УДК 69.058;725;728

П.Є. Григоровський, к.т.н; Л.О. Косолап;
Н.П. Чуканова, НДІБВ, м. Київ

ВПЛИВ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ НА ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ БУДІВЕЛЬ

АНОТАЦІЯ

В статті зроблена спроба аналізу життєвого циклу будівлі з точки зору впливу на нього природних та техногенних факторів. Розглянуто вплив на довговічність основних пошкоджень та дефектів. Наведена класифікація факторів впливу та розглянуті причини пошкоджень. Проведено аналіз можливості оптимізації життєвого циклу будівель. Наведена блок-схема життєвого циклу будівлі. В статті зроблено висновок, що економічна доцільність реконструкції, модернізації і ремонту або її ліквідації може бути встановлена шляхом порівняння витрат на реконструкцію з витратами на будівництво нової будівлі такої ж площі з урахуванням термінів подальшої експлуатації.

Ключові слова: життєвий цикл, довговічність будівлі, пошкодження та дефекти, фактори впливу, оцінка технічного стану, оптимізація тривалості життєвого циклу будівель.

1. Постановка задачі

Життєвий цикл будівель включає процеси проектування, підготовки будівельного майданчика, будівництво та експлуатацію будівлі.

Строк життя будівель і споруд у значній мірі залежить від якості проектування і будівництва та їх експлуатаційної придатності. Довготривала експлуатаційна придатність будівель забезпечується за рахунок технічних оглядів та реалізації заходів із технічної експлуатації, які розробляються за результатами цих оглядів.

Сповільнення фізичного зношення будівель досягається за рахунок виконання ремонтів. Кількість ремонтів та їхня періодичність визначається диференційовано відповідно до інтенсивності зношення конструктивних елементів і всієї будівлі в цілому. Прийняття ефективних рішень з подовження терміну безпечної експлуатації будівлі неможливо без наявності об'єктивної інформації про технічний стан будівель. Цю інформацію отримують шляхом моніторингу технічного стану будівлі.

За результатами моніторингу приймають рішення щодо проведення ремонту, заміни або підсилення елементів конструкцій чи ліквідації будівлі. Об'єм ремонту, елементи конструкцій, що підлягають ремонту, визначають з точки зору ефективного продовження життя будинку з врахуванням вартості ремонту.

У цій статті зроблена спроба аналізу життєвого циклу будівлі з точки зору впливу на нього природних та техногенних факторів, а також якості та повноти моніторингу технічного стану будівлі.

2. Життєвий цикл будівлі

Життєвий цикл будівель — це час від моменту обгрунтування необхідності їх зведення до настання економічної недоцільності подальшої експлуатації [1]. Періоди життєвого циклу поділяються на підготовчий період, нульовий цикл, зведення будівлі, експлуатацію будівлі, період фізичного і морального зносу. Останній стан є періодом закінчення життєвого циклу або початком нового, що включає період реконструкції (капітального ремонту), яка поновлює фізико-механічні і експлуатаційні характеристики будівель.

Забезпечення довготривалої експлуатації будівель — важлива техніко-економічна проблема проектування, будівництва й експлуатації. Під час проектування повинні бути передбачені такі матеріали і конструкції, що забезпечують нормальне функціонування будинку протягом строку служби з урахуванням зниження міцності і погіршення технічних характеристик у часі за рахунок зношення, впливу навколишнього середовища, зовнішніх і внутрішніх навантажень, з урахуванням забезпечення нормальної системи технічного обслуговування і ремонту. Проте ці запаси міцності повинні бути економічно виправдані, адже чим вища надійність, тим більша вартість будівництва.

3. Довговічність будівлі

Довговічність характеризується часом, протягом якого у будівлях і спорудах з перервами на ремонт експлуатаційні якості зберігаються на заданому в проекті (нормах) рівні. Розрізняють фізичну та моральну або технологічну довговічність.

Фізична довговічність залежить від фізико-технічних характеристик конструкції: міцності, тепло- і звукоізоляції, герметичності та інших параметрів.

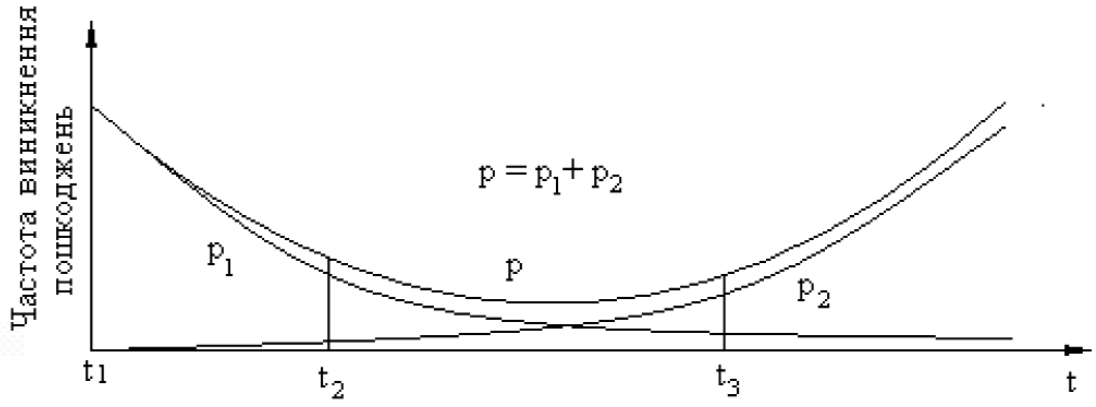

Рис. 1. *Частота виникнення пошкоджень будівлі в залежності від часу експлуатації*

Моральна довговічність залежить від відповідності будівлі за розмірами, благоустроєм, архітектурою тощо своєму функціональному призначенню.

