

УДК 69:002; 69.059

Методи та аналіз причин пошкодження системи діагностики технічного стану будівель та споруд

Олександр Терентьев¹, Андрій Білощицький², Євгеній Горбатюк³,
Володимир Волянчук⁴, Дмитро Міщук⁵

^{1,3,4,5}Київський національний університет будівництва і архітектури,
03037, Повітрофлотський проспект 31, Київ, Україна,

²Astana IT University,

020000, вул. Туркестан, Нур-Султан, Казахстан,

¹terentyev79@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-6995-1419>

²ba01978@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9548-1959>

³gek_gor@i.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8148-5323>

⁴volian535@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6852-9037>

⁵tdmid@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8263-9400>

Received: 15.04.2020; Accepted: 01.06.2020

<https://doi.org/10.32347/gbdmm2020.95.0501>

Анотація. Елементи та конструкції будівель відрізняються різним ступенем складності та невизначеності технічного стану, а також значною кількістю чинників, що призводять до їх фізичного зносу, деформацій, дефектів та пошкоджень. Інформація про дефекти будівлі має бути представлена у вигляді результатів обстеження та діагностики. Визначення зв'язку між дефектами та причинами їх появи, прогнозування наслідків цих дефектів на подальший технічний стан об'єкту є багатофакторним завданням, тому потребує детального вивчення.

Дефекти та пошкодження будівельних об'єктів є наслідком негативних факторів, що існують на всіх етапах життєвого циклу, у зв'язку з чим виникає завдання забезпечення їх експлуатаційної придатності шляхом отримання інформації щодо технічного стану, діагностування та прийняття рішень із відновлення. Оцінка технічного стану будівель є одна з найбільш складних задач на ринку інтелектуальних систем оцінки та прийняття рішень, складність якої полягає у великій кількості чинників, що впливають на оцінку, які досить складно формалізувати.

Дане дослідження висвітлює питання, що пов'язані з методами обстеження та аналізу причин виявлення пошкоджень діагностики технічного стану будівель і споруд. Отримала подальший розвиток інформаційна технологія системи підтримки прийняття рішень, яка базується на потужних щодо інтелектуалізації аналітичних засобах, які дозволяють експертам приймати більш достовірні оцінки та управління

ські рішення.

Ключові слова: методи обстеження, аналіз причин пошкоджень, технічний стан.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Виявлення та аналіз причин руйнування будівельних конструкцій, розробка методів їх пошуку та оцінювання здійснюється в процесі технічної діагностики об'єктів будівництва.

Для технічної діагностики будівель необхідно структурно формалізувати опис та засоби контролю фактичних значень параметрів конструкцій будівельних споруд і їх експлуатаційних якостей. З них можна виділити декілька найбільш загальних, які суттєво впливають на експлуатаційну придатність: міцність і стійкість будівельних конструкцій; теплозахисні властивості; герметичність, особливо будівельних конструкцій; звукоізоляцію; освітленість; вологість матеріалів будівельних конструкцій.

Перелік таких параметрів та їх нормативні або розрахункові значення для кожного типу будівельних конструкцій встановлюються проектом.

Порівнюючи фактичне значення параметра, встановлене за експертною оцінкою, з нормативним, роблять висновок про експлуатаційну придатність конструкції та

споруди в цілому. Потім приймається рішення про заходи з підтримки даного параметра на заданому нормах або розрахунковому рівні. В ході проведення технічної діагностики використовують наступні методи обстеження: візуальний, візуально-інструментальний, неруйнівний [1].

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проведено вивчення наукових джерел за проблематикою дослідження теоретичних засад щодо побудови методів обстеження діагностики технічного стану та аналізу причин пошкодження, отриманих відомими вітчизняними науковцями, серед яких Михайленко В. М. [2], Терентьев О. О. [3], Горбатюк Є. В. [3], Цюцюра М. І. [4], Єременко Б. М. [5].

Забезпечення довготривалої та надійної експлуатації будівельних конструкцій і споруд за рахунок своєчасного прогнозування та використання методів обстеження діагностики їх технічного стану є актуальною теоретичною та техніко-економічною проблемою, що потребує застосування ефективних рішень на всіх етапах життєвого циклу будівель та регламентуються положенням «Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд» [6].

