонні:

Ознаки зносу	Кількісна оцінка	Фізичний знос, %
Тріщини в цокольній частині	Ширина тріщин до 1,5 мм	0-20
Викривлення горизонтальних ліній цоколя		21-40
Наскрізні тріщини в цоколі	Ширина розкриття тріщин до 10 мм	41-60
Масові прогресуючі тріщини, руйнування цоколю, розвиток деформацій		61-80

Існує велика кількість таблиць, в яких містяться описи пошкоджень інших конструкцій, тому в даному посібнику не акцентуємо увагу на даних елементах.

Розділ 6.

ГЕОДЕЗИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ОСІДАННЯМ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Геодезичний контроль є складовою частиною системи технічного контролю за експлуатацією конструкцій будівель і споруд.

Технологія геодезичного контролю за осіданням споруд та їх основ складається з трьох основних процесів:

1. проектування контролю включає:

- вибір об'єктів, геометричних параметрів, розробку методів контролю за об'ємом, тимчасовою характеристикою і керуючим впливом;
- розробку схем розміщення геодезичної контрольно-вимірювальної апаратури, схем нівелювання, розрахунок точності нівелювання, призначення методів і засобів вимірювання осідання і деформацій;
- розробку методів обробки результатів вимірювань і форм звітної документації по контролю за осіданням.

2. Проведення контролю деформацій на об'єкті включає:

- виготовлення та встановлення геодезичної контрольно-вимірювальної апаратури;
- підготовку персоналу, приладів, пристосувань;
- розробку правил техніки безпеки при проведенні контролю;
- виконання вимірювань.

3. Обробка та аналіз результатів вимірювань включає:

- перевірку і обробку первинної документації;
- порівняння;
- обчислення осідань і деформацій;
- інтерполяцію результатів.

6.1. Збір та аналіз вихідних даних для проектування геодезичного контролю за осіданням споруд

Проектування геодезичного контролю геометричних параметрів, які характеризують технічний стан об'єктів, доцільно починати зі збору та аналізу даних, необхідних для якісного прийняття проектних рішень.

Сюди входять:

- техніко-економічні показники об'єктів;
- робочі та виконавчі креслення по архітектурно-будівельній та конструктивній частині проекту виробничих будівель і споруд, акти приймання конструкцій;
- матеріали по експлуатації виробничих будівель, споруд та обладнання: технічні паспорти, журнали ремонтів, вже наявні матеріали вимірювань в процесі будівництва або експлуатації за осіданням фундаментів, рівня ґрунтових вод, параметрам експлуатаційного середовища та ін.;
- нормативна документація з будівництва та експлуатації об'єктів.

Техніко-економічні показники об'єктів впливають на вибір категорії та методів, точність і достовірність геодезичного контролю. Як правило, зазначені показники беруть з технічного завдання на проектування, техніко-економічного обґрунтування або робочих проектів, а також паспортів та інструкцій з експлуатації.

Робочі креслення по архітектурно-будівельній та конструктивній частинам проекту необхідні для призначення об'єктів та параметрів геодезичного контролю, складання проектів розміщення геодезичної контрольно-вимірювальної апаратури, вибору схеми вимірювань.

Акти та виконавчі схеми приймання будівельних конструкцій та обладнання необхідні для аналізу якості проведених будівельно-монтажних робіт і можуть бути використані для діагностики технічного стану об'єктів.

Матеріали по експлуатації будівель та споруд можуть бути використані при проектуванні методів геодезичного контролю за об'ємною, тимчасовою характеристиками і керуючим впливом.

Нормативна документація по будівництву та експлуатації необхідна для вибору практично всіх проектних рішень по геодезичному контролю, починаючи від призначення об'єктів геодезичного контролю і закінчуючи оцінкою технічного стану об'єктів.

6.2. Методи і категорії контролю параметрів, точність і періодичність вимірювань параметрів

При розробці процесів для кожного об'єкта і параметра контролю слід призначати:

- категорію контролю;
- методи контролю.

Під категорією контролю розуміють градацію процесів контролю, що встановлюється при їх розробці, в залежності від вимог до якості об'єктів контролю. Категорія контролю визначає рівень якості самого контролю, що характеризується достовірністю результатів, точністю, повнотою, оснащеністю вимірювальними засобами, правилами проведення і т. п.

За часовою характеристикою контроль поділяється на безперервний, періодичний і летючий. Від вибору тимчасової характеристики залежать періодичність, обсяг і вартість контролю, а також пов'язані з ними чисельність і кваліфікація контролерів, методи та засоби вимірювань.

За об'ємною характеристикою контроль поділяють на суцільний і вибірковий. Від правильності вибору виду контролю за об'ємною характеристикою залежать обсяги виконання контрольних операцій, а, отже, їх трудомісткість, чисельність і кваліфікація контролерів, достовірність контрольованих параметрів, вибір методів і засобів вимірів у ній.

За керуючим впливом на хід виробничого процесу розрізняють: пасивний і активний контроль. Від правильності вибору методу контролю за керуючим впливом залежить, в першу чергу, точність і періодичність контролю, а, отже, і достовірність контролю.

Процеси геодезичного контролю геометричних параметрів рекомендується розробляти послідовно, крок за кроком.

1. На підставі матеріалів проектування, а також вимог з вибору об'єктів геодезичного контролю призначають об'єкти, що підлягають контролю, і дають коротку характеристику їх технічних і економічних показників і умов роботи, що впливають на вибір категорії, методів та режимів контролю.

2. На підставі характеристики об'єкта контролю, його конструктивних рішень і умов роботи призначають вид і допустиму величину відхилень геометричних параметрів з посиланням на нормативний документ, проект або підтверджуючий розрахунок.

3. На підставі загальних якісних ознак, що характеризують категорію контролю, ознак і показників кожного конкретного об'єкта і вимог до призначення методів та режимів контролю, проектують процеси контролю.

Норми точності геодезичних вимірів при активному контролі призначаються для вирішення точних завдань, пов'язаних з вивченням і контролем характеру змін розмірів, положення і форми споруд і устаткування, а також їх елементів у часі від статистичних і динамічних навантажень.

6.3. Схема розміщення геодезичної контрольної-вимірювальної апаратури

Геодезична контрольна-вимірювальна апаратура для вимірювання осідань об'єкта складається із закріплених на об'єкті і місцевості контрольних точок, з яких проводиться збір первинної інформації про контрольований параметр.

Контрольно-вимірювальна апаратура для вимірювання осідань поділяється на дві групи: опорні та деформаційні знаки. Опорні знаки – вихідні нерухомі знаки, які закладаються на території майданчика і службовці для вимірювання абсолютних повних осідань; деформаційні знаки – стінні або плитні нівелірні знаки, що встановлюються на каркас будівлі або фундаменти обладнання і переміщаються разом з ними.

Типи глибинних реперів і глибина закладання їх якорів визначаються по геологічного розрізу майданчика і фізико-механічними властивостями ґрунтів, отриманими з матеріалів вишукувань.

Проект розміщення вихідних опорних реперів складають на копії з генплану об'єкта. Місцезнаходження їх визначають з урахуванням існуючих підземних комунікацій, поза зоною осадової воронки, але не більше ніж в 200-300 м від контрольованих об'єктів.

Місця встановлення глибинних та ґрунтових реперів на генплані показують умовними знаками з прив'язкою до пунктів будівельної сітки характерним точкам будівлі. Креслення типу обраного знака повинен бути прикладений до проекту.

Тип осадової марки і закладення її в конструкцію залежить від матеріалу конструкції, застосовуваних методів і засобів вимірювання осідань і розрахункової точності вимірювання перевищень в проекті, що розробляється.

Місця закладки осадових марок на конструкціях будівлі також показуються на схемі умовними знаками. При призначенні місць закладки марок необхідно враховувати наступні вимоги:

- Місця закладок марок необхідно проектувати на несучих конструкціях на висоті, зручній для нівелювання, про що дається повідомлення в примітках до схеми;

- Якщо фундаменти плитні, то марки повинні проектуватися з установкою по кутах будівлі або споруди, на конструкціях по обидва боки осадових швів, не менше ніж через 12 м по контуру при кроці колон 6 і 12 м, не менше ніж через 10-14 м по контуру без каркасних будівель і споруд;

- На фундаментах устаткування або самому обладнанні, в залежності від конструктивних рішень і контрольованих геометричних параметрів.

6.4. Методи, засоби і методика вимірювання перевищень

Основними факторами, що впливають на вибір методів і засобів вимірювань геометричних параметрів технічних об'єктів, є:

- характеристика об'єкта та вид контрольованих геометричних параметрів;
- необхідна точність контролю параметрів;
- методи контролю за повнотою охоплення, тимчасовій характеристиці та

керуючому впливу;

- характеристика умов вимірювань, тривалість процесу вимірювань;
- вартість засобів вимірювань і контролю в цілому;
- наявність засобів вимірювань і фахівців.

Основним методом контролю за осіданням будівель та споруд є метод геометричного нівелювання короткими променями. Цей метод дозволяє охопити дуже широкий діапазон точності вимірювання перевищень (від 0,05 до 5 мм на одну станцію), дозволяє вести вимірювання в широкому діапазоні зовнішніх і внутрішніх впливів природного та виробничого середовища, має більш високу продуктивність у порівнянні з іншими методами і більш низьку вартість робіт.

В даний час при контролі за осіданням інженерних об'єктів використовують такі види класифікацій та методик геометричного нівелювання:

- державне нівелювання I, II, III і IV класів;
- розрядне нівелювання для вимірювання осідань гідротехнічних споруд;
- розрядне нівелювання для вимірювання деформацій основ будинків і споруд;

споруд;

- нівелювання спеціальних класів для інженерно-геодезичних робіт.