На початковому етапі експлуатації будівлі (рисунок 1) число дефектів є відносно високим. Вони викликані помилками при проектуванні і неправильним виконанням будівельних робіт тощо. Більшість цих дефектів зазвичай усуваються впродовж гарантійного строку експлуатації. В міру їх усунення число обумовлених ними недоліків систематично знижується (крива p_1). Під час експлуатації будівлі відбувається поступове старіння і знос окремих елементів будівлі (крива p_2).

Впродовж початкового періоду експлуатації мають місце негативні явища: дефекти, ушкодження і недоробки, що істотно знижують експлуатаційні характеристики будівель, наприклад, промерзання і проникнення атмосферної вологи через зовнішні стіни, проникнення води через віконні і дверні столярні вироби, протікання вологи на останніх поверхах через покрівлю, тріщини в стінах приміщень, низька температура в окремих приміщеннях у зимовий час, часті ушкодження інженерних систем, ліфтів тощо.

Із загального аналізу залежностей, що наведені на рисунку 1, слід відмітити, що в інтервалі від t_1 до t_2 дефекти будівель є наслідком недостатньої якості проектів або будівництва. До деякого моменту число дефектів зменшується, а потім, починаючи з моменту часу t_3, знову спостерігається ріст числа дефектів, що викликані природним зносом або старінням матеріалів і елементів будівлі. У інтервалі від t_2 до t_3 число дефектів мінімальне.

Дефекти, недоліки і ушкодження, що проявляються в житлових будівлях, мають різний характер. Це може бути одиничний випадок руйнування всієї конструкції під час будівництва, її частини. Пошкодження можуть накопичуватись повільно в період експлуатації і стабілізуватись з часом або мати циклічний характер.

Пошкодження може бути усунуто після визначення причини його походження, в іншому разі — після аварії всієї будівлі чи її частини. Ідеальний варіант розвитку стану конструкції — зміни проходять шляхом природного старіння, причому час життя будівлі може бути продовжено при правильній експлуатації та своєчасному проведенні ремонтів, що можливо за умови якісного моніторингу, тобто оперативного виявлення пошкоджень, дефектів будівлі та правильного прогнозування розвитку пошкоджень.

4. Основні пошкодження та дефекти будівлі

Пошкодження, дефекти і аварії можуть мати місце при виготовленні елементів, під час монтажу конструкцій, у початковий період експлуатації або на її подальших стадіях. Вони можуть бути викликані, по-перше, несприятливою дією непередбачених чинників і, по-друге, систематичним технічним зносом елементів або вузлів конструкції у поєднанні з дією власних і експлуатаційних навантажень.

Наприклад, при роботі конструкцій з бетону розрізняють період підвищення міцності внаслідок гідратації цементу та період зниження міцності через руйнування скелету матеріалу. Для будівельних конструкцій, зокрема бетонних, характерний

крихкий вид руйнування без помітних залишкових деформацій, при цьому на величину розривного зусилля суттєво впливає тривалість дії, коли відбувається "підготування" руйнування, "накопичуються" мікротріщини.

Найхарактернішими дефектами всієї конструкції будівлі є: крен, прогин, вигин, перекіс, кручення [1]. Вони виникають від нерівномірності осідань та недостатньої жорсткості конструкції.

Основними дефектами фундаментів і стін підвалів є просідання, вертикальні та похилі тріщини, вимивання солей з цементного розчину, розшарування кладки тощо.

Поширеним дефектом залізобетонних колон каркасів будівель є вертикальні та горизонтальні тріщини. На залізобетонних елементах каркаса часто спостерігаються тріщини через корозію арматури.

Найпоширенішим пошкодженням металевих каркасів є їх корозія.

Основними дефектами перекриттів є прогини, промерзання біля зовнішніх стін, відшарування штукатурки. У дерев'яних перекриттів часто спостерігається руйнування будинковими грибами та комахами, гнучкість, промерзання.

Для стін характерними дефектами є тріщини, розшарування рядів кладки, випучування і просадка окремих ділянок, руйнування зовнішнього захисного шару. Для дерев'яних стін основними дефектами є загнивання і пошкодження грибками та комахами.

У всякому разі важливим фактором подовження життєвого циклу будівлі є якісний моніторинг її технічного стану, тобто своєчасне виявлення основних пошкоджень та дефектів будівлі, за результатами якого виконують їх усунення.

5. Фактори, що впливають на довговічність будівлі

Для оцінки якості конструкції та довговічності будівлі обов'язковим є комплексний і точний облік чинників, що впливають на надійність при проектуванні, виготовленні елементів, монтажі і загальнобудівельних роботах та експлуатації будівлі: вибір матеріалів з урахуванням функціональних вимог, що пред'являються до конструкції, вибір основної конструктивної схеми, конструктивного рішення елементів, вузлів і з'єднань, відмінностей прийнятої розрахункової схеми від дійсних умов роботи конструкції, прийнятих розрахункових коефіцієнтів запасу, ретельності виконання технологічних процесів будівництва, дії зовнішніх (атмосферних) чинників, а також якості захисних заходів (наприклад, проти корозії або зношення) для заданого строку служби і технічних умов експлуатації.

