

**В.В. Савйовський**

# **ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬ**

**Навчальний посібник**

Київ  
Видавництво Ліра-К  
2021

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Київського національного університету будівництва і архітектури,  
(протокол № 42 від 24.06.2021р.)*

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Державного підприємства «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва»  
(протокол № 1 від 13.05. 2021 р.)*

**Рецензенти:**

*Г.М. Тонкачев* – доктор технічних наук, професор, проректор Київського національного університету будівництва і архітектури;

*О.І. Менейлюк* – доктор технічних наук, професор, зав. кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва і архітектури;

*І.В. Шумаков* – доктор технічних наук, професор, зав. кафедри технології будівельного виробництва Харківського національного університету будівництва і архітектури.

**Савйовський В.В.**

**С13** Термомодернізація будівель: навч. посіб. Київ : Видавництво Ліра-К, 2021. – 278 с.  
ISBN 978-617-520-157-2

У навчальному посібнику висвітлено питання технології та організації термомодернізації будівель, що включає комплекс ремонтно-будівельних робіт, спрямованих на поліпшення теплотехнічних показників зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель та забезпечення їх енергетичної ефективності.

Вказано на причини втрат тепла через зовнішні огорожувальні конструкції та наведено основні поняття про оцінювання теплозахисних властивостей. Розглянуто склад технологічного проектування термомодернізації з урахуванням особливостей наявних будівель та рекомендацій щодо підготовки виконання будівельних робіт.

Наведено сучасні технології влаштування та заміни заповнень віконних і дверних прорізів, вітрин, зовнішнього оздоблення будівель.

Представлено номенклатуру та класифікацію сучасних теплоізоляційних матеріалів, висвітлено найбільш поширені в практиці варіанти сучасних технологій влаштування та відновлення теплоізоляції заглиблених частин будівель, зовнішніх стін, дахів, мансардних поверхів та підлог.

Подано новітні технології відновлення гідроізоляції зовнішніх огорожувальних будівельних конструкцій як важливої складової надійності теплозахисних властивостей будівель.

Проаналізовано причини пошкоджень фасадних теплоізоляційних систем наявних будівель та надано практичні рекомендації щодо їх ремонту й модернізації.

Матеріал навчального посібника ґрунтується на сучасних, новітніх технологіях, широко ілюстрований та спирається на практичний досвід виконання робіт в країні та провідних країнах Заходу. Зміст навчального посібника відповідає робочим програмам курсів «Експлуатація будівель і споруд», «Технологія будівельного виробництва», «Технологія реконструкції будівель і споруд», котрі вивчаються на будівельних спеціальностях вишів.

Для студентів будівельних спеціальностей вищих навчальних закладів, проектувальників і будівельників.

**УДК 692.23:699.86]-048.35(075.8)**

# ЗМІСТ

<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	5
<b>1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ</b>	
1.1. Поняття про термомодернізацію будівель та склад будівельних процесів.....	10
1.2. Причини зниження теплозахисних властивостей зовнішніх огорожувальних конструкцій.....	12
1.3. Сучасні вимоги до теплоізоляції будівель .....	20
1.4. Терміни та визначення .....	26
<b>2. ПІДГОТОВКА ОБ'ЄКТА ДО ВИКОНАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ</b>	
2.1. Організаційно-технічна підготовка термомодернізації. Проект організації будівництва .....	31
2.2. Особливості термомодернізації наявних будівель. Їх вплив на технологію та організацію будівельних робіт .....	37
2.3. Підготовка об'єктів до термомодернізації. Проект виконання робіт .....	45
2.4. Контроль якості робіт. Безпека праці, охорона довкілля. Пожежна безпека. Виконавча документація .....	54
<b>3. ВЛАШТУВАННЯ ЗОВНІШНІХ ОГОРОЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВІКОН, ДВЕРЕЙ, ВІТРИН</b>	
3.1. Загальні відомості. Сучасні конструкції віконних та дверних блоків .....	69
3.2. Установлення віконних блоків у стінах.....	78
3.3. Монтаж зовнішніх дверей .....	92
3.4. Монтаж дахових вікон .....	97
3.5. Влаштування конструкцій вітрин, структурних світлопрозорих конструкцій .....	102
3.6. Контроль якості робіт та безпека праці .....	104
<b>4. КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА СФЕРИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ</b>	
4.1. Загальні відомості. Сфери застосування утеплювачів .....	111
4.2. Класифікація поширених теплоізоляційних матеріалів .....	116
<b>5. ВЛАШТУВАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ЗОВНІШНІХ СТІН БУДІВЕЛЬ</b>	
5.1. Загальні відомості. Сфери застосування утеплювачів .....	131
5.2. Влаштування теплоізоляції заглиблених частин будівель.....	132
5.3. Влаштування фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками.....	135
5.4. Влаштування фасадної теплоізоляції з вентиляльованим прошарком та опорядженням індустриальними елементами.....	146
5.5. Влаштування фасадної теплоізоляції з опорядженням цеглою .....	153
5.6. Влаштування фасадної теплоізоляції з опорядженням прозорими елементами.....	156
5.7. Влаштування теплоізоляції з конструкцій типу «сандвіч», термпанелей, інших матеріалів та фарбувальних утеплювачів .....	159