Класифікація та методика державного нівелювання добре пристосовані для ведення геодезичних робіт на великих територіях, коли репери розташовані на великій відстані один від одного і необхідно отримати їх позначки з найменшими витратами коштів і часу при заданій точності вимірювань на кілометр ходу. У цих випадках намагаються працювати на граничних довжинах візирних променів, користуватися для прискорення робіт двома рейками. Так як ходи великої протяжності, то методика вимірювань спрямована значною мірою на зменшення систематичних похибок, вплив яких на точність зростає в міру збільшення довжин ходів.

Розділ 7. КОНСТРУКТИВНА НАДІЙНІСТЬ

Встановлена надійність має бути забезпечена на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, а саме:

- вишукування і проектування;
- виготовлення, транспортування та зберігання будівельних виробів;
- освоєння будівельного майданчика та зведення об'єкта, приймання об'єкта в експлуатацію;
- використання об'єкта за призначенням протягом встановленого терміну експлуатації, оцінка технічного стану, ремонт;
- реконструкція й подальше використання у нових умовах;
- ліквідація об'єкта.

У залежності від етапу життєвого циклу вказівки стосовно надійності об'єкта використовуються для:

- визначення умов проектного вибору, тобто параметрів майбутнього об'єкта з урахуванням встановлених чи прогнозованих умов його застосування;
- рішення щодо дозволу або заборони на застосування проекту, матеріалів, виробів, результатів робіт і самого об'єкта;
- встановлення вимог до зміни окремих характеристик об'єкта (його складових частин) або режиму його використання.

Основною вимогою, яка визначає надійність будівельного об'єкта, є його відповідність призначенню й здатність зберігати необхідні експлуатаційні якості протягом встановленого терміну експлуатації. До них належать:

- гарантія безпеки для здоров'я і життя людей, майна та довкілля;
- збереження цілісності об'єкта та його основних частин і виконання інших вимог, які гарантують можливість використання об'єкта за призначенням і нормального функціонування технологічного процесу, включаючи вимоги до жорсткості будівельних конструкцій і основ, тепло- і звукоізоляційних властивостей огорожень, їх герметичності, акустичних характеристик тощо;

- забезпечення можливості розвитку об'єкта (наприклад, добудови без підсилення наявних конструкцій або збільшення обсягів виробництва для промислової будівлі) та його пристосування до технічних, економічних або соціальних умов, що змінюються;

- створення необхідного рівня зручностей і комфорту для користувачів та експлуатаційного персоналу, включаючи вимоги до кліматичного режиму в приміщеннях (повітрообмін, температура, вологість, рівень освітленості тощо), а також доступність для оглядів і ремонтів, можливість заміни і модернізації окремих елементів тощо;

- обмеження ступеня ризику шляхом виконання вимог до вогнестійкості, безвідмовності роботи захисних пристроїв, надійності систем і мереж життєзабезпечення, живучості будівельних конструкцій тощо.

У конкретних випадках цей перелік може бути уточненим і розширеним (наприклад, введенням додаткової умови до межі радіаційного фону від застосованих будівельних матеріалів і виробів).

Чисельно надійність характеризується показниками ймовірності безвідмовної роботи, наробітком до відмови, середнім терміном служби тощо.

Відмовою вважається реалізація такого стану споруди, її частини або елемента, який призводить до появи значних економічних збитків чи соціальних втрат. При цьому відрізняють відмови-зриви, поява яких одразу ж викликає виникнення збитків (втрат), і відмови-перешкоди, після появи яких починається поступове накопичення збитків (втрат).

Вимоги до функціональних характеристик, як правило, ставляться до всієї споруди в цілому; оскільки її складові частини відіграють різні ролі у забезпеченні надійності споруди, вони мають різну відповідальність.

Вимоги до окремих частин і підсистем будівельного об'єкта, які забезпечують функціонування об'єкта, повинні встановлюватися і реалізуватися сумісно (наприклад, вимога до температури повітря в приміщенні забезпечується шляхом узгодження параметрів систем опалення і вентиляції з теплоізоляційними властивостями огорожувальних конструкцій).

Будівельні конструкції й основи повинні відповідати наступним вимогам:

- сприймати без руйнувань і недопустимих деформацій впливи, що виникають під час їх зведення і протягом встановленого терміну експлуатації;

- мати достатню роботоздатність в умовах нормальної експлуатації протягом усього встановленого терміну експлуатації, а саме: їх експлуатаційні параметри (переміщення, вібрації тощо) із заданою імовірністю не повинні виходити за встановлені нормативною або проектною документацією межі, а їх довговічність повинна бути такою, щоб погіршення властивостей матеріалів і конструкцій внаслідок гниття, корозії, стирання та інших форм фізичного зношування не призводило до недопустимо високої ймовірності відмови;

- мати достатню живучість по відношенню до локальних руйнувань і передбачених нормами аварійних впливів (пожеж, вибухів, наїздів транспортних засобів тощо), виключаючи при цьому явища прогресуючого руйнування, коли загальні пошкодження виявляються значно більшими ніж первісне збурення, що їх викликало.

Надійність, у тому числі довговічність і живучість, забезпечуються одночасним виконанням вимог, які висуваються до вибору матеріалів, конструктивних і об'ємно-планувальних рішень, до методів розрахунку, проектування та контролю якості робіт при виготовленні конструкцій та їх зведенні, а також дотриманням правил технічної експлуатації, нагляду і догляду за конструкціями.

7.1. Умови експлуатації та вплив навколишнього середовища. Врахування небезпек

Складовими умов експлуатації, що відповідають нормальному режиму експлуатації об'єкта, є впливи, що виникають від роботи устаткування (машин, апаратів, транспортних засобів, вантажопідійомних механізмів), вантажів, навантаження від людей, атмосферних впливів тощо у сполученні з можливими прогнозованими впливами навколишнього середовища, які виникають у той же час.

Урахування взаємодії з навколишнім середовищем повинно здійснюватися на основі матеріалів інженерних вишукувань, які включають інженерно-геодезичні, комплексні інженерно-геологічні, інженерно-гідрометеорологічні, а також вишукування для раціонального використання навколишнього середовища.

Характер і величина впливів (силових, температурних, деформаційних, від заданих переміщень тощо), що виникають в умовах нормального режиму експлуатації, визначаються з урахуванням передбачених нормативною документацією або вимогами проекту умовами роботи устаткування або обмеженнями, пов'язаними з обов'язковими вимогами експлуатаційної документації (наприклад, вказівками щодо використання обмежувачів вантажопідйомності або аварійних клапанів, вказівками щодо очищення покрівель від снігу та пилу).

У матеріалах вишукувань повинна наводитися характеристика прогнозованих впливів на будівельні конструкції основних природних, природно-техногенних і техногенних процесів і явищ.

Поряд з умовами нормальної експлуатації повинні розглядатися небезпеки, які самі по собі або у сполученні з іншими факторами можуть призвести до порушення роботоздатності конструкцій. Ці небезпеки можуть бути наслідками:

- недосконалостей норм проектування;
- недоліків проектування, виготовлення, зведення або експлуатації, що виникають внаслідок грубих помилок персоналу, в тому числі через відсутність інформації, прорахунки та нерозуміння;
- різких змін технологічного процесу, що викликають істотні зміни технологічних навантажень і впливів;
- перевантажень, що виникають при стихійних лихах, техногенних аваріях та інших виняткових подіях.

Небезпечні впливи повинні враховуватись протягом усього періоду будівництва та експлуатації об'єкта. При оцінці впливів повинна враховуватися просторова нерівномірність і періодичність цих впливів.

Якщо небезпеку природно-техногенного чи техногенного походження неможливо передбачити точно, то з міркувань безпеки її доцільно враховувати.

Заходами, що попереджують небезпеки або знижують їх вплив, можуть бути:

- захист від небезпеки – виключення впливу джерела небезпеки шляхом використання спеціальних антиперевантажувальних пристроїв, систем попередження і оповіщення тощо;

- урахування небезпек – проектування конструкцій такими, щоб при виникненні небезпеки з встановленою імовірністю була виключена можливість руйнування будь-якого відповідального елемента;

- послаблення наслідків небезпек – проектування об'єкта таким, щоб конструкції, відмова яких може бути безпосередньою причиною аварійної ситуації, при виникненні небезпеки зберігали роботоздатність протягом часу, достатнього для вжиття термінових заходів (наприклад, для евакуації людей або для зміни режиму роботи устаткування).

Заходи запобігання небезпекам можуть застосовуватися окремо або комплексно.

7.2. Відповідальність

Слід вживати всіх заходів для виключення помилок осіб, які беруть участь у будівельному процесі і в процесі експлуатації, в тому числі шляхом визначення і фіксації у відповідній нормативній, проектній та експлуатаційній документації їх функцій та міри відповідальності.

Для зменшення ймовірності виникнення помилок рекомендується:

- підбирати персонал відповідної кваліфікації, включаючи використання системи контролю і ліцензування прав на ведення різних видів професійної діяльності;

- регламентувати всі робочі процедури, способи і форми документування контролю за результатами роботи персоналу.

На всіх етапах робіт і для всіх осіб, які беруть участь у цих роботах (проектування, виготовлення, зведення, експлуатація, реконструкція), повинна бути визначена відповідальність персоналу, а також забезпечені заходи щодо взаємодії виконавців.

Необхідно, щоб усі особи, які несуть відповідальність, були попереджені про неї і знали коло своїх обов'язків, включаючи і таку діяльність, як передача інформації та документування.

Також необхідно підвищувати знання персоналу шляхом проведення семінарів, форумів, круглих столів, проведення підвищень кваліфікацій, тимчасових навчальних та тренувальних з певного фаху.

7.3. Підтримання робочого стану конструкцій

Будівельні об'єкти повинні знаходитися в такому стані, щоб вони могли використовуватися за призначенням згідно з проектом протягом усього встановленого терміну експлуатації.

Якщо конструкція зазнає фізичного зносу і її стан викликає недопустиме зростання ризику, пов'язаного з подальшою експлуатацією об'єкта, необхідно провести ремонт, який відновлює роботоздатність конструкції, змінити умови її експлуатації або провести повну заміну.