Для комплексного аналізу цих факторів необхідною є їх класифікація. Ці фактори можна розділити на наступні основні групи (рисунок 2) [3]:

— фактори загального характеру, що включають загальні проблеми проектування та загальні принципи норм проектування;

— фактори, що залежать від технології виробництва елементів та від технології їх монтажу, у тому числі моніторинг якості і технології будівництва;

— фактори, що стосуються принципів проектування і розрахунку конструкцій;

— експлуатаційні фактори, в тому числі якісний моніторинг, тобто своєчасне виявлення пошкоджень та дефектів будівлі, за результатами якого виконують їх усунення.

6. Причини, що викликають пошкодження

У ході експлуатації споруди піддаються численним природним, технологічним діям, що враховуються в проекті при виборі матеріалів, конструкцій тощо. Проте на практиці відповідність характеристик будівельних матеріалів і конструкцій може відрізнятися від встановлених документацією, в результаті сумарна дія багатьох чинників може призвести до прискореного зносу споруд. Тому моніторинг якості і технології будівництва є важливим чинником подовження життєвого циклу будівель

Будівлі і споруди є складними [5] будівельними системами, що складаються з ряду конструктивних елементів, об'єднаних за допомогою різних стикових з'єднань. Особливістю таких систем є та обставина, що їх експлуатаційні якості і в першу чергу довговічність, є різнорідні і залежать від таких же якостей їх складових елементів, а також зв'язків між ними. У результаті дії факторів зовнішнього середовища, внутрішніх технологічних і експлуатаційних процесів у різних конструктивних елементах виникає напруга і деформації, що сприяють процесам руйнування.

Аналіз причин пошкоджень елементів будівель дозволяє виділити чотири групи чинників, міра впливу яких у кожному конкретному випадку може бути різною щодо інтенсивності дії (рисунок 3).

Дія внутрішніх чинників включає природні і штучні. До природних чинників слід віднести ат-