## **6. ВЛАШТУВАННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ПОКРИТТІВ ТА ПЕРЕКРИТТІВ НАД ГОРИЩАМИ, ПРОЇЗДАМИ**

6.1. Загальні відомості. Теплоізоляція пласких, суміщених дахів .....	168
6.2. Термомодернізація горищних дахів із середини .....	178
6.3. Теплоізоляція з монолітних матеріалів та набризкувального пінополіуретану.....	181
6.4. Вимоги безпеки праці при термомодернізації покриттів.....	185

## **7. ВІДНОВЛЕННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ПІДЛОГ**

7.1. Загальні відомості. Причини відновлення чи влаштування теплоізоляції підлог .....	189
7.2. Основні способи влаштування (заміни) теплоізоляції будівельних конструкцій підлог .....	190

## **8. ВІДНОВЛЕННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

8.1. Загальні відомості. Причини відновлення чи заміни гідроізоляційних покриттів .....	198
8.2. Основні способи влаштування (заміни) гідроізоляції будівельних конструкцій.....	202
8.3. Влаштування горизонтальної гідроізоляції наявних будівель .....	225
8.4. Вимоги безпеки праці під час виконання гідроізоляційних робіт .....	229

## **9. РЕМОНТ І МОДЕРНІЗАЦІЯ ФАСАДНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ НАЯВНИХ БУДІВЕЛЬ**

9.1. Пошкодження та деформації теплоізоляції з ефективних матеріалів та їх причини .....	235
9.2. Основні способи ремонту і модернізації наявної теплоізоляції.....	248

## **10. ПЕРСПЕКТИВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ**

10.1. Новітні рішення щодо термомодернізації будівель .....	261
10.2. Пасивні будинки та будинки з нульовим енергоспоживанням.....	263

<b>ЛІТЕРАТУРА</b> .....	268
-------------------------	-----

## ПЕРЕДМОВА

Останнім часом у соціальній та економічній царинах діяльності цивілізованого людства намітилася важлива тенденція енергозбереження та охорони довкілля. Така спрямованість поставила перед будівельною галуззю завдання щодо максимального скорочення витрат на опалення будівель та збереження виробленого тепла. Поставлену мету можна досягти, удосконаливши архітектурно-конструктивні рішення будівель, що зводяться, та модернізувавши й поліпшивши властивості наявних будівель та споруд. У цьому ряду стоять питання влаштування, відновлення чи поліпшення зовнішньої теплозахисної оболонки будівель. Для ефективної реалізації цієї проблеми необхідно насамперед заповнити вікна та зовнішні двері енергоефективними та надійними конструкціями. Потрібно влаштувати, доповнити, поновити чи замінити теплозахисні шари зовнішніх огорожувальних конструкцій стін, дахів, заглиблених частин будівель, підлог по ґрунту. При поліпшенні теплозахисних властивостей цих конструкцій слід влаштувати надійну гідроізоляцію конструкцій, щоб уникнути їхнього зволоження й відповідно зниження теплозахисних властивостей.