Пошкодження або погіршення стану будівель і споруд, окремих конструкцій та основ виявляються в результаті оглядів і обстежень, що проводяться через певні проміжки часу.

За станом конструкцій унікальних або виключно відповідальних будівель та споруд рекомендується стежити з використанням автоматизованих систем контролю.

Заходи, необхідні для підтримання робочого стану конструкцій, і перелік осіб, відповідальних за виконання цих заходів, повинні бути встановлені у спеціальних нормах, проектній та експлуатаційній документації з урахуванням значущості конструкцій, умов їх експлуатації, довговічності і стабільності властивостей матеріалу, умов навколишнього середовища, захищеності від зовнішніх впливів і вартості робіт із нагляду та догляду.

7.4. Запобігання небезпекам

Безпека об'єкта, як правило, повинна забезпечуватися шляхом реалізації принципу захисту, який базується на використанні бар'єрів, які послідовно включаються в роботу, функціонують незалежно один від одного та виконують наступні функції:

- перешкоджають виникненню перевантажень, збоїв і аварійних ситуацій;
- забезпечують сприйняття аварійних перевантажень і гарантують неруйнівність, а також функціонування (можливо з погіршенням параметрів якості або після ремонту) основної частини об'єкта;
- запобігають лавиноподібному розвитку руйнувань і відмов, а також локалізують наслідки аварії, що вже сталася.

Повинні бути передбачені технічні рішення та організаційні заходи для створення і забезпечення ефективності бар'єрів безпеки щодо:

- вибору майданчика для розміщення об'єкта;
- встановлення санітарно-захисної зони і зони спостереження навколо об'єкта, забезпечення протипожежних розривів тощо;
- розроблення проекту на підставі уточнених даних про можливість виникнення і характер проявлення катастрофічних впливів;
- використання спеціальних систем безпеки;
- забезпечення потрібної якості матеріалів, конструкцій, виробів і якості проведення робіт шляхом організації вхідного, поопераційного і приймального контролю;
- експлуатація об'єкта у відповідності з експлуатаційною документацією, яка спеціально розробляється у складі проекту;
- підтримання у належному стані важливих для безпеки об'єкта елементів, пристроїв і систем шляхом проведення необхідних профілактичних робіт;
- своєчасне діагностування, оцінювання технічного стану і вжиття необхідних заходів щодо усунення виявлених дефектів і пошкоджень;

- заходи із запобігання можливим причинам аварій, а при виникненні аварій – локалізації шкідливих наслідків;

- підготовка і реалізація (за необхідності) планів аварійних заходів на об'єкті і за його межами, в тому числі і за участю населення;

- забезпечення необхідного рівня підготовки персоналу.

Доцільність технічних і організаційних рішень повинна бути спеціально обґрунтована або підтверджена досвідом будівництва та експлуатації аналогічних об'єктів.

Нормативні, організаційно-розпорядчі та інструктивні документи повинні бути сформульовані так, щоб усі особи, які беруть участь у роботах, що впливають на безпеку, знали про характер і ступінь впливу їх діяльності на безпеку та усвідомлювали наслідки, до яких може призвести недотримання або нечітке виконання вимог, зазначених у цих документах.

У проекті та в складі експлуатаційної документації, яка передається замовнику, повинен бути передбачений спеціальний розділ, у якому розглядаються заходи безпеки і міститься перелік:

- прийнятих технічних рішень і необхідних організаційних заходів, спрямованих на виявлення аварійних ситуацій, запобігання аваріям і гарантування безпеки;

- можливих заходів щодо управління аварією і запобігання її лавиноподібного розвитку;

- заходів, спрямованих на зменшення небезпечних наслідків для персоналу, населення і довкілля.

Аварії, для яких проектом передбачено спеціальні засоби активного управління і захисту, називаються проектними аваріями, їх перелік і основні параметри (пожежне навантаження, сила вибуху, рівень затоплення при повені тощо) визначаються спеціальними нормами на підставі зіставлення можливих соціальних втрат і матеріальних збитків із необхідними для їх запобігання засобами.

Окрім параметрів проектних аварій, для конкретного об'єкта слід встановити параметри максимально можливої в умовах існування об'єкта природної і (або) техногенної катастрофи. Методи визначення техногенної катастрофи та її параметрів також встановлюються спеціальними нормами.

Допускається приймати параметри техногенної катастрофи, виходячи з імовірності їх виникнення у 100 разів меншої ніж прийнята ймовірність виникнення проектної аварії.

При розробленні спеціальних норм і визначенні параметрів проектної аварії і техногенної катастрофи слід розглядати явища, які можуть бути викликані наступними вихідними подіями:

- катастрофічними перевищеннями інтенсивності природних впливів рівня, встановленого чинними нормами для району будівництва;

- техногенними катастрофами (аваріями транспортних засобів, вибухами, пожежами, витіканням розплавленого металу тощо), які відбуваються в межах об'єкта або в його найближчому оточенні;

- грубими помилками персоналу на стадіях проектування, зведення або експлуатації об'єкта;

- серйозним браком або різкою невідповідністю характеристик будівельних матеріалів і виробів, елементів устаткування вимогам нормативно-технічної документації.

При розгляді і класифікації причин проектних аварій та техногенних катастроф необхідно враховувати також вплив вторинних факторів (вибухів, виникнення пожеж, руйнувань захисних перешкод, ударів від падіння елементів тощо), причиною яких була первісна аварія. Рекомендується розробляти і аналізувати сценарії розвитку аварій.

7.5. Відмови та їх класифікація

Відповідно до діючих норм подія, що полягає в порушенні працездатності, називається відмовою; таким чином, під відмовою розуміють припинення виконання конструкціями заданих функцій, а ці функції визначаються з

відповідними допусками. При призначенні нормативної надійності несучих конструкцій, що захищають від певних факторів, під відмовою розуміють технічний стан елемента, що передує вичерпанню несучої здатності або повної втрати функцій, що захищає від цих факторів.

Відмови можна класифікувати:

1) залежно від причин виникнення: внутрішнім, викликаним недоліком конструкцій; через зовнішні причини (перевантаження, зміна схем роботи й навантаження й т.п.);

2) залежно від швидкості їхнього прояву: послідовні; поступові; раптові;

3) залежно від діапазону відмов: часткові, пов'язані з відхиленням характеристик від меж, що допускають, і не повної втрати працездатності; повні;

4) по сполученню попередніх концепцій: каталептичні — раптові й повні; з поступовим погіршенням параметрів і характеристик;

5) залежно від наслідків: незначні, що не приводять до погіршення експлуатаційних характеристик, значні, критичні, що приводять до повного припинення виконання функцій і появи великого ризику;

6) залежно від строку експлуатації: передчасні (часто до монтажу); випадкові; зношення.

Послідовні поступові відмови є функцією часу, обумовлені головним чином старінням матеріалів, нагромадженням внутрішніх напружень і т.д.

Раптові відмови викликаються такими змінами параметрів елемента, при яких його варто вважати непрацездатним. Такі відмови з'являються при перерозподілі й підсумовуванні у вузлах навантажень, дії додаткових зовнішніх навантажень, їхніх неврахованих сполучень. При розрахунку систем з обліком цих двох видів відмов орієнтуються на наступні положення:

1) поступові відмови можна виключити, якщо врахувати всі можливі зміни характеристик і параметрів у часі;

2) раптові відмови випадкові, їх не можна повністю виключити або пророчити;

3) поступові й раптові відмови взаємозалежні й не є незалежними.

З останнього випливає принцип можливого резервування, широко застосований у точному приладобудуванні.

На відміну від простих систем, де є тільки два можливих стани – нормальне експлуатаційне й відмова, у будинках більша частина конструкцій й елементів може мати кілька станів, що відповідають частковим відмовам і несправностям. У зв'язку із цим іноді відмови класифікують: часткова відмова вузла або елемента, відновлення або посилення якого приводить до повного відновлення надійності споруджень; відмови найбільш відповідальних елементів споруд (основ, фундаментів, колон, ригелів і т.п.), що приводять до повної відмови всього спорудження. Відмови другої групи можуть бути раптовими. Посилення цих елементів нерідко пов'язане з більшими обсягами виконуваних робіт.

Таким чином, характеристики відмов повинні відбивати різні форми (категорії) несучої здатності будинку або його частин. Припустиму ймовірність відмови варто визначати залежно від ваги наслідків. Звичайно легше сконструювати виріб для м'яких (благополучних) умов роботи, чим для твердих (граничних).

Специфіка будинків як виробу складається в неможливості створення полегшених умов для роботи будинку в цілому, хоча для окремих вузлів й елементів така можливість є. У складних конструкціях відмова окремого елемента може привести до відмови всієї конструкції, хоча інші елементи продовжують нормально функціонувати. Наприклад, зволоження утеплювача тришарових стінових панелей приводить до зволоження стін, порушенню температурного режиму приміщення, тоді як залізобетонні елементи продовжують виконувати функції несучої частини конструкції.

У зв'язку із цим необхідно відзначити, що сучасні методи розрахунків (зокрема, метод граничних станів) зосереджують увагу на границях якості, хоча для багатьох характеристик (тепло-, звукоізоляція й ін.) важливо не тільки граничний стан, але й розподіл якості.

Аналіз показує, що більша частина відмов й аварій відбувається через так званих «дріб'язки»: невиконання при проектуванні всіх перевірочних розрахунків конструкцій, особливо вузлів, неакуратності виконавця при

виготовленні виробів (елементів) і монтажі, недбалості й непередготовленості обслуговуючого експлуатаційного персоналу. З обліком цього доцільно приймати в розрахунках наступні значення ймовірності «відмов» 10^{-5} – 10^{-7} – при «відмові» без попередніх ознак (велике руйнування, втрата стійкості, руйнування основ); 10^{-4} – при досягненні граничної несучої здатності з попередніми ознаками (плинність розтягнутої зони при вигині); 10^{-2} – 10^{-3} – при настанні стану непридатності до експлуатації без втрати несучої здатності.