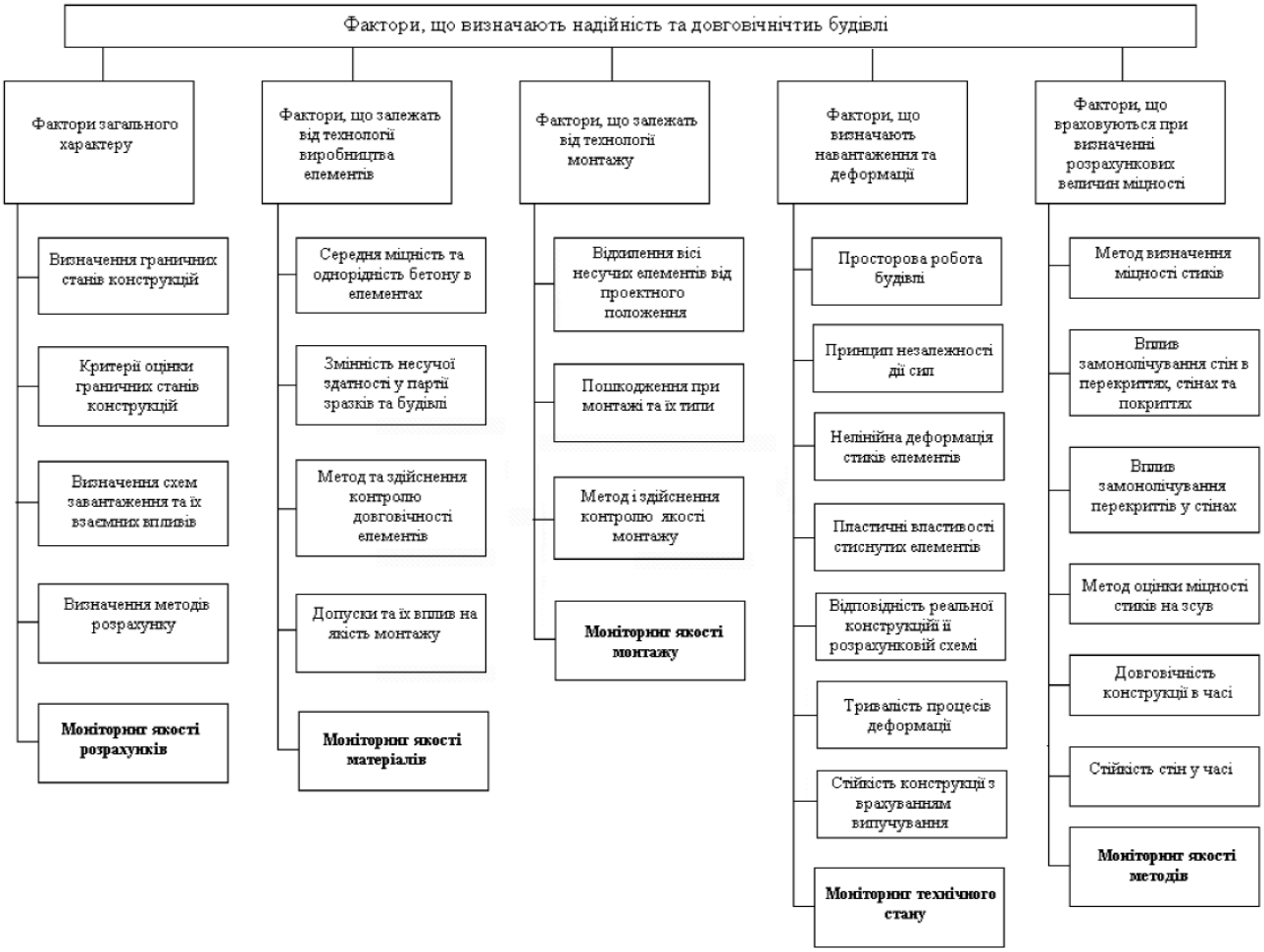

Рис. 2. *Елементи моніторингу у складі факторів, що впливають на надійність та довговічність будівель*

мосферні, кліматичні, грунтові, біологічні і сейсмічні дії. З групи чинників слід виділити атмосферні, біологічні і грунтові умови, вплив яких в останні десятиліття помітно активізувався. Зокрема, наявність викидів і забруднень хімічними з'єднаннями атмосфери міст призводить до непрогнозованих дій, що руйнують конструкції, покрівлі і інші конструктивні елементи. Широка гамма хімічних з'єднань вступає в реакцію з матеріалом конструкцій і сприяє виникненню новоутворень, що порушують структурно-механічні властивості і істотно знижує довговічність конструктивних елементів. Особливу небезпеку при цьому мають композиційні будівельні матеріали з наявністю полімерних матеріалів і з'єднань.

Ліквідація природних насипів, виїмок і активне втручання в зміну природного ландшафту призводять до змін геологічного характеру: підвищенню рівня грунтових вод, карстових утворень, порушенням фізико-механічних характеристик основ будівель і іншим негативним явищам.

Дія техногенних чинників проявляється в результаті підвищення агресивності середовищ, технологічних забруднень і механічних дій. При цьому агресивними можуть бути як атмосферні, так і грунтові середовища. Особливе значення набувають забруднення грунтової основи і поширення її в результаті міграції атмосферних і грунтових вод. Так, при витоку техногенних забруднень промислового комплексу останні потрапляють у грунтові води і поширюються на значні площі, включаючи і зону житлових будівель.

З моменту введення будівлі в експлуатацію усі елементи і конструкції поступово знижують свої якості. Ці зміни є наслідком дії багатьох фізико-механічних і хімічних чинників.

Основні чинники, що впливають на споруди:

— *дія повітряного середовища*. Забруднене повітря особливо в поєднанні з вологою призводить до передчасного зносу, корозії, розтріскування і руйнування будівельних конструкцій;