Виходячи з всього цього, необхідно проводити **термомодернізацію** будівель. Термомодернізація будівель – це комплекс ремонтно-будівельних робіт, спрямованих на поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників енергоспоживання інженерних систем та забезпечення енергетичної ефективності будівлі не нижче від мінімальних вимог до їх енергетичної ефективності. Ці будівельні процеси виконують у рамках реконструкції чи капітального ремонту будівель. Такі роботи передбачають використання сучасних, ефективних теплоізоляційних матеріалів, архітектурно-конструктивних рішень будівель, особливо вузлів примикань, швів, інших елементів, що можуть стати так званими «містками холоду», новітніх, ефективних технологій виконання будівельних робіт з високим рівнем якості та надійності й довговічності.

Усе це й висуває підвищені вимоги до проектування, підготовки, виконання будівельних процесів та подальшої технічної експлуатації різноманітних будівель і споруд. Поступові зміни архітектурно-конструктивних та організаційно-технологічних рішень термомодернізації будівель ґрунтуються на новітніх науково-технічних досягненнях усіх галузей науки і техніки, в тому

числі й будівельної справи. Будівельний комплекс сьогодні оснащується сучасними комп'ютеризованими будівельними машинами, механізмами, інструментами, широко використовує новітні будівельні технології, матеріали та конструкції. Усе це потребує підготовки висококваліфікованих кадрів для управління названими ресурсами. Наявна науково-технічна та навчальна література не відображає в достатній повноті сучасного стану застосованих матеріалів, виробів та технологічних особливостей термомодернізації. Тому й виникла нагальна потреба систематизувати й узагальнити відомості стосовно технологій термомодернізації будівель, котрі широко застосовуються в нашій країні та сучасному світі взагалі.

У навчальному посібнику висвітлено пріоритетні напрями термомодернізації будівель, причини втрати наявними конструкціями теплозахисних властивостей, особливості технологічного проектування та підготовки до виконання будівельних робіт, вказано на основні організаційно-технологічні рішення будівельних процесів, контроль якості та безпеку робіт. Представлено детальну технологію влаштування та заміни заповнень вікон, вітрин та зовнішніх дверей. Описано сучасні технології влаштування, доповнення та заміни теплоізоляції зовнішніх стін та покриттів будівель, заглиблених частин будівель, перекриттів над неопалюваними приміщеннями та підлог по ґрунту. Наведено технологічні рішення з відновлення та влаштування гідроізоляції огорожувальних конструкцій. Особливу увагу приділено причинам пошкоджень та втрати теплозахисних властивостей достатньо нововлаштованими наявними фасадними теплоізоляційними системами. Наведено основні способи відновлення теплозахисних властивостей таких конструкцій. Матеріал посібника спирається на новітній досвід виконання зазначених будівельних процесів у нашій країні та в розвинутих країнах Заходу. Широке ілюстрування та практичні приклади надають посібнику високу інформативність та легкість сприйняття матеріалу.

Зміст навчального посібника побудовано на багаторічному позитивному досвіді викладання автором дисциплін з технології будівельного виробництва, що передбачає розгляд будівельних процесів як функціонування технологічної системи [1, 40, 43].

Ця система включає сукупність на будівельному майданчику функціонально взаємопов'язаних засобів виробництва, предметів праці та виконавців роботи в регламентованих умовах виробництва будівельної продукції (рис. 1).

Виконавці в будівництві – це будівельні робітники та інженерні кадри; предмети праці – то будівельні матеріали, вироби, напівфабрикати тощо;

засоби праці – будівельні машини, механізми, інструмент і т. ін. Регламентовані умови передбачають регулярність надходження предметів виробництва, параметри енергопостачання, відповідні нормам та умовам параметри довкілля, температурних режимів, освітлення та відповідних термінів і умов для досягнення будівельною продукцією проектних властивостей, тобто нормативної якості.

Відповідно до вищевказаного, матеріал посібника передбачає висвітлення кожного будівельного процесу в такій послідовності:

- характеристики будівельних матеріалів, конструкцій, виробів для створення відповідної продукції;



**Рис. 1.** Схема функціонування технологічної системи на будівельному майданчику

- організаційно-технологічна послідовність будівельного процесу;
- обґрунтування необхідних засобів механізації, інструментів та пристосувань;
- професійний та кваліфікаційний склад будівельних працівників;
- інструкції щодо забезпечення відповідних регламентів (умов) для створення якісної будівельної продукції у визначені терміни;
- інструкції щодо безпеки праці та охорони довкілля.