У процесі експлуатації будинків дефекти накопичуються, змінюючись кількісно і якісно. Залишені без уваги незначні дефекти можуть привести до серйозних порушень цілісності конструкцій і навіть до аварій. Надійна робота будівельних конструкцій забезпечується у випадку, коли під час експлуатації приймаються ефективні заходи по усуненню дефектів або локалізації їхнього шкідливого впливу.

7.6. Умови забезпечення безвідмовності

Умова забезпечення безвідмовності, тобто невиходу за граничний стан, записується нерівністю виду:

$$g(G_d, f_d, a_d, C, \gamma_n, \gamma_d, T_{ef}) \geq 0,$$

де $g(\bullet)$ - така функція параметрів системи, за якої $g(\bullet) < 0$ означає досягнення позаграничного стану;

G_d, f_d, a_d – розрахункові значення навантажень, характеристик міцності матеріалів або опору ґрунтів та геометричних характеристик конструкції відповідно;

C – обмеження на параметр, що контролюється (наприклад, допустиме граничне розкриття тріщини);

γ_n – коефіцієнт надійності за відповідальністю (коефіцієнт відповідальності), який враховує значущість конструкції і об'єкта в цілому, а також можливі наслідки відмови та враховується як множник до розрахункового значення навантаження;

γ_d – коефіцієнт надійності моделі, який враховує невизначеність розрахункової схеми та інші аналогічні обставини (наприклад, чутливість конструкції до локальних руйнувань, початкові недосконалості або підвищену швидкість зношування) та приймається як множник до розрахункового значення навантаження.

Залежність умови $g(\bullet)$ від часу враховується у явному вигляді або шляхом вибору розрахункових значень величин, що входять до $g(\bullet)$, залежно від встановленого терміну експлуатації об'єкта, тобто $G_d = G_d(T_{ef}), f_d = f_d(T_{ef})$ тощо.

Для граничних станів першої групи умова $g(\bullet)$ найчастіше визначається через дві функції:

- S – навантажувальний ефект;
- R – несуча здатність елемента чи поперечного перерізу.

Тоді гранична нерівність $g(\bullet)$ записується у виді

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

або (коли це можливо)

$$\gamma_n \gamma_{sd} S (G_d, a_d, T_{ef}) \leq (1/\gamma_{rd}) R (f_d, a_d, T_{ef})$$

У даній формулі коефіцієнт γ_d розділений на два множники, які відображають невизначеність розрахункової моделі щодо навантажувальних ефектів γ_{sd} та несучої здатності γ_{rd} , хоча таке розділення не є обов'язковим.

Граничні стани другої групи зазвичай можуть бути описані нерівностями типу:

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

або

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

де C – обмеження за експлуатаційною придатністю, що відповідає граничному стану, що розглядається, а також його підгрупі (наприклад, обмеження за прогинами можуть встановлюватися, виходячи з технологічних умов або з умов фізіологічного та естетико-психологічного впливу на людей).

Дані нерівності є принциповими схемами і повинні уточнюватись для конкретних умов перевірки з урахуванням того, що F_d , f_d і a_d – це, як правило, декілька величин, а кожна із згаданих умов може представляти не одну, а декілька сумісних нерівностей (наприклад, під загальним позначенням F_d слід розуміти цілий комплекс одночасно діючих навантажень та впливів, а при перевірці залізобетонної конструкції символом f_d може бути представлена міцність як бетону, так і арматури).

При розв'язанні нелінійних задач або при перевірці загальної стійкості системи використовується основна нерівність у формулі $g(\bullet)$.

7.7. Основи розрахунку несучих та огорожуючих конструкцій

Основою розрахунків конструкцій житлових і громадських будинків є метод граничних станів.

Сучасні стандарти встановлюють дві групи граничних станів:

Перша група включає граничні стани, які призводять до повної або часткової втрати несучої здатності будівель і споруд в цілому, а також до повної непридатності до експлуатації конструкцій, фундаментів, будівель і споруд в цілому.

Друга група включає граничні стани, що утруднюють нормальну експлуатацію конструкцій, основ або зменшують довговічність будівель, споруд порівняно з передбачуваним строком служби.

Граничні стани першої групи характеризуються:

- Руйнуванням будь-якого характеру;
- Втратою стійкості форми, що призводить до повної непридатності подальшої експлуатації;
- Втратою стійкості положення;
- Переходом у змінювану систему;
- Якісною зміною конфігурації;
- Іншими явищами, за яких виникає необхідність припинення експлуатації.

Граничні стани другої групи характеризуються:

- Досягненням граничних деформацій конструкцій або граничних деформацій основи;
- Досягненням граничних рівнів коливань конструкцій або основ;
- Утворенням тріщин;
- Досягненням граничного розкриття або довжини тріщин;
- Втратою стійкості форми, що призводить до утруднення нормальної експлуатації.

Методи встановлення надійності конструкції зводяться до того, щоб прикладені навантаження не перевершували несучу здатність.

У сучасних нормах проектування передбачене використання коефіцієнта надійності, що враховує ступінь відповідальності будинку, а також небезпека й значимість наслідків настання тих або інших граничних станів.

Установлено два гранично експлуатаційних стани конструкцій будинків:

1) настання повної втрати конструкцією несучої здатності, що супроводжується аварійними ситуаціями. Такий стан називають аварійним (перший граничний стан);

2) досягнення конструкцією таких статичних або динамічних переміщень, при яких неможлива експлуатація споруджень. Це стан гранично експлуатаційний (другий граничний стан).

При проектуванні будинку по методу граничних станів задаються гранично припустимими значеннями таких характеристик конструкцій, як міцнісні, деформативні й комфортні. Нормативні значення міцнісних і деформативних характеристик часто не збігаються зі значеннями, що руйнують фактично, і не характеризують технічну міцність конструкцій.

Розділ 8.

ВІДНОВЛЕННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ СТІН ФУНДАМЕНТІВ

Гідроізоляція будинків, що експлуатуються, в основному виходить із ладу з наступних причин:

- деформації фундаментів;
- механічне ушкодження під час ремонту конструкцій, прокладки комунікацій, виконанні прибудов;
- хімічне ушкодження забрудненими ґрунтами, стоками;
- збільшення культурного шару ґрунту навколо будинку.

Порушення гідроізоляції приводить до капілярного підйому вологи, зниженню теплотехнічних властивостей і зношування будівельних конструкцій. Все це зменшує нормативний термін служби будинків.

Застосовуються наступні способи відновлення гідроізоляції:

- осушення конструкцій;
- нанесення мастики на поверхню стін;
- обклеювання поверхонь рулонними матеріалами;
- влаштування горизонтальних борозен у конструкціях з наступним влаштуванням гідроізоляції;
- ін'єкції в конструкцію спеціальних розчинів.

Поряд із традиційними способами захисту будинків і споруд від надлишкової вологи розроблені заходи, спрямовані на покращення гідротехнічних умов площадки:

- виконання дренажів;
- цементація, силікатизація, термічна обробка (обпалювання), зміцнення ґрунтів.

Вибір ефективного варіанту влаштування гідроізоляції фундаментів і стін базується на вивченні причин її порушення, умов виконання робіт і конструктивних особливостей ізольованих поверхонь.

Порушення гідроізоляції цегляних стін призводить до капілярності вологи, що сприяє зниженню теплотехнічних властивостей експлуатаційних якостей і нормативних строків експлуатації огорожувальних конструкцій будівлі. Порушені ділянки горизонтальної гідроізоляції обов'язково відновлюють, дотримуючись умови неперервності гідроізоляційного шару.

Кладку з порушеною горизонтальною гідроізоляцією частково розбирають ділянками довжиною 1 – 1,5 м, а потім знову укладають 2 шари рулонного матеріалу на мастиці, в напуск зі збереженням або раніше покладеним гідроізоляційним рулонним матеріалом.

Гідроізоляційний килим повинен повністю перекривати стіну і внутрішню штукатурку. Його укладають в очищену, промиту і вирівняну цементним розчином штрабу. Зазор між відновленою і старою кладкою необхідно ретельно зачеканити напівсухим цементним розчином.

При необхідності відновлення гідроізоляції на значній довжині роботи проводять в тій же послідовності, що при підведенні фундаментів.

Порушення вертикальної гідроізоляції, неякісне закладання прорізів у зовнішніх стінах для введення комунікацій, особливо великого діаметру, призводять до проникнення ґрунтових вод в підвальне приміщення будівлі, а також наднормативний знос його конструктивних елементів.

Перед відновленням вертикальної гідроізоляції поверхню стіни очищають від землі, промашують цементним молоком і обштукатурюють, через 2-3 дні покривають гарячим бітумом, а при необхідності обклеюють шарами гідроізоли на мастиці.

Засипку траншеї виконують пошарово з ретельним трамбуванням. Підвальні поверхи будівель, затоплювані ґрунтовими водами, обладнують спеціальною баластною гідроізоляцією, здатною сприймати гідравлічний напір ґрунтових вод. Її конструкція залежить від рівня води над позначкою підлоги підвального поверху. Гідроізоляцію можна виконувати як обмазочну так і обклеєну.

Застосування обмазувальної гідроізоляції краще, оскільки воно володіє хорошим зчепленням з бетонними і цементними поверхнями. В якості обмазувальної гідроізоляції використовують холодну асфальтову мастику, приготовлену з бітумної емульсійної пасти (75-80%), мінерального заповнювача (15-20%) і води (5%). В якості наповнювача застосовують глину, вапно, трепел. Холодну мастику наносять на вологу основу в три шари, кожен наступний шар виконують після підсихання попереднього.

Загальна товщина гідроізоляційного шару повинна бути 13-15 мм.