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ РОБОТИ

Мета дослідження – побудова математичних моделей оцінки ризику для задачі діагностики технічного стану конструкцій будівельних споруд з використанням апарату нечітких множин.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні задачі:

1. Запропонувати методологічні засади побудови методів обстеження системи діагностики технічного стану будівель та обґрунтування ефективності технологій інструментального визначення параметрів будівель, споруд і території забудови на

всіх етапах їх життєвого циклу, які розглядаються з позиції стратегічного інформаційного менеджменту.

2. Проаналізувати подальший розвиток аналітичних засобів оцінки прогнозування прийнятих рішень відносно процесу спостереження та своєчасного прийняття необхідних рішень щодо безпечної та надійної експлуатації будівель і споруд.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

При обстеженні будівель і споруд виявляються видимі дефекти і пошкодження, наводять обміри, схематичні плани фотографії, виявляються місця, які необхідно обстежити більш детально за допомогою інструментів і приладів (Рис.1).

Візуально-інструментальне обстеження є деструктивним, оскільки у спорудах будівельних конструкцій відбираються зразки матеріалів для випробування в лабораторних умовах. Таке обстеження в умовах експлуатації не завжди є прийнятним, бо може призвести до ослаблення конструкцій.

Неруйнівний метод обстеження полягає в тому, що необхідні виміри проводяться за допомогою різних приладів і пристосувань, без зниження міцності конструкцій і без порушення обробки приміщень. Прилади для діагностики технічного стану використовуються для контролю якості матеріалів і конструкцій.

До методів контролю фізико-технічних параметрів відносяться: спостереження за тріщинами в конструкціях, контроль місцевих і загальних деформацій, а також визначення: міцності конструкцій; товщини трубопроводів при контролі за корозією; вологості деревини та інших матеріалів; товщини лакофарбових покриттів; повітропроникності стиків і конструкцій; теплозахисних якостей конструкцій; звукоізолюючої здатності огорожувальних конструкцій; місць пошкодження прихованої гідроізоляції; контроль герметичності стиків.