У посібнику подано основні, найбільш поширені в практиці організаційно-технологічні та конструктивні рішення термомодернізації будівель. Посібник націлено на принципові, загальні підходи до планування, організації та контролю будівельних процесів. Окрім того, наведено деякі аспекти будівельної фізики, щоб читачам були зрозумілі внутрішні процеси в будівельних конструкціях, котрі зумовлюють прийняття тих чи інших конструктивних та технологічних рішень.

Тематика навчального посібника відповідає робочим програмам курсів «Експлуатація будівель і споруд», «Технологія будівельного виробництва», «Технологія реконструкції будівель і споруд», котрі вивчаються на будівельних спеціальностях вишів.

Автор висловлює щирю подяку рецензентам, а саме – доктору технічних наук, професору Г.М. Тонкачеву, доктору технічних наук, професору О.І. Менеїлюку та доктору технічних наук, професору І.В. Шумакову, а також колективу кафедри технології будівельного виробництва Київського національного університету будівництва та архітектури, колективу Державного підприємства «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» за цінні рекомендації стосовно повноти та змісту навчального посібника.

Щира подяка керівництву та співробітникам будівельних підприємств, які надали практичну допомогу при створенні посібника.

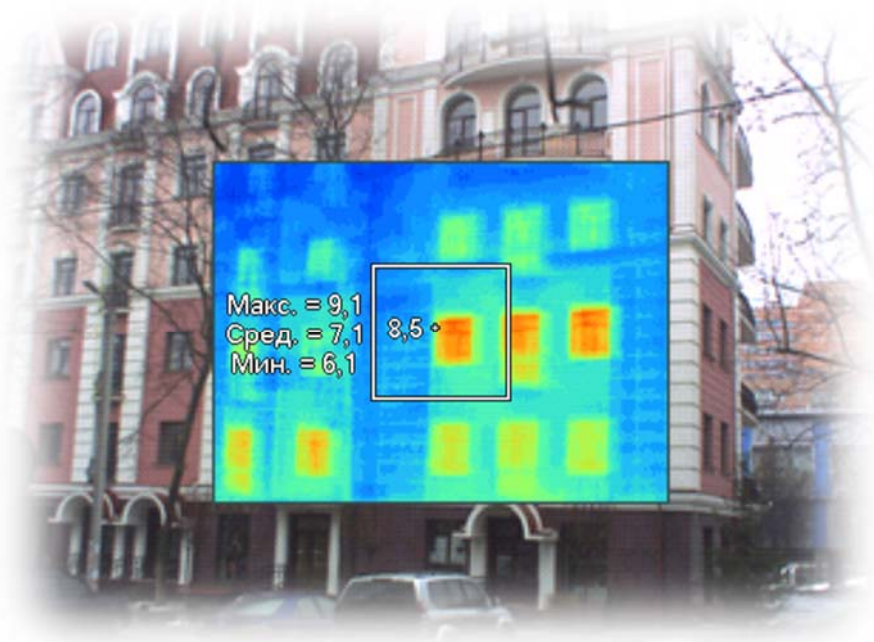
Щира подяка моїй Родині за підтримку та допомогу в роботі над цим навчальним посібником.

*Автор*



# 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

- 1.1. Поняття про термомодернізацію будівель та склад будівельних процесів.
- 1.2. Причини зниження теплозахисних властивостей зовнішніх огорожувальних конструкцій.
- 1.3. Сучасні вимоги до теплоізоляції будівель.
- 1.4. Терміни та визначення.