Обмазувальна гідроізоляція наноситься на протинапірну конструкцію, яка складається при рівні ґрунтових вод: до 10 см – з цементного розчину марки 50 завтовшки 50 мм; 10-50 см – шару бетону класу В 7,5 завтовшки 70 мм; більше 50 см – шару бетону класу В 7,5 товщиною 100 мм.

Гідроізоляційний килим заводять на стіну, на висоту, рівну відмітці рівня ґрунтових вод плюс 300 мм.

За гідроізоляційним килимом влаштовують захисну цементну стяжку завтовшки 20-30 мм. При рівні ґрунтових вод більше 50 см від позначки підвалу баласт виконують залізобетонним. Він складається з плит і бортів.

Також застосовують технологію осушення.

При висушуванні за способом Кнаппена у вологій частині кладки вирізають вертикальні отвори, в які поміщають дренажні труби діаметром 5; 6,5 або 8 см. Можна вставити в отвори цеглу із двома поздовжніми пустотами (29x14x6,6 см) або з чотирма розмірами (29x14x14 см). Через ці отвори випаровується волога, яка нагромаджується у кладці. Повітря у отворах поглинає вологу і видаляється з отворів на зовню. Його місце займає більш сухе повітря, яке надходить з приміщення. Ця циркуляція знижує вміст вологи в кладці.

Отвори пробивають на 50-80 см вище зросту людини під кутом 25°. глибина отворів повинна бути такою, щоб між кінцем отвору і внутрішньою лицевою поверхнею кладки залишався проміжок у 20 см. Отвори на фасаді закривають металевою сіткою. Вихід отвору з сторони фасаду розширюють. Отвори пробивають долотом або пневматичним молотком з електричним приводом.

Розділ 9.

УМОВИ ВІДНЕСЕННЯ БУДІВЕЛЬ ДО КАТЕГОРІЙ АВАРІЙНИХ

Аварійний стан житлового будинку настає внаслідок деформації, пошкодження, зниження міцності і несучої здатності одного або групи несучих конструктивних елементів (фундаменти, стіни, несучі перегородки, перекриття, дахи); деформації основ будівлі; отримання пошкоджень від землетрусів, осідань, нерівномірних опадів, стихійних лих, пожеж, аварій, а також через значне зношення внаслідок тривалої експлуатації і т. п. (якщо ці пошкодження не можуть бути усунені, якщо проведення відновлювальних робіт технічно неможливо або недоцільно з економічної точки зору).

Стан будівель оцінюється як аварійний, якщо його несучі елементи досягли зносу, при якому їх міцнісні або деформативні характеристики, визначені інструментальним методом, рівні або гірше гранично допустимих для діючих навантажень і умов експлуатації.

На практиці визначені ознаки, що дозволяють розглядати будівлю (елементи) як аварійні. Вони включають в себе:

1. Фізичний знос для кам'яних будинків 70 % і більше, для дерев'яних будинків і будинків з місцевих матеріалів – 65 % і більше. Якщо у будівлі з фізичним зносом менше 70 %, один або кілька несучих елементів мають деформації і дефекти, відповідні ознакам аварійного стану, будинок або частина його належить до категорії аварійних.

2. Наявність загрозованих деформацій (прогини, перекося, випучення, обрушення, нависаючі конструкції), що загрожують обваленням.

3. Розрахунок конструкцій, який підтверджує, що несуча здатність їх менше допустимих норм.

Аварії, для яких проектом передбачено спеціальні засоби активного управління і захисту, називаються проектними аваріями, їх перелік і основні

параметри (сила вибуху, рівень затоплення тощо) визначаються спеціальними нормами на підставі зіставлення можливих соціальних втрат і матеріальні збитків із необхідними для їх запобігання засобами.

Окрім параметрів проектної аварії, для конкретного об'єкта слід встановити параметри максимально можливої в умовах існування об'єкта природної або техногенної катастрофи. Методи визначення максимально можливої катастрофи та її параметрів також встановлюється спеціальними нормами.

Допускається приймати параметри максимально можливої катастрофи, виходячи з імовірності їх виникнення у 100 разів меншої ніж прийнята ймовірність виникнення проектної аварії.

При розробленні спеціальних норм і визначенні параметрів проектної аварії і максимально можливої катастрофи слід розглядати явища, які можуть бути викликані наступними вихідними подіями:

- катастрофічними перевищеннями інтенсивності природних впливів рівня, встановленого чинними нормами для району будівництва;
- техногенними катастрофами (аваріями транспортних засобів, вибухами, пожежами тощо), які відбуваються в межах об'єкта або в його найближчому оточенні;
- грубими помилками персоналу на стадіях проектування, зведення або експлуатації об'єкта;
- серйозним браком або різкою невідповідальністю характеристик будівельних матеріалів і виробів, елементів устаткування вимогам нормативно-технічної документації.

При розгляді і класифікації зазначених причин проектних аварій необхідно враховувати також вплив вторинних факторів (вибухів, виникнення пожеж, руйнування захисних перешкод, ударів від падіння елементів тощо), причиною яких була первісна аварія. Рекомендується розробляти і аналізувати сценарії розвитку аварій.

Розділ 10.

ПОНЯТТЯ НАДІЙНОСТІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

10.1. Надійність будівель і споруд

У ДБН В.1.2-14-2009 дано таке визначення надійності будівельного об'єкта:

Надійність будівельного об'єкта – це властивість об'єкта виконувати задані функції протягом заданого проміжку часу.

Встановлена надійність має бути забезпечена на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, а саме:

- Вишукування і проектування;
- Виготовлення, транспортування та зберігання будівельних виробів;
- Освоєння будівельного майданчика та зведення об'єкта, приймання об'єкта в експлуатацію;
- Використання об'єкта за призначенням протягом встановленого терміну експлуатації, оцінка технічного стану, ремонт;
- Реконструкція й подальше використання в нових умовах;
- Ліквідація об'єкта.

Основною вимогою, яка визначає надійність будівельного об'єкта, є його відповідність призначенню й здатність зберігати необхідні експлуатаційні якості протягом встановленого терміну експлуатації. До них належать:

- Гарантія безпеки для здоров'я і життя людей, майна та довкілля;
- Збереження цілісності об'єкта та його основних частин і виконання інших вимог, які гарантують можливість використання об'єкта за призначенням і нормального функціонування технологічного процесу, включаючи вимоги до жорсткості будівельних конструкцій і основ, тепло- і звукоізоляційних властивостей огорожень, їх герметичності, акустичних характеристик тощо;
- Забезпечення можливості розвитку об'єкта (наприклад, добудови без підсилення наявних конструкцій або збільшення обсягів виробництва для промислової будівлі) та його пристосування до технічних, економічних або соціальних умов, що змінюються;

- Створення необхідного рівня зручностей і комфорту для користувачів та експлуатаційного персоналу, включаючи вимоги до кліматичного режиму в приміщенні, а також доступність для оглядів і ремонтів, можливість заміни і модернізації окремих елементів тощо;

- Обстеження ступеня ризику шляхом виконання вимог до вогнестійкості, безвідмовності роботи захисних пристроїв, надійності систем і мереж життєзабезпечення, живучості будівельних конструкцій тощо.

10.2. Надійність елементів

Розрахунки будівельних конструкцій виконуються з урахуванням мінливості характеристик міцності матеріалів, величин постійних та тимчасових навантажень, а також умов роботи конструкцій, які характеризуються мінливістю зовнішнього середовища.

Хоча, введення до розрахунків, згідно ДБНів, коефіцієнтів однорідності, перевантаження, умов роботи, враховують весь комплекс факторів, від яких залежить міцність конструкцій та гарантує безпеку роботи в заданих умовах експлуатації. Тим не менш, періодично виникають пошкодження, а іноді і аварії елементів і конструкцій, викликані різнобічними випадковими факторами, які не можуть бути враховані розрахунками міцності і стійкості.

Причини виникнення аварій і пошкоджень:

1) Помилки при проектуванні:

- Дефекти інженерно-геологічних вишукувань;
- Використання нових інженерних рішень без достатньо експериментально-теоретичного обґрунтування;
- Невідповідність розрахункової моделі реальній роботі споруди;
- Не ідеальність конструктивних рішень;
- Помилки в розрахунках міцності і стійкості;
- Помилки в кресленнях;
- Невиконання вимог ремонтпридатності;
- Помилки програмних комплексів.

2) Помилки при виробництві:

- Недопустимі відхилення від проектних рішень;
- Низька якість вихідних матеріалів;
- Не ідеальність технології виготовлення;
- Низька кваліфікація інженерно-технічного персоналу і робітників;
- Порушення нормативних документів на виробництво будівельно-монтажних робіт;
- Перевищення монтажних навантажень;
- Недостатня забезпеченість стійкості елементів і просторової жорсткості конструкцій в процесі монтажу;
- Невиконання вимог по виконанню робіт в зимовий час, на просадкових ґрунтах, у сейсмічних районах;
- Невірне проектування проекту організацій робіт та проекту виконання робіт або його відсутність;
- Погана організація або відсутність виробничого контролю якості, авторського і технічного надзору за будівництвом.

3) Помилки експлуатації:

- Введення в експлуатацію з суттєвими помилками;
- Перевищення експлуатаційних навантажень у порівнянні з розрахунковими;
- Несвоєчасне виконання ремонтів і захисних заходів;
- Корозія, гниття і старіння матеріалів конструкцій, вузлів і з'єднань.

4) Особливі причини:

- Стихійні лиха (землетруси, паводки, ливні, шквали, шторми сила яких перевищує нормативні значення);
- Аварії технологічного обладнання, які супроводжуються сильними взривними або ударними впливами;
- Військові дії.

При цьому можливі:

- Аварії або раптові відмови (виникають неочікувано, в короткий проміжок часу, як наслідок переходу конструкцій в межовий стан, який виключає можливість їх подальшої експлуатації);

- Пошкодження або поступові відмови (зростають безперервно в результаті зносу за тривалий час і також можуть призвести конструкцію до межового стану);

- Іноді мають місце сумісні дії раптових і поступових відмов (старіння або зношення матеріалу одночасно з раптовим збільшенням навантаження, яке не передбачено проектом).