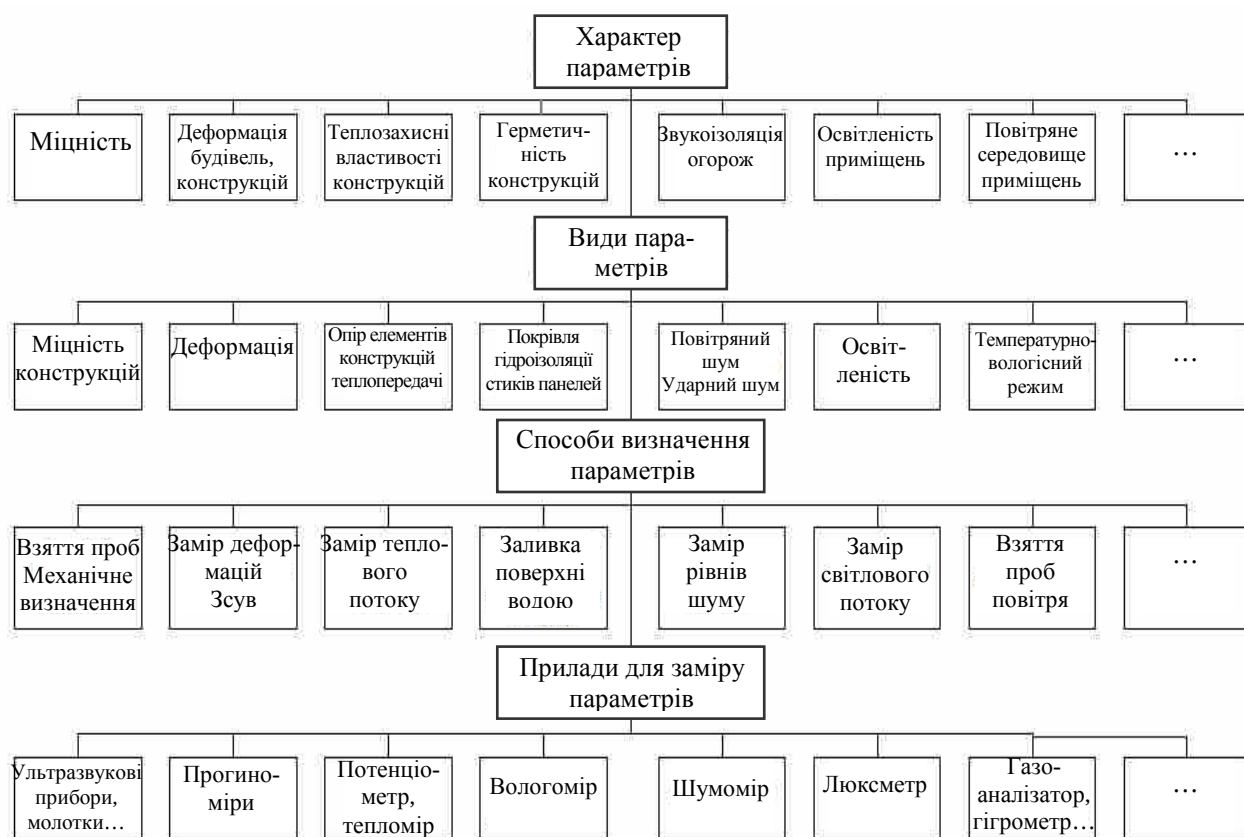


Рис. 1. Структура формалізованого опису та засоби контролю фактичних значень параметрів і їх експлуатаційних якостей конструкцій будівель і споруд

Fig. 1. Structure of the formalized description and controls of actual values of parameters and them operating internals of constructions of building and building

Тріщини в будівельних конструкціях служать зовнішніми ознаками їх перевантаження та деформації. Вони можуть бути зумовлені різними причинами, мати різні наслідки, а тому поділяються на небезпечні (категорії А, Б) і безпечні (категорії В). При виявленні тріщин важливо з'ясувати причину їх виникнення та дати їм правильну характеристику, встановити триває їх розвиток або припинився.

У будівельних конструкціях можуть виникати деформації під впливом різних навантажень в залежності від фізико-механічних властивостей матеріалів конструкцій.

Уявлення про напружений стан конструкції можна отримати шляхом вимірювання та вивчення деформацій.

Деформації можуть мати різноманитний характер у вигляді паралельного зсуву перерізів конструкцій, розтягування або стиснення. Вони поділяються на місцеві, коли

переміщення або повороти відбуваються у вузлах і конструкціях (подовження або стиснення елементів) і загальні, коли переміщуються й деформуються конструкції або споруди в цілому. Деформації можуть бути залишковими або пружними, зникаючими після закінчення навантаження. Тому для оцінки стану конструкцій необхідно знати їх геометричні характеристики до навантаження, під навантаженням і після його закінчення.

Неруйнівні методи випробувань контролю якості матеріалів і конструкцій дозволяють оцінити їх фізико-механічні властивості: міцність, пружність, щільність, напружено-деформований стан конструкцій та виявлення дефектів в них.

Під час обстеження будівельних конструкцій аналізуються чинники, що впливають на міцність і стійкість руйнування конструкцій (Рис.2, Рис.3).