### 1.1. Поняття про термомодернізацію будівель та склад будівельних процесів

У процесі експлуатації будівлі та споруди піддаються фізичному і моральному зносу. Будівельні конструкції постійно зазнають зовнішнього та внутрішнього впливу, зумовленого кліматом, діяльністю людей тощо. Це призводить до часткової втрати експлуатаційних властивостей будівельних конструкцій і потребує їх відновлення. Особливо негативно впливає втрата теплозахисних властивостей зовнішніх огорожувальних конструкцій. Основними причинами цього процесу є зволоження теплоізоляційних шарів, вивітрювання, пошкодження тощо. Внаслідок цього зовнішні огорожувальні конструкції втрачають свої теплозахисні властивості. Це призводить до суттєвого збільшення витрат на опалення будівель та підтримання тепловологісного балансу приміщень. Окрім цього, зниження теплозахисних властивостей призводить до негативного впливу на технічний стан інших будівельних конструкцій. Вони також можуть зволожуватись, піддаватися корозії та руйнуватися. Це означає, що теплозахисна оболонка будівлі чи споруди забезпечує довговічність та експлуатаційну придатність окремих будівельних конструкцій та й усієї будівлі чи споруди.

Для того щоб створити нормальні теплозахисні умови будівель, слід підтримувати стан теплозахисної оболонки в придатному стані. Тому:

- технічна експлуатація будівлі має включати постійний догляд, обстеження, виявлення дефектів та пошкоджень, а також догляд за станом зовнішніх огорожувальних конструкцій;
- потрібно періодично виконувати комплекс ремонтно-будівельних робіт з влаштування, відновлення, ремонту, доповнення чи заміни теплоізоляційних властивостей зовнішніх огорожувальних конструкцій. До цього комплексу робіт входить приведення в придатний для нормальної експлуатації стан зовнішніх огорожувальних конструкцій стін, перекриттів, покриттів будівель, а також зовнішніх огорожувальних конструкцій вікон, вітрин, світлопрозорих конструкцій, зовнішніх дверей та воріт.

Такий комплекс заходів називається термомодернізацією будівель. ***Термомодернізація будівель – комплекс ремонтно-будівельних робіт, спрямованих на поліпшення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель, показників енергоспоживання інженерних систем та забезпечення енергетичної ефективності будівлі не нижче від мінімальних вимог до їх енергетичної ефективності.***

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Перелік та загальна послідовність робіт із комплексної термомодернізації будівлі передбачає:

- підготовчі роботи, які включають:
  - ознайомлення з переліком основних робіт із термомодернізації;
  - установа послідовності, паралельності та зміщуваності (за необхідності – розроблення графіка) виконуваних робіт з термомодернізації;
  - оснащення будівельного майданчика засобами раціонального та безпечного виконання робіт;
  - установа (монтаж) засобів підмоцвання, підготовка вантажопідйомних механізмів, інструменту, пристроїв;
  - забезпечення об'єкта необхідними будівельними матеріалами та іншими матеріально-технічними й трудовими ресурсами тощо;
  - виявлення та уточнення наявного технічного стану основних несучих та огорожувальних конструкцій та теплозахисної оболонки будівлі;
- ремонт або заміну вікон, вітрин, світлопрозорих конструкцій та дверей і воріт:
  - вікон на сходових клітках, коридорах та холах загального користування, на технічному поверсі та горищі;
  - вхідних дверей до будівлі, дверей тамбурів та балконних дверей;
- модернізацію внутрішньобудинкових інженерних систем будинку: ремонт чи заміну систем опалення, вентиляції будівель. При поетапному виконанні робіт з термомодернізації будинку, в приміщеннях якого температура повітря нижча за нормовану та/або температура й витрата теплоносія на введенні в будинок нижчі за необхідні, насамперед виконують роботи з модернізації внутрішньобудинкових систем. Ці роботи виконують спеціалізовані підприємства;
- теплоізоляцію зовнішніх огорожувальних конструкцій:
  - влаштування, заміну, доповнення теплоізоляції зовнішніх стін, балконів;
  - влаштування, заміну, доповнення теплоізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій перекриттів над проїздами, горищних перекриттів, покриттів будівель;
- влаштування, ремонт, заміну гідроізоляції дахів інших зовнішніх огорожувальних конструкцій. Ці роботи виконують у комплексі з термомодернізацією дахів.

Послідовність виконання робіт може бути іншою, залежно від раніше виконаних заходів з термомодернізації.

Повний комплекс робіт з термомодернізації виконують під час нового будівництва, реконструкції чи капітального ремонту наявних будівель. В цей комплекс входять роботи з влаштування чи заміни вікон, зовнішніх дверей, влаштування теплоізоляції зовнішніх стін та дахів, а також часткова заміна гідроізоляції.