Виникнення відмов, обумовлене втратою міцності або стійкості, супроводжується настанням одного з межових станів. Раптові відмови характеризуються крихким руйнуванням матеріалу, утворенням недопустимих пружних або остаточних деформацій. Поступові відмови характеризуються поступовим накопиченням пошкоджень, викликаних міцнісними або сталими деформаціями, старінням або зносом.

10.3. Розрахунок будівель на надійність

Будівельні конструкції і основи розраховують на навантаження і впливи за методом граничних станів.

Під граничним розуміють такий стан конструкції, після досягнення якого його подальша нормальна експлуатація неможлива.

Граничні стани поділяють на дві групи, які в свою чергу можуть мати підгрупи.

Перша група містить граничні стани, перехід через які призводить до повної непридатності будівельного об'єкта (конструкції, елемента, основи) до експлуатації і для яких позаграничними станами можуть бути:

- Руйнування будь-якого характеру (в'язке, крихке, в результаті втомлюваності);

- Втрата стійкості форми;

- Втрата стійкості положення;
- Перехід у змінну систему;
- Якісна зміна конфігурації;
- Інші явища, за яких виникає потреба у припиненні експлуатації (ступеня ґрунту, його зміцнення, осадка).

Друга група містить граничні стани, які ускладнюють нормальну експлуатацію будівельного об'єкта або зменшують його довговічність порівняно з встановленим терміном експлуатації і для яких позаграничними станами є:

- Надмірні переміщення або повороти деяких точок конструкції;
- Недопустимі коливання;
- Утворення та розкриття тріщин, досягнення ними поза гранично-допустимих значень розкриття чи довжини;
- Втрата стійкості форми у вигляді локального деформування;
- Пошкодження від корозії чи інших видів фізичного зношення, які призводять до необхідності обмеження експлуатації внаслідок зменшення терміну експлуатації об'єкта.

При розрахунку несучих конструкцій і основ слід враховувати коефіцієнти надійності за відповідальністю згідно з нормативними документами.

На коефіцієнти надійності за відповідальністю слід множити характеристичні (нормативні) значення навантажень або навантажувальний ефект (внутрішні сили і переміщення конструкцій і основ, що спричиняються навантаженнями і впливами).

Розрахункові значення навантажень визначаються множенням характеристичних (нормативних) значень на коефіцієнт надійності за навантаженням який залежить від виду навантаження. Встановлення основних положень та правил щодо визначення навантажень і впливів, а також їхніх сполучень містяться в ДБН В.1.2-2:2006.

10.4. Методи оцінювання надійності конструкцій

При експлуатації споруд широко застосовують для оцінювання технічного стану конструкцій візуальні обстеження. Для цього необхідно встановити надійність обстежу вальних конструкцій за зовнішніми ознаками їх пошкоджень.

Усі будівлі (споруди), незалежно від їх призначення, форми власності, віку, капітальності, технічних особливостей, підлягають періодичним обстеженням з метою оцінки їх технічного стану та паспортизації, а також прийняття обґрунтованих заходів до забезпечення надійності та безпеки при подальшій експлуатації (консервації).

Відповідно до цього рекомендується для кожної будівлі (споруди) обстежувати (оцінювати):

- техногенні зміни навколишнього середовища;
- інженерно-геологічні умови майданчика;
- хімічний склад ґрунтових вод;
- конструкції та споруди, що захищають будівлі (споруди) від небезпечних геологічних процесів;
- вимощення та елементи благоустрою;
- основи та фундаменти;
- вводи та випуски інженерних мереж;
- підземні несучі, огороджувальні та гідроізолювальні конструкції;
- стан повітряного середовища в будівлі (споруді) та навколо нього (температура, вологість, повітрообмін, хімічний склад повітря);
- надземні несучі та огороджувальні конструкції;
- покриття та покрівлі;
- антикорозійний захист конструкцій, підлоги, зовнішнє та внутрішнє опорядження;
- теплотехнічні, сантехнічні та вентиляційні системи та обладнання;
- ізоляційні покриття;
- інші елементи будівель (споруд) та їх систем, проектування та влаштування яких регламентується нормативними документами.

Діагностика технічного стану будівель (споруд) здійснюється шляхом поєднання взаємоузгоджувальних і взаємодоповнювальних обстежувальних, розрахункових та аналітичних процедур, перелік та повнота яких у кожному конкретному випадку уточнюється спеціалізованою організацією, що проводить обстеження.

При розробці програми візуальних та інструментальних обстежень встановлюється такий обсяг і порядок обстежувальних процедур, при якому за мінімального обсягу обстежувальної роботи (особливо інструментальних обстежень та лабораторних визначень) можна отримати максимально повну інформацію про несправності, дефекти та пошкодження конструкції.

До найбільш характерних дефектів та пошкоджень конструкцій, які належить виявити при візуальному огляді, належать:

- дефекти, які пов'язані з недоліками проекту (невідповідність розрахункової схеми дійсним умовам, відхилення від норм проектування);
- дефекти виготовлення конструкцій, які допущені на заводах-виготовлювачах;
- дефекти монтажу конструкцій та зведення будівель (споруд);
- механічні пошкодження від порушення умов експлуатації;
- пошкодження від непередбачених проектом статичних, динамічних, температурних впливів;
- пошкодження від зовнішніх агресивних впливів робочого та навколишнього середовища.

Шляхом спільного аналізу дефектів та пошкоджень, а також результатів перевірних розрахунків визначається технічний стан окремих конструкцій. За несучою здатністю та експлуатаційними властивостями конструкції рекомендується відносити до одного з таких станів:

- стан конструкцій I - нормальний. Фактичні зусилля в елементах та перерізах не перевищують допустимих за розрахунком. Відсутні дефекти та пошкодження, які перешкоджають нормальній експлуатації або знижують несучу здатність або довговічність;

- стан конструкції II - задовільний. За несучою здатністю та умовами експлуатації відповідають стану I. Мають місце дефекти та пошкодження, які можуть знизити довговічність конструкції. Потрібні заходи щодо захисту конструкції;

- стан конструкції III - не придатний для експлуатації. Конструкція перевантажена або мають місце дефекти та пошкодження, які свідчать про зниження її несучої здатності. Але на основі перевірних розрахунків та аналізу пошкоджень можливо забезпечити її цілісність на час підсилення;

- стан конструкції IV - аварійний. Те саме, що і за станом конструкції III. Але на основі перевірних розрахунків та аналізу дефектів і пошкоджень неможливо гарантувати цілісність конструкцій на період підсилення, особливо якщо можливий "крихкий" характер руйнування. Необхідно вивести людей із зони можливого обвалення, виконати негайне розвантаження, вжити інших заходів безпеки.

Будівлі (споруди) у цілому рекомендується зараховувати до одного із таких станів у залежності від стану несучих та огорожувальних конструкцій:

- стан будівлі (споруди) I - нормальний. У будівлі (споруді) відсутні несучі та огорожувальні конструкції, які відповідають стану конструкцій II (задовільний), III (не придатний для нормальної експлуатації) та IV (аварійний);

- стан будівлі (споруди) II - задовільний. У будівлі (споруді) відсутні несучі та огорожувальні конструкції, які відповідають стану конструкцій III (не придатний для нормальної експлуатації) та IV (аварійний);

- стан будівлі (споруди) III - не придатний до нормальної експлуатації. У будівлі (споруді) відсутні несучі та огорожувальні конструкції, які відповідають стану конструкцій IV (аварійний);

- стан будівлі (споруди) IV - аварійний. У будівлі (споруді) є несучі та огорожувальні конструкції, які відповідають стану конструкцій IV (аварійний).

Приклад

Визначити технічний стан багатоповерхової залізобетонної каркасної промислової будівлі за даними візуального обстеження.

На основі обстежень встановлено наступні пошкодження конструкцій: вивітрювання розчину цегляної кладки стін, руйнування цегляної кладки несучих стін в місцях карнизів і водостічних труб на глибину до 12 см (пів цеглини), що при товщині стіни 51 см складає $12/51 \cdot 100\% = 23\%$, в окремих плитах перекриття нормальні тріщини з шириною розкриття в розтягнутій зоні до 0,3 мм.

Згідно з «Правилами визначення фізичного зносу будинків» визначаємо категорії станів конструкцій (можна використати табл. 7 підручника «Добромыслов А. Н. Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам»):

1. Вивітрювання кладки стін відповідає 2 категорії стану. Однак для окремих ділянок стін в місцях карнизів і водостічних труб з руйнуванням кладки 23 % товщини стіни стан відповідає 4 категорії.

2. Залізобетонні плити, які мають тріщини завширшки 0,3 мм, мають 2 категорію стану.

За максимальним пошкодженням на основі таблиць технічний стан будівлі за надійністю відноситься до 4 категорії (незадовільний). Для продовження експлуатації будівлі потрібно провести ремонт по усуненню руйнувань кладки стін.

Розділ 11.

БЕЗПЕКА Й ДОВГОВІЧНІСТЬ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

11.1. Розрахунок споруд на безпеку й довговічність

Ступінь довговічності основних конструктивних елементів і способи їх захисту від вогню, фізичних, біологічних, хімічних та інших пошкоджень, забезпечення можливості їх заміни після вичерпання ресурсу, а також способи захисту основ від надмірного деформування повинні бути ув'язані з встановленим терміном експлуатації об'єкта і забезпечувати необхідний рівень надійності протягом усього цього терміну. Терміни експлуатації будівель та споруд наведено в табл. 2 ДБН В.1.2-14-2009.

Терміни експлуатації деяких будівель і споруд:

Житлові та громадські будівлі – 100 років;

Виробничі та допоміжні – 60;

Складські – 60;

Сільськогосподарські – 50;

Димові труби – 30;

Теплиці – 30.