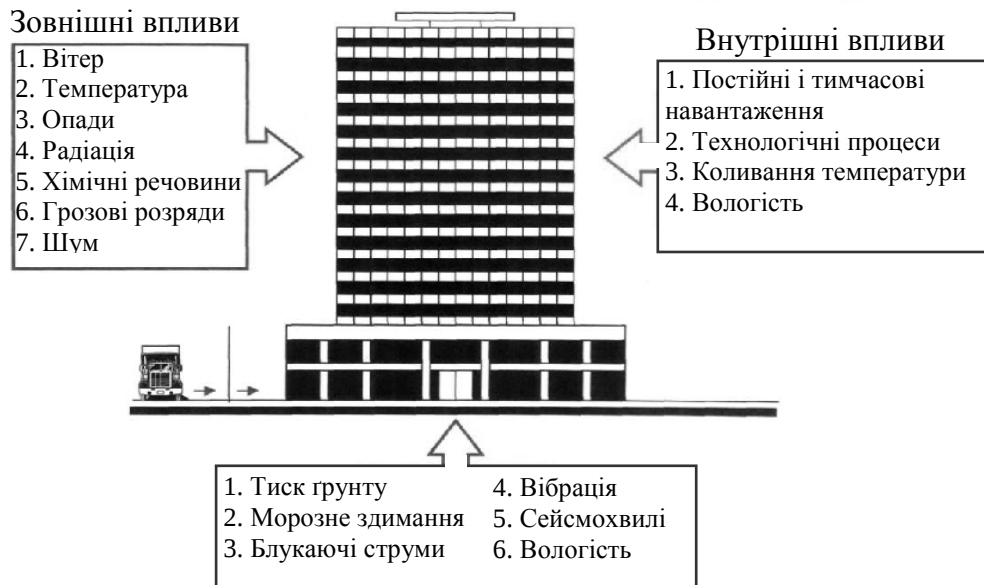


Рис. 2. Чинники впливу на міцність та стійкість конструкцій будівель і споруд

Fig. 2. Factors of influence are on durability and firmness of constructions of building and building

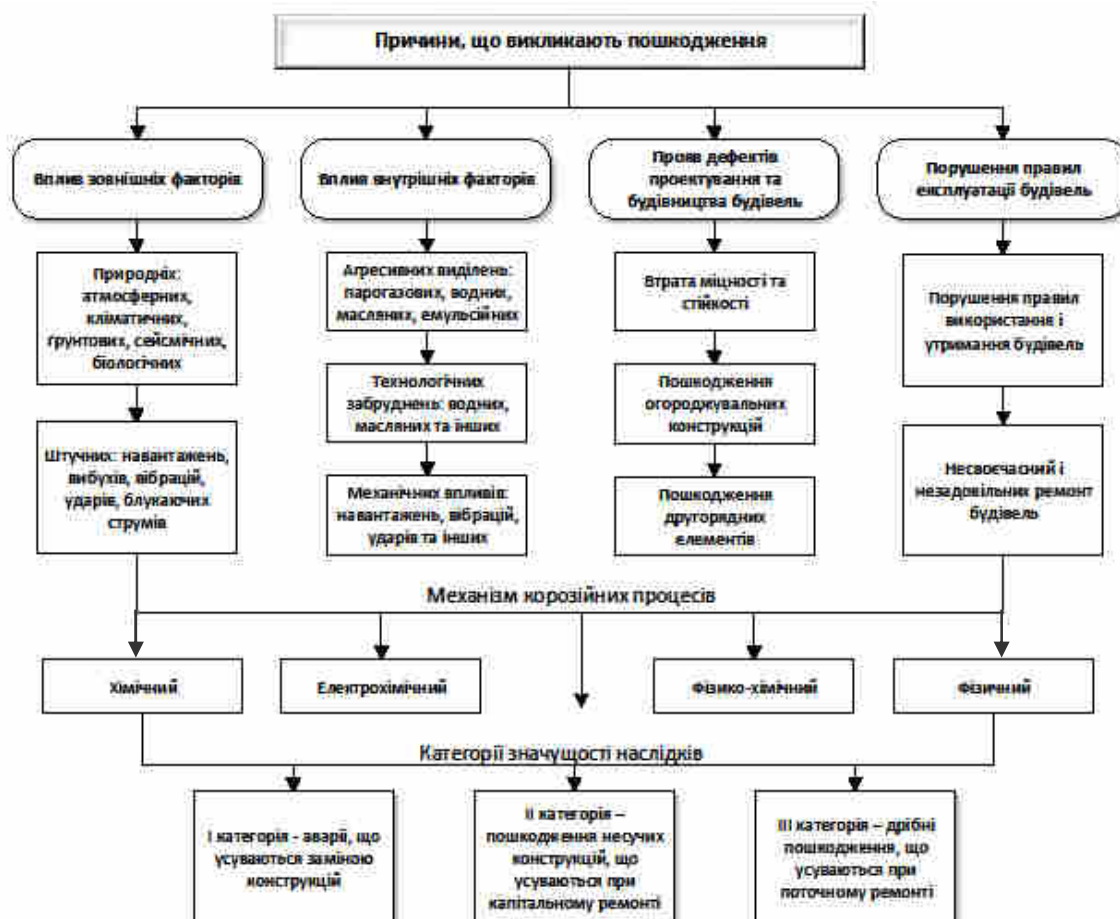


Рис. 3. Чинники виникнення пошкодження конструкцій будівель і споруд

Fig. 3. Factors of origin of damage of constructions of building and building

Аварії будівельних конструкцій є наслідком сукупності причин:

- дефектів виконання будівельних робіт;
- відхід від проектів при зведенні конс-

трукцій;

- неправильної експлуатації споруд або їх окремих конструкцій;
- порушення елементарних правил монтажу збірних залізобетонних конструкцій і деталей;
- введення споруд в експлуатацію з великими недоробками.

Дефекти інженерно-геологічних вишукувань призводять до руйнувань майданчика будівництва в результаті недостатніх досліджень геологічних та гідрогеологічних умов, неправильної конструкції фундаментів, недостатнього врахування впливу підземних комунікацій, розташованих поблизу споруд, відсутності у проектах вказівок про заходи забезпечення стійкості конструкцій при будівництві на просадочних ґрунтах [7, 8].

Чинниками руйнування конструкцій можуть бути недоліки проектів та проектних рішень, а саме:

- застосування неповноцінних конструкторських рішень;
- недостатнє забезпечення жорсткості та стійкості збірних конструкцій у процесі будівництва та при експлуатації;
- недостатнє деталювання креслень окремих відповідальних вузлів несучих конструкцій і споруд;
- неправильний облік навантажень, що діють на конструкцію або споруду;
- помилки в розрахунках конструкцій.

Низька якість, а також дефекти виробництва робіт є наслідком:

- відсутності на будівництві кваліфікованого технічного персоналу, а також частою його зміни;
- порушення вимог нормативних документів до виконання робіт;
- відхід від проектів, зокрема, застосування матеріалів недостатньої міцності;
- недотримання послідовності монтажу споруд із збірних конструкцій;
- відсутності контролю якості матеріалів і виробів, що надходять на будівництво;
- недотримання правил будівництва на просадних ґрунтах;
- незадовільної якості виконання окремих конструкцій або їх елементів;
- неточної розбивки осей несучих конс-

трукцій споруд;

- заміни матеріалів конструкцій або їх частин без санкції проектною організацією.

Руйнування будівельних конструкцій відбуваються через:

- відсутність на заводах конструкцій кваліфікованого нагляду та контролю за виготовленням виробів;
- недбале їх армування та грубі відступи від проектів, які виражаються у зміщенні робочої арматури до стислій зони, внаслідок чого захисні шари товщають до 40 - 60 мм;
- відсутність арматури в опорних частинах;
- недостатнє анкерування стержнів;
- довільну заміну арматури в порівнянні з проектною;

- неправильне армування, що веде до обвалення плит, балок, перекриттів і покриттів, консольних балок, балконів.

Руйнування, викликані неправильною експлуатацією споруд, походять від перенапруги конструкцій та їх елементів внаслідок встановлення додаткового обладнання, не передбаченого технологічним проектом; заміни одного обладнання іншим з більшою динамічним навантаженням; додаткового пробивання різного роду отворів в конструкціях. Дефекти також виникають внаслідок значної вібрації обладнання, шкідливо відбивається на конструкціях і спорудах.

Основними причинами обвалення покриттів є грубі відступи від вимог будівельних норм і правил у частині провадження робіт з виготовлення та монтажу конструкцій [9, 10].

До аварій призводить сукупність таких порушень, як:

- недостатнє врахування особливостей сучасних проектних рішень; перевантаження будівельних конструкцій;
- довільна заміна перерізів елементів конструкцій;
- зміна розрахункової схеми роботи конструкцій; невдалі проектні рішення конструкцій покриттів; порушення порядку монтажу конструкцій.

Будівлі, що будуються за типовими проектами, виявляються в аварійному стані внаслідок допущення занижених, порівняно

з діючими нормами, коефіцієнтів запасу міцності в несучих конструкціях.

Необхідність посилення будівельних конструкцій в процесі їх експлуатації виникає як при реконструкції та технічному переоснащенні підприємств, так