При частковій термомодернізації усі ці види робіт можна виконувати окремими процесами, не завжди пов'язаними між собою. Це залежить від реальних умов, а саме – від технічного стану будівельних конструкцій, намірів замовників, власників, фінансових можливостей тощо.

Ремонт або заміну вікон, вхідних дверей до будинку, дверей тамбурів і балконних дверей виконують згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-146 [2, 3, 6, 7, 8, 9, 15, 38, 39] на підставі розрахунків, виконаних за результатами обстеження їхнього технічного стану. Рішення щодо ремонту або заміни вікон, вхідних дверей до будинку, дверей тамбурів і балконних дверей приймають залежно від ступеня їхнього фізичного зносу.

Влаштування теплоізоляції будівель виконують на основі попередніх обстежень і встановлення технічного стану будівельних конструкцій та їх фактичних теплозахисних властивостей. На основі отриманих даних проводять теплотехнічні розрахунки згідно з діючими ДБН В.2.6-31:2016 [3], результатом яких є вибір типу, товщини та конструкції теплозахисної оболонки будівель.

Влаштування гідроізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій виконують також на основі результатів фактичного стану зазначених конструкцій та відповідно до вимог діючих норм і правил.

### **1.2. Причини зниження теплозахисних властивостей зовнішніх огорожувальних конструкцій**

У процесі експлуатації будівлі й споруди зазнають численних природних і техногенних, зовнішніх і внутрішніх впливів (табл. 1.1). Причини, що призводять до пошкодження будівель (рис. 1.1):

- вплив зовнішніх природних і штучних чинників;
- вплив внутрішніх чинників, зумовлених експлуатацією інженерних комунікацій і обладнання;
- прояв дефектів, допущених при пошуку, проектуванні та зведенні будівель;
- вади і порушення правил експлуатації будівель.

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ



**Рис. 1.1.** Характер впливу на технічний стан будівель

*Таблиця 1.1.*

### Класифікація причин пошкодження будівель

<b>Зовнішні чинники</b>	<b>Внутрішні чинники</b>	<b>Прояв дефектів проектування і будівництва</b>	<b>Порушення правил експлуатації</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• атмосферні</li> <li>• кліматичні</li> <li>• ґрунтові</li> <li>• сейсмічні</li> <li>• біологічні</li> <li>• динамічні</li> <li>• блукаючі струми</li> <li>• інше</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• експлуатаційне старіння</li> <li>• агресивні середовища (пар, газ, вода)</li> <li>• динамічні впливи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• втрата міцності та стійкості</li> <li>• пошкодження несучих елементів</li> <li>• пошкодження другорядних елементів</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• порушення правил експлуатації</li> <li>• несвоєчасний ремонт</li> <li>• неякісний ремонт</li> </ul>

Найчастіше житлові та громадські будівлі, їх конструктивні елементи передчасно виходять із ладу внаслідок дії не якогось одного, а сумарного впливу факторів. Аналіз результатів обстежень великої кількості будівель засвідчив, що деформації й пошкодження конструкцій, які виникають, найчастіше є наслідком деформацій та пошкоджень ґрунтів основ і

фундаментів. Деформації цих конструкцій призводять до руйнації усіх конструкцій будівель, у тому числі й теплоізоляційних шарів. Фундаменти будівель старої забудови часто мають руйнування у вигляді тріщин і зламів або корозії матеріалів. Спостереження за осіданням будівель і споруд дає змогу визначити такі основні закономірності розвитку деформацій будівель і споруд:

- осідання будівель – тривалий процес, що майже не припиняється і є наслідком недостатньо точних досліджень та інженерних рішень у період будівництва;