11.2. Забезпечення довговічності будівельних конструкцій в агресивних середовищах

Розглянемо забезпечення довговічності металевих будівельних конструкцій в корозійних середовищах.

Складність розв'язання задач по розрахунку показників надійності будівельних металоконструкцій в корозійних середовищах вимагає сучасних методів діагностики технічного стану при розгляді корозійної системи «Навантаження – Конструкція – Середовище». Нормативним забезпеченням довговічності є державні нормативні документи. Аналіз відповідності

вітчизняних і міжнародних норм проектування свідчить про необхідність вдосконалення структури і методів оцінки показників надійності і гарантованої довговічності протикорозійного захисту будівельних металоконструкцій.

Основними показниками довговічності будівельних конструкцій є такі:

- Корозійна стійкість (K – мм/рік), або ступінь агресивності середовища (A – г/(м²рік));
- Термін служби захисного покриття (T_3 – рік).

Залежно від складу початкових даних постановка задачі розрахунку будівельних металоконструкцій на корозійну стійкість і довговічність може бути визначена для двох розрахункових ситуацій:

- Визначення ефективності заходів первинного і вторинного захисту для заданого відношення резерву надійності на стадії проектування;
- Оцінка залишкового ресурсу конструктивних елементів з корозійними пошкодженнями під час експлуатації і реконструкції будівель і споруд.

Корозійний знос конструкцій пов'язаний зможливістю протікання трьох типів корозійного руйнування:

- Хімічного;
- Електрохімічного;
- Біологічного.

Основними напрямками підвищення довговічності конструкцій є:

- Дослідження кінетичних закономірностей протікання корозійних процесів;
- Розробка і застосування корозостійкості матеріалів;
- Упровадження ефективних засобів і методів протикорозійного захисту;
- Раціональне конструювання і експлуатація будівельних конструкцій.

Агресивні середовища класифікуються за ступенем інтенсивності дії:

- Неагресивні середовища ($K \leq 0,05$);
- Слабо агресивні середовища ($0,05 \leq K \leq 0,1$);
- Середньоагресивні ($K \leq 0,5$);
- Сильно агресивні ($K > 0,5$).

Корозійний знос характеризується зміною геометричних характеристик перерізу і механічних властивостей матеріалу внаслідок взаємодії зовнішніх і внутрішніх чинників.

Зовнішні чинники корозійного руйнування включають:

- Тривалість адсорбційного зволоження ($W_{кр} > 90\%$);
- Тривалість фазового зволоження;
- Концентрацію корозійно-активних компонентів.

Внутрішні чинники включають:

- Хімічний склад і структуру сталі;
- Конструктивні й об'ємно-планувальні особливості розташування елементів;
- Вигляд і рівень напруженого стану;
- Тип і конструктивні особливості з'єднань;
- Стан поверхні.

За корозійною стійкістю, сталі діляться на три групи:

- Сталі звичайної корозійної стійкості;
- Сталі зниженої корозійної стійкості;
- Атмосферостійкі сталі.

За характером корозійного руйнування розрізняють:

- Загальну корозію;
- Рівномірну і нерівномірну;
- Місцеву.

Розрахунок на корозійну стійкість і довговічність з урахуванням заходів первинного захисту здійснюється за першою та другою групами граничних станів, пов'язаних з втратою несучої здатності і обмеженням надмірних деформацій. Розрахунок показників довговічності пов'язаний з обмеженнями, що утруднюють нормальну експлуатацію в агресивних середовищах в результаті руйнування захисних покриттів.

Розрахункова характеристика корозійної стійкості конструктивної форми (A_k) при проектуванні має наступний аналітичний опис:

$$A_k = \alpha_f \cdot \gamma_{mk} \cdot \gamma_{fk} \cdot A_n \cdot 10^3,$$

де $\alpha_f = K_1 \cdot K_2$ – конструктивний коефіцієнт, що ураховує тип перерізу (K_1) і кут нахилу елементів (K_2) на інтенсивність корозійного зносу (табл. 1-2 Додаток Б)

γ_{mk} , γ_{fk} – коефіцієнти надійності за діями агресивного середовища і за корозійною стійкістю матеріалу (табл.3-4 Додаток Б).

A_n – нормативне значення корозійних втрат (табл. 5 Додаток Б).

Для розрахунку за граничними станами використовують залежності:

I граничний стан:

$$\begin{aligned} \Phi/N + (1 - \gamma_{zk}) &\leq \Gamma, \\ (1 - \gamma_{zm}) A_k \cdot T_n^c &\leq m \cdot t_p(1 - 1/\Gamma); \end{aligned}$$

II граничний стан:

$$\begin{aligned} T_{zy} &\geq \gamma_{zn} \cdot T_z; \\ T_{my} &\geq \gamma_{zn} \cdot T_m, \end{aligned}$$

де $\Gamma = \Phi/N$ – відношення резерву надійності з умови оцінки граничного зусилля (Φ , кН) і найбільшого розрахункового зусилля в конструктивному елементі (N , кН);

γ_{zk} – коефіцієнт надійності протикорозійного захисту, встановлюваний при обґрунтуванні методів первинного захисту;

γ_{zn} – коефіцієнт надійності засобів і методів вторинного захисту;

c – коефіцієнт кінетики корозійного зносу;

t_p – наведена товщина перерізу елемента, см;

$m = \rho \cdot 10^4$ – перевідний коефіцієнт корозійних втрат;

ρ – густина металу (г/см^3);

T_z (T_m) – нормативний термін служби захисних покриттів (металізаційних) за даними сертифікаційних випробувань;

T_{zy} (T_{my}) – гарантований термін служби захисних (металізаційних) покриттів з надійною ймовірністю $\gamma=0,95$.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Стандарт житлово-комунального господарства України. Житлові будинки. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків. СОУ ЖКГ 75.11 – 35077234.0015:2009. – К.: ЖКГ України, 2009. – 46 с.
2. ДБН А.2.1-1-2008. «Інженерні вишукування для будівництва». – К.: Мінрегіонбуд України. 2008 р. – 72с.
3. ДБН В.1.2-14:2009 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.
4. ДБН В.1.2-12-2008 Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки.
5. ДБН В.1.2.-1-95 СНББ. Положення про розслідування причин аварій (обвалень) будівель, споруд, їх частин та конструктивних елементів.
6. ДБН 362-92 Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будинків і споруд, що експлуатуються.
7. ДСТУ Б В.2.6.-4-95 Конструкції будинків і споруд. Конструкції залізобетонні. Магнітний метод визначення товщини захисного шару бетону і розташування арматури.
8. ДСТУ Б В.2.6.-7-95 Конструкції будинків і споруд. Вироби будівельні бетонні і залізобетонні збірні. Методи випробувань навантаженням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості.
9. Бедов А. И., Сапрыкин В. Ф. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. – М.: АСВ, 1995. – 192 с.
10. Гроздов В. Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений. – СПб: Издательский Дом KN+, 2001. – 140 с.
11. Калинин А. А. Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений. – М.: АСВ, 2004. – 160 с.

12. Кліменко В. З., Белов І. Д. Випробування та обстеження будівельних конструкцій і споруд. – К.: Основа, 2005. – 208 с.
13. Лифанов И. С., Шерстюков Н. Г. Метрология, средства и методы контроля качества в строительстве: Справ. Пособие. – М.: Стройиздат, 1979. – 223 с.
14. Марцинчик А. Б., Шубенкин П. Ф. Определение свойств и качества строительных материалов в полевых условиях: Справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1983. – 119 с.
15. Мельганов А. И., Плевков В. С., Полищук А. И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Атлас схем и чертежей. – Томск: Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. – 320 с.
16. Морозов А. С., Ремнева В. В., Тонких Г. П. Организация и проведение обследования технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений. – М.: , 2001. – 212 с.
17. Обследование и испытание зданий и сооружений/ В. Г. Козачек, Н. В. Нечаев, С. Н. Нотенко и др; Под ред. В. И. Римшина. – М.: Высш. шк., 2004. – 447 с.
18. Прядко Н. В. Обследование и реконструкция жилых зданий. – Макеевка: ДонНАСА, 2006. – 156 с.
19. Сазыкин И. А. Обследования и испытания сооружений. – М.: РГОТУПС, 2003. – 94 с.
20. Физдель И. А. Дефекты и методы их устранения в конструкциях и сооружениях. – М.: Стройиздат, 1969. – 178 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Словник термінів

Аварія – це пошкодження, вихід із ладу, руйнування, що сталося з техногенних (конструктивних, виробничих, технологічних, експлуатаційних) або природних причин.

Проектна аварія – це аварія, для якої проектом передбачені спеціальні заходи активного управління і захисту.

Безвідмовність – здатність об'єкта безперервно зберігати роботоздатний стан протягом заданого терміну експлуатації.

Безпечність – властивість об'єкта при експлуатації, а також у випадку порушення роботоздатності не створювати загрози для життя і здоров'я людей, а також загрози для довкілля.

Відмова - подія, що полягає в переході через один із граничних станів (реалізація позаграничного стану).

Відмова-зрив – відмова, поява якої одразу ж викликає збитки (втрати).

Відмова-перешкода – відмова, після появи якої починається поступове накопичення збитків (втрат).

Відповідальний елемент – це елемент, руйнування якого призводить до руйнування або загрози руйнування споруди в цілому.

Вплив – будь-яка причина, в результаті якої в конструкції змінюються внутрішні напруження, деформації або інші параметри стану.

Встановлений термін експлуатації – це календарна тривалість експлуатації об'єкта, при досягненні якої його подальше застосування за призначенням допускається лише після спеціального підтвердження роботи здатності.

Втрати спричинені відмовою – втрати нематеріального характеру (життя та здоров'я людей, культурні та духовні цінності тощо).

Граничний стан – це стан, за якого подальша експлуатація будівельного об'єкта недопустима, пов'язана з труднощами або недоцільна.