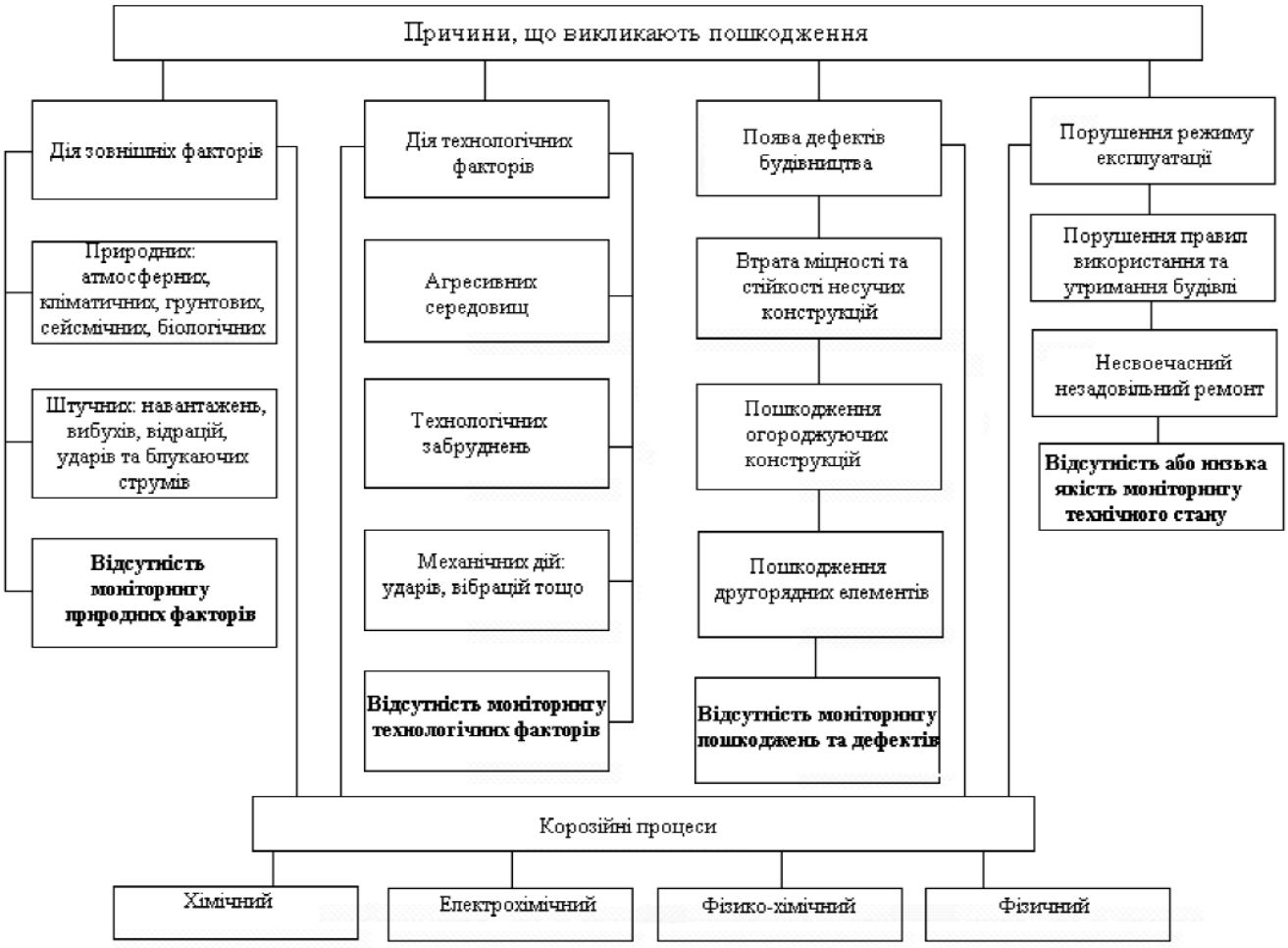

Рис. 3. *Моніторинг технічного стану у складі причин пошкоджень конструктивних елементів будівель*

— *дія ґрунтової води.* Вода в грунтах завжди є розчином з концентрацією і хімічним складом, який змінюється, що відбивається на мірі її агресивності);

— *дія негативної температури.* Негативна температура призводить до замерзання вологи в конструкціях і грунтах основи. Для будівель і їх конструкцій небезпечні три види дії негативної температури: промерзання зволожених конструкції і їх руйнування; промерзання огороджувальних конструкцій і порушення в приміщеннях температурно-вологісного режиму, комфортності; промерзання фундаментів, їх здуття і внаслідок цього руйнування вище розміщених конструкцій;

— *дія технологічних процесів.* Через неоднакову стійкість і довговічність матеріалів конструкцій і різного впливу на них середовища знос їх нерівномірний. Внаслідок цього руйнуються захисні покриття стін і підлоги, вікна, двері, покрівля, потім стелі, каркас і фундаменти. До технологічних факторів, що негативно впливають на довговічність будівлі, відноситься агресивність середовища, під дією якого змінюються структура і властивості матеріалів. Руйнування будівельних матеріалів носить дуже різноманітний характер: хімічний, електрохімічний, фізичний, фізико-хімічний. Підвищення інтенсивності транспортних артерій, збільшення вантажопідйомності машин і рухомого складу рейкового транспорту призводять до зростання дій вібраційного і ударного характеру.

Одним з найважливіших чинників впливу на надійність та довговічність будівель в умовах дії факторів, що викликають пошкодження, є моніторинг їх технічного стану, тобто обстеження з метою попередження руйнування будівель.

7. Обстеження та попередження руйнування будівлі

Під час технічної експлуатації необхідно насамперед виявити найнебезпечніші місця, з яких починається руйнування конструктивних елементів будівлі, і встановити за ними постійний нагляд.

Початок руйнування завжди обумовлений певними руйнівними факторами або їх сукупністю. Такі фактори повинні бути виявлені під час огляду конструктивних елементів на початку їх утворення і усунуті під час технічної експлуатації.

В загальному випадку ремонту повинні підлягати тільки конструкції, строк служби яких менше нормативного строку служби будівлі в цілому. У свою чергу, капітальні конструкції, що за строком служби не підлягають заміні, за наявності фізичного зносу повинні бути відновлені до рівня забезпечення несучої і експлуатаційної здатності. У результаті використання нових матеріалів і технологій відновлювальні роботи можуть істотно підвищити рівень надійності і довговічності конструкцій і будівлі в цілому.

Залежно від виду конструкцій найбільше відмов дають балки, прогони, перекриття, найменше стіни. Це пояснюється складнішим деформаційним станом згинальних конструктивних елементів перекриттів порівняно зі стінами.

Характерним є аналіз відмов залежно від помилок, допущених під час проектування, недоліків під час зведення, дефектів і пошкоджень під час експлуатації

Теоретично передбачається, що фізичний знос будівлі з часом збільшується (рисунок 4, крива 1).

Фактично завдяки використанню результатів натурних обстежень параметри фізичного зносу періодично знижуються (рисунок 4,крива 2) за рахунок своєчасних ремонтів та підтримки елементів будівлі в нормальному технічному стані. Отже, фактичний фізичний знос будівлі є менш інтенсивним при виконанні ремонтних робіт (рисунок 4, крива 3).

Життєвий цикл будівель можливо підвищити при виконанні проектних вимог до їх експлуатації. Фізичне зношення визначається, як правило, розрахунком на підставі результатів натурних обстежень. Моральне зношення будівель — це старіння з часом типів, параметрів і об'ємно-планувальних рішень будівель, їх устаткування і обробки, художньо-стильових особливостей архітектури і зовнішнього вигляду будівель у зв'язку зі зміною представлень суспільства.

Для оцінювання технічного стану будівель виникає потреба визначення ступеня фізичного зносу будівлі, який можна визначити:

— на підставі візуального огляду конструктивних елементів;

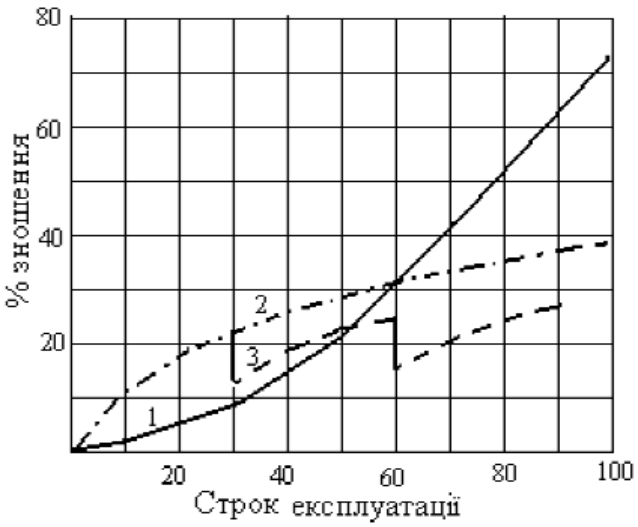

Рис. 4. *Залежність фізичного зносу від строку експлуатації будівлі:*
1 — теоретично; 2 — фактично, за рахунок планових ремонтів;
3 — при виконанні своєчасних ремонтно-відновлювальних робіт

— експертизою з оцінюванням залишкового строку служби;

— розрахунком;

— інженерним обстеженням.

Візуальний огляд є найпростішим методом оцінювання технічного стану конструкцій. На підставі візуального огляду визначають відсоток спрацювання окремо по конструктивних елементах, а потім — процент спрацювання будівлі загалом.

Експертний метод полягає у зіставленні фактичного строку служби з повним нормативним строком служби цього елемента і оцінкою залишкового строку служби. Цей метод застосовується для приблизного оцінювання рівня фізичного зношення конструктивних елементів і будівлі загалом.

Розрахунковий метод застосовують за відсутності явних зовнішніх ознак фізичного зносу конструкцій. У такому разі рівень фізичного зношення визначають за фактичним строком служби відповідно до повного нормативного строку служби конструкцій.

Метод інженерних обстежень полягає у визначенні вартості робіт, необхідних для відновлення експлуатаційних властивостей конструкцій і інженерно-технічного устаткування. Цей метод вимагає певних затрат на інструментальні обстеження, лабораторні випробування, часу на камеральне оброблення даних, зате є найточнішим.

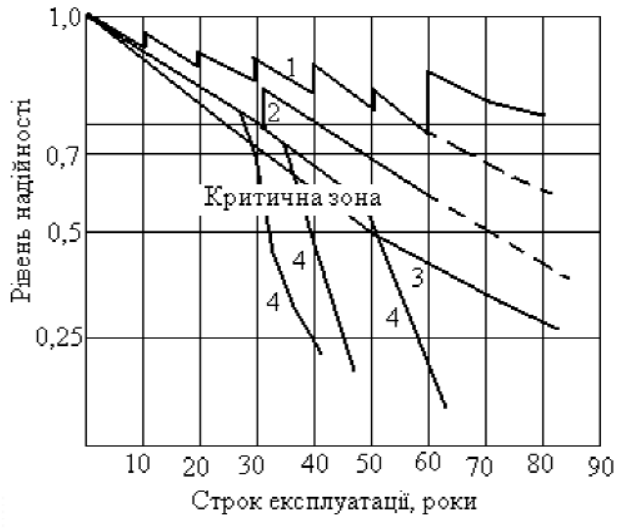

Рис. 5. *Зміна рівня експлуатаційної надійності житлових будівель:*
1 — виконання планових ремонтно-відновлювальних робіт; 2 — виконання відновлювальних робіт для будівель з низьким рівнем експлуатаційної надійності; 3 — відсутність чи епізодичність відновлювальних робіт; 4 — інтенсивне зниження експлуатаційної надійності при впливі техногенних процесів

Обстеження будівель є найважливішою частиною комплексу робіт за оцінкою їх технічного стану з метою прийняття рішень щодо їх реконструкції, модернізації або ремонту.

Оптимізація тривалості життєвого циклу житлових будівель є похідною доцільних меж реконструкції, модернізації і ремонту [5]. Економічна доцільність реконструкції житлових будівель може бути встановлена шляхом порівняння витрат на реконструкцію з витратами на будівництво нової будівлі такої ж площі з урахуванням строків подальшої експлуатації.

Класифікація об'єктів за мірою фізичного і морального зносу свідчить про необхідність планомірного проведення ремонтно-відновних робіт, починаючи з експлуатації побудованої будівлі. Тривалі перерви призводять до значного рівня витрат на відновлення необхідних експлуатаційних характеристик, а при збільшенні міжремонтного терміну — до аварійних ситуацій.

На рисунку 5 наведені графічні залежності рівня надійності і фізичного стану житлових об'єктів для різних періодів відновлювальних робіт.

При дотриманні планових і поточних ремонтів (крива 1) життєвий цикл будівель збільшується, досягаючи параметрів морального зносу зі збереженням фізико-механічних характеристик, що визначають експлуатаційну надійність.

Перерви у відновлювальних роботах (крива 2) істотно знижують загальний життєвий цикл будівель, а для їх відновлення потрібні значні витрати, в т. ч. виконання робіт із відселенням мешканців.

За тривалої відсутності ремонтно-відновлювальних робіт настання критичної фази, що характеризується втратою здатності конструктивних несучих елементів, істотно знижує життєвий цикл і саме існування об'єкта.

Вплив техногенних процесів, відхилень режиму експлуатації, приховані дефекти, що викликані порушенням технології виконання робіт, також призводять до зниження життєвого циклу.

У цих випадках прогноз довговічності будівель грунтується на оцінці ймовірнісно-статистичних моделей з використанням даних моніторингу стану несучих, захисних конструкцій і інженерного устаткування.

Значення строків служби елементів будівлі хоча і є випадковими величинами, підкоряються нормальному закону розподілу так, що можна заздалегідь встановити з деякою вірогідністю їх найбільше і найменше значення.

Міжремонтний період будівлі визначається строком служби найменш довговічного елемента. Для визначення міжремонтного циклу кожного елемента будівлі необхідно знати, окрім середнього значення строку служби, його середньоквадратичне відхилення з урахуванням особливостей мікрорайону.

Найточніше строк служби будівель можна визначити за даними кривої розподілу відмов, побудованої на підставі статистичних даних достатньо великої кількості елементів цього типу, експлуатованих в аналогічних умовах. Такий спосіб визначення довговічності конструкцій заснований на припущенні, що строки служби елементів будівель і інженерних систем мають нормальний розподіл.

8. Блок-схема життєвого циклу будівлі

На рисунку 6 представлено схему процесу життєдіяльності будівлі (від проектування до ліквідації) як єдиний технологічний процес. Цей процес включає, крім безпосередньо будівництва і геодезичних вимірювань, випробування матеріалів і конструкцій, також процес обстежень будівлі. Всі ці процеси забезпечують не тільки якість будівель-

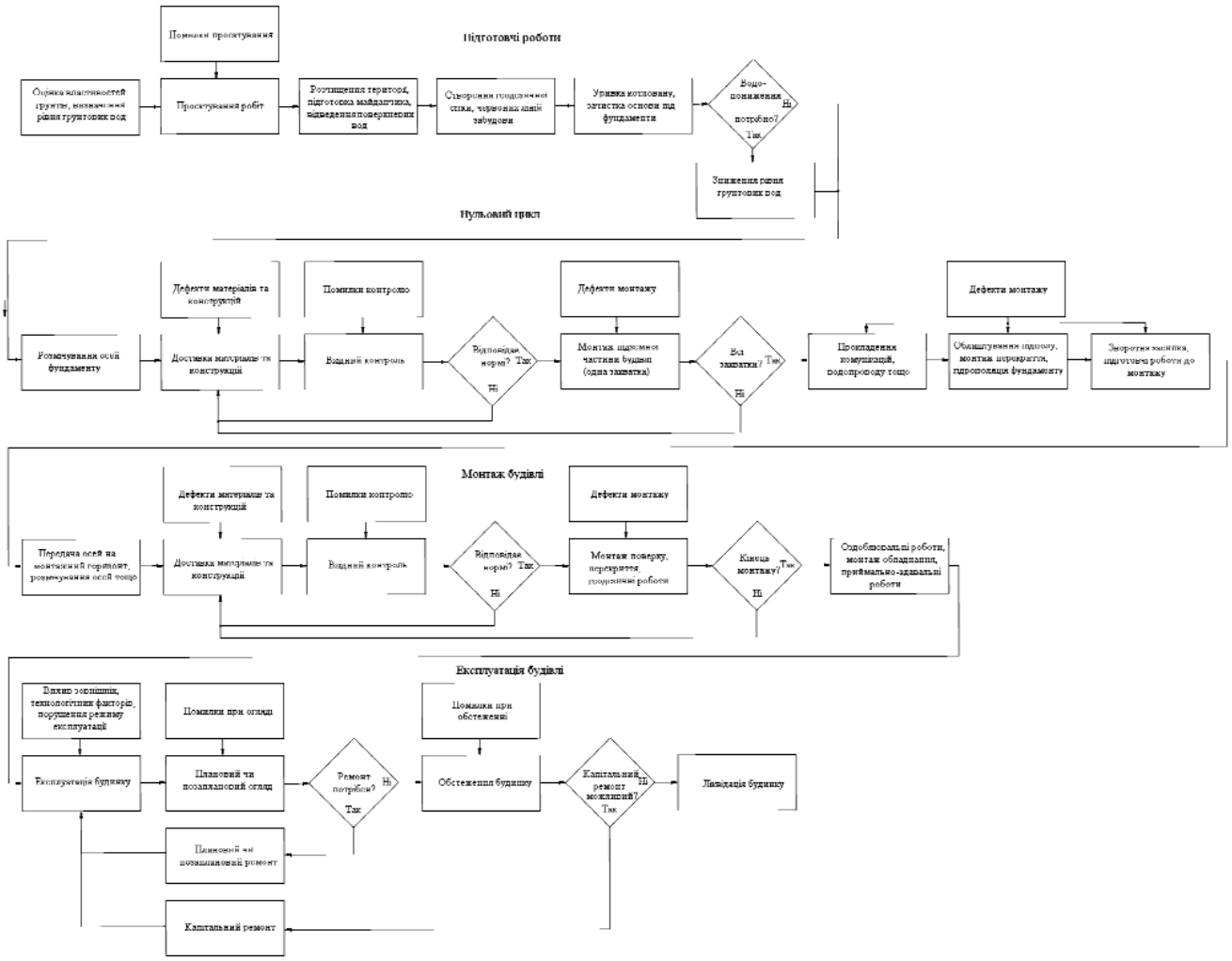

Рис. 6. *Схема процесу будівництва та експлуатації будівлі*

них робіт, а і прямо впливають на тривалість життя будівлі.

На схемі відображені всі періоди життєвого циклу будівлі: проектування, підготовчі роботи, нульовий цикл будівництва, монтаж будинку, експлуатація будинку з ремонтами та кінцевий етап — ліквідація будинку. У схемі, як один з елементів єдиного технологічного процесу будівництва та життя будинку включені процеси геодезичних робіт, контролю якості матеріалів та конструкцій, планові та позапланові огляди, обстеження технічного стану. Без виконання цих робіт неможливо проведення монтажних робіт та тривала експлуатація будинку.

У блок-схемі знайшов відображення на життєвий цикл будівлі вплив факторів на її довговічність. В процесі будівництва це помилки проектування, неякісні матеріали та конструкції, дефекти монтажу тощо. В процесі експлуатації на довговічність будинку впливають як зовнішні, так і внутрішні фактори. До зовнішніх факторів [4] відносяться як фізико-хімічні, так і механічні впливи: радіація, температура, повітряні потоки, грозові розряди, шум та звукові коливання, хімічні агресивні речовини, тиск грунту, підземні води, сейсмічні коливання тощо.

До внутрішніх факторів відносяться: навантаження самого будинку на фундамент, зміна температури та вологості, удари, вібрації, біологічні шкідники,

Для забезпечення довговічності об'єктів будівництва потрібний комплексний аналіз процесів накопичення ушкоджень, контроль експлуатаційних характеристик. Це вимагає розробки методів і засобів діагностування роботи досліджуваного об'єкта.

9. Висновки

Таким чином, у процесі життєвого циклу будівлі завжди мають місце пошкодження, дефекти і аварії. Вони можуть бути викликані несприятливою дією непередбачених чинників та систематичним технічним зносом елементів або вузлів конструкції у поєднанні з дією власних і експлуатаційних навантажень.

На тривалість життєвого циклу будівлі впливають фактори загального характеру, технологічні та експлуатаційні фактори.

Процесам руйнування сприяє дія повітряного середовища, ґрунтової води, негативної температури, технологічних процесів.

Важливим фактором подовження життєвого циклу будівлі є якісний моніторинг її технічного стану, тобто своєчасне та повне виявлення основних пошкоджень та дефектів будівлі, за результатами якого і приймається рішення про доцільність їх усунення. Моніторинг повинен супроводжуватись аналізом можливого розвитку пошкоджень та дефектів внаслідок впливу руйнівних факторів техногенного та експлуатаційного характеру.

Оптимізація тривалості життєвого циклу будівель є вибором доцільності реконструкції, модернізації і ремонту та її ліквідації. Економічна доцільність може бути встановлена шляхом порівняння витрат на реконструкцію з витратами на будівництво нової будівлі такої ж площі з урахуванням строків подальшої експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гавриляк А.І. та ін. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель. — Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка". Львів, 2006. — 537 с.

2. Арендарский Е. Долговечность жилых зданий / Пер. с пол. М.В. Предтеченского; Под ред. С.С. Кармилова.- М.: Стройиздат, 1983. — 255 с.

3. Авиром Л.С. Надежность конструкций сборных зданий и сооружений.-Стройиздат, Л.: 1971.

4. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений. Справочное пособие. Под ред. М.Д. Бойко. — М.: Стройиздат, 1993.

5. Костюченко В.В., Кудинов Д.О. Организация, планирование и управление в строительстве.- М.: Феникс, 2006. — 352 с.

АННОТАЦИЯ

В статье сделана попытка анализа жизненного цикла здания с точки зрения влияния на него природных и техногенных факторов. Рассмотрено влияние на долговечность основных повреждений и дефектов. Приведена классификация факторов влияния и рассмотрены причины повреждений. Проведен анализ возможности оптимизации жизненного цикла зданий. Приведена блок-схема жизненного цикла здания. В статье сделан вывод, что экономическая целесообразность реконструкции, модернизации и ремонта или ее ликвидиции, может быть установлена путем сравнения затрат на рекрнструкцию с затратами на строительство нового здания такой же площади с учетом сроков дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: жизненный цикл, долговечность здания, повреждения и дефекты, факторы влияния, оценка технического состояния, оптимизация длительности жизненного цикла зданий.

ANNOTATION

The article is an attempt to analyze the life cycle of the building in terms of the impact that natural and man-made factors. The effect on the durability of major damage and defects. The classification of impacts and causes of damage dealt. Analysis of opportunities to optimize the life cycle of buildings. The above block diagram of the life cycle of the building. The paper concludes that the economic feasibility of the reconstruction, modernization and repair or eliminate it can be established by comparing the construction costs to the cost of building a new building of the same area based on the timing of further exploitation.

Keywords: life cycle, durability building damage and defects, impacts, technical evaluation, optimization of the duration of the life cycle of buildings.