- постійна зміна гідрогеологічних умов у ґрунтах основ. Такі умови залежать не тільки від об'єктивних процесів руху земної кори, а багато в чому є наслідком техногенної діяльності людини, в тому числі й неправильної експлуатації будівель. Крім того, фундаменти будівель піддаються динамічному (метро, трамваї, потяги, інші машини) впливу сейсмічного характеру. Неправильна експлуатація комунальних систем будівель дуже часто призводить до деформацій будівель. Наприклад, постійне зволоження ґрунтів основ через протікання каналізаційних колекторів чи водоводів. Техногенними причинами розвитку деформації будівель є динамічний вплив, зумовлений рухом поїздів метрополітену. Періодичні вібрації ґрунтів призводять до нерівномірного осідання ґрунтів фундаментів і, відповідно, до хаотичної деформації несучих конструкцій будівель. Реконструкція сформованих районів і збільшення щільності забудови, влаштування фундаментів убудованих або прибудованих будівель призводять до деформації наявних споруд, особливо у місцях, суміжних із новими будівлями. За даними досліджень, близько 80 % будівель, біля яких влаштовувалися нові споруди, мають серйозні деформації, аж до аварійних [36]. Причинами цих деформацій може бути зміна напружено-деформованого стану ґрунтів основ (від привантаження новими будівлями), технологічний вплив внаслідок виконання будівельних робіт (вібрація при розробленні котловану від забивання шпунта або паль, заморожування ґрунту, суфозія, руйнування фільтрацією води). У деяких випадках, як свідчить практика, осушення ґрунтів може призвести до деформації будівель. Осушення ґрунтів може відбуватися мимоволі через прокладання у містах великої кількості інженерних комунікацій, які зазвичай відіграють дренажну роль, або внаслідок штучного водозниження (результат заведення підземних річок у труби, значного водозабору з артезіанських колодязів тощо). Наприклад, із цієї причини стали можливими оголення дерев'яних паль, їх гниття та деформація, що призвело до деформації фундаментів і стін будівель. Осідання будівель і супутня деформація фундаментів, стін та інших

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

конструктивів досить часто виникає внаслідок надбудови будівель. При цьому характер деформацій відповідає розподілу доданих додаткових навантажень. Характер деформації будівель після надбудови свідчить не про значущість осідання, а скоріше, про її нерівномірність. Деформації і пошкодження будівель зростають пропорційно збільшенню впливу факторів, якими вони зумовлені (підтоплення, вібрації, додаткові навантаження і т. д.). Динаміка утворення деформацій прагне до їх загасання у зв'язку зі зміною властивостей ґрунтів, що потрапляють у зону тиску маси будівель. Усі ці чинники пошкоджують теплозахисні та гідроізоляційні шари будівельних конструкцій.

Особливу групу деформацій будівель становить комплекс будівельно-монтажних робіт, виконуваних під час реконструкції. У процесі реконструкції можуть здійснюватися роботи із заміни міжповерхових перекриттів, перегородок, колон, прогонів, балконів, елементів сходових кліток, дахів, підлоги та решти конструкцій такого роду збірними або монолітними залізобетонними, бетонними, металевими та іншими елементами. Часто це збільшує навантаження на фундаменти, що може призвести до осідання будівель.

Причинами пошкоджень та деформації будівельних конструкцій може бути недостатність заходів з експлуатації. Наприклад, протікання дахів і покрівель призводить до зволоження конструкцій. Внаслідок цього конструкції руйнуються безпосередньо вологою, а також механічним тиском під час її замерзання. Особливо небезпечна волога для теплоізоляційних матеріалів. Зволоження утеплювача на 5 % призводить до втрати теплозахисних властивостей на 15–60%, залежно від типу теплоізоляційного матеріалу [44].

Одним із поширених чинників пошкоджень будівельних конструкцій є порушення теплового балансу будівель. Недостатня теплоізоляція зовнішніх огорожувальних конструкцій стін та покриттів призводить до промерзань, утворення в їхній товщі так званої точки роси, появи на поверхні конденсату. Крім цього, недостатня теплоізоляція призводить до значних втрат тепла. Контрольні перевірки теплозахисних властивостей зовнішніх стін багатьох будівель показують масову невідповідність вимогам діючих норм щодо енергозбереження. В табл. 1.2 показано результати вибіркового контролю теплозахисних оболонок будівель за допомогою тепловізора в кількох містах країни. При цьому наведено приклади будівель різних років забудови та неоднакових зовнішніх огорожувальних конструкцій. З аналізу термографій та натурних обстежень зовнішніх будівельних конструкцій видно основні причини недостатніх теплозахисних властивостей більшості наявних будівель.