Довговічність – це властивість об'єкта зберігати роботоздатний стан до настання граничного стану в умовах установленої системи технічного обслуговування та ремонту.

Експлуатація будівлі (споруди) – це використання об'єкта за функціональним призначенням (з проведенням необхідних заходів щодо збереження стану конструкцій), за якого він здатен виконувати задані функції, зберігаючи значення параметрів, встановлені вимогами технічної документації.

Нормальна експлуатація будівлі (споруди) – це експлуатація об'єкта, здійснювана без обмежень відповідно до передбачених у нормах або в завданні на проектування технологічних чи природних умов.

Ефект впливу (навантажувальний ефект) – це реакція (внутрішні зусилля, напруження, переміщення, деформації) будівельних конструкцій на впливи, що враховуються.

Живучість – це властивість об'єкта зберігати обмежену роботоздатність під впливами, що не передбачені умовами експлуатації, за наявності деяких дефектів і пошкоджень, а також за відмови деяких компонентів об'єкта.

Збитки – це матеріальні чи фінансові втрати внаслідок відмови.

Катастрофа – це великомасштабна аварія, яка спричинила численні людські жертви, значні матеріальні збитки або інші тяжкі наслідки.

Максимально можлива катастрофа – це передбачена спеціальними нормами в умовах існування об'єкта природна або техногенна катастрофа, за появи якої головні несучі конструкції повинні забезпечити виконання всіх функцій, пов'язаних із безпекою.

Коефіцієнт надійності за відповідальністю (коефіцієнт відповідальності) – це коефіцієнт, що враховує значущість конструкції чи об'єкта в цілому, а також можливі наслідки відмови.

Коефіцієнт надійності моделі – це коефіцієнт, який враховує невизначеність розрахункової моделі.

Навантаження – це вплив, під яким розуміють як безпосередньо силові впливи, так і впливи від зміщення опор, зміни температури, усадки та інших подібних явищ, що викликають реактивні сили.

Граничне розрахункове значення – це значення навантаження, що відповідає екстремальній ситуації, яка може виникнути не більше одного разу протягом терміну експлуатації конструкції, та використовується, як правило, для перевірки граничних станів першої групи, вихід за межі яких еквівалентний повній втраті робото-здатності конструкції.

Експлуатаційне розрахункове значення – це значення навантаження, що характеризує умови нормальної експлуатації конструкції. Як правило, експлуатаційне розрахункове значення використовується для перевірки граничних станів другої групи, пов'язаних із труднощами нормальної експлуатації (виникнення недопустимих переміщень конструкції, недопустима вібрація та недопустимо велике розкриття тріщин у залізобетонних конструкціях тощо).

Епізодичне навантаження – це навантаження, яке реалізується надзвичайно рідко (один чи декілька разів протягом терміну експлуатації споруди) і тривалість дії якого незрівнянно мала порівняно з терміном експлуатації T_{ef} . Як правило, епізодичними є аварійні навантаження і впливи.

Змінне навантаження – це навантаження, для якого не можна нехтувати зміною у часі його значень відносно середнього.

Квазіпостійне розрахункове значення – це значення навантаження, яке використовується для врахування реологічних процесів, що відбуваються під дією змінних навантажень, і визначається як рівень постійного впливу, еквівалентного за результуючою дією до фактичного випадкового процесу навантаження.

Короткочасне навантаження – це змінне навантаження, яке реалізується багато разів протягом терміну експлуатації споруди і для якого тривалість дії значно менша за T_{ef} .

Постійне навантаження – це навантаження, яке діє практично не змінюючись протягом усього терміну експлуатації споруди і для якого можна нехтувати зміною у часі його значень відносно середнього.

Схематизоване (еквівалентне) розрахункове значення – це значення з ідеалізованою залежністю від часу, яке встановлюється з умови еквівалентності результатів розрахунку до дії реального процесу навантаження.

Тривале навантаження – це змінне навантаження, тривалість дії якого може наближатися до встановленого терміну експлуатації конструкції T_{ef} .

Характеристичне значення – основне (базове) значення навантаження, встановлене в нормах проектування.

Циклічне розрахункове значення – це значення навантаження, яке використовується для розрахунків конструкцій на витривалість і визначається як гармонійний процес, еквівалентний за результуючою дією реальному випадковому процесу змінного навантаження.

Навантажувальний ефект – це зусилля, напруження, деформації, розкриття тріщин, переміщення або інші механічні параметри стану конструкції (основи), які викликаються впливами на неї.

Нагляд – це прийнята на об'єкті система спостереження, фіксації та оцінки технічного стану конструкцій та їх частин.

Надійність будівельного об'єкта – це властивість об'єкта виконувати задані функції протягом заданого проміжку часу.

Нелінійність - відсутність лінійної залежності між впливами і навантажувальними ефектами, що призводить до порушення принципу незалежності дії сил. Нелінійність буває геометричною та фізичною.

Геометрична не лінійність – це нелінійна залежність між деформаціями і переміщеннями, обумовлена величиною переміщень і поворотів, що розглядаються.

Фізична не лінійність – це нелінійна залежність між деформаціями і напруженнями, обумовлена фізичними властивостями матеріалів, що застосовані в конструкції.

Під **позаграничним станом** розуміють перевищення межі, встановленої нормами для граничного стану.

Ремонт – це комплекс операцій із відновлення роботоздатності об'єкта і (або) збільшення його довговічності.

Ремонтопридатність – це пристосованість об'єкта до підтримання і відновлення роботоздатного стану за допомогою технічного обслуговування і ремонту.

Нормальним режимом експлуатації – це режим експлуатації, за якого об'єкт експлуатується в передбачених проектом кліматичних умовах із дотриманням режиму виконання передбачених ремонтно-профілактичних робіт.

Ризик – це кількісна характеристика можливих втрат, спричинених випадковими непередбаченими подіями, що викликають часткове або повне руйнування споруди.

Роботоздатний стан (робото здатність) – це технічний стан, за якого об'єкт виконує всі свої функції, зберігаючи при цьому допустимий рівень ризику.

Розрахункова ситуація – це комплекс умов, який враховується при розрахунку і визначає розрахункові вимоги до конструкції. Розрахункова ситуація характеризується розрахунковою схемою конструкції, видами навантажень, значеннями коефіцієнтів умов роботи і коефіцієнтів надійності, переліком граничних станів, які слід розглядати в даній ситуації.

Руйнування в'язке – це руйнування, яке, як правило, проходить повільно та супроводжується пластичною деформацією.

Руйнування крихке – це руйнування, як правило, раптове, деформацією за якого можна нехтувати.

Справжній стан об'єкта – це такий стан об'єкта, за якого він виконує всі передбачені функції, при цьому на об'єкті регулярно здійснюються ремонтно-профілактичні роботи.

Таблиці для розрахунків

Таблиця 1 – коефіцієнт впливу типу перерізу елементів на швидкість корозії сталевих конструкцій

Матеріал конструкції	Значення K_1 при типі перерізу			
	труби	замкнений коробчастий переріз	лист одиночний прокатний або гнутий профіль	складовий профіль
Вуглецева сталь і сталь марок 10ХСНД, 15ХСНД	1	1,1	1,4	2
Низьколегована сталь, окрім сталі марок 10ХСНД, 15ХСНД	1	1,3	2	2,5

Таблиця 2 – коефіцієнт впливу кута нахилу до горизонталі на швидкість корозії елементів сталевих конструкцій

Кут нахилу, град.	Значення K_2 при типі перерізу			
	труби	замкнений коробчастий переріз	лист одиночний прокатний або гнутий профіль	складовий профіль
0	1	1	1	1
45	0,6	0,6	0,7	0,8
90	0,4	0,4	0,5	0,6

Таблиця 3 – значення коефіцієнта надійності за діями агресивного середовища

Група сталей за корозійною стійкістю	Коефіцієнт γ_{mk}					
	Степінь агресивності середовища					
	неагресивне	слабо агресивне	низько агресивне	середньо агресивне	високо агресивне	сильно агресивне
I	0,95	0,95	0,95	1,00	1,00	1,05
II	0,95	0,95	1,00	1,05	1,10	1,20
III	0,95	0,90	0,90	0,95	1,05	1,1

*Таблиця 4 – значення коефіцієнта надійності
за корозійною стійкістю матеріалу*

Категорія розміщення конструкцій	Значення коефіцієнта γ_{fk} при степені агресивності середовища					
	неагресивне	слабо агресивне	низько агресивне	середньо агресивне	високо агресивне	сильно агресивне
На відкритому повітрі	1,05	1,10	1,15	1,20	1,20	1,25
Під навісом	1,00	1,10	1,10	1,15	1,15	1,20
У середині неопалювальних приміщень	1,00	1,05	1,10	1,10	1,15	1,15

Таблиця 5 – нормативне значення корозійних втрат

Середовище	Нормативне значення корозійних втрат сталі С235, А _n (L, G, S), г/(м ² рік)
Неагресивне	До 78,5
Слабо агресивне	Понад 78,5 до 392,5
Низько агресивне	Понад 392,5 до 1177,5
Середньо агресивне	Понад 1177,5 до 2355,0
Високо агресивне	Понад 2355,0 до 3925,0
Сильно агресивне	Понад 3925,0

Навчальне видання

Корзаченко Миколай Миколайович,
Прибитько Ірина Олександрівна,
Ганєєв Тімур Рашитович,
Болотов Максим Геннадійович

ОБСТЕЖЕННЯ, ВИПРОБУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Навчальний посібник

Комп'ютерне складання та верстання

О. С. Смєлова

Підписано до друку 01.07.2021. Формат 60×84/16.
Ум. друк. арк. – 6,39. Тираж 100 пр. Зам. № 34/21.

Редакційно-видавничий відділ Національного університету «Чернігівська політехніка»
14035, Україна, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 7128 від 18.08.2020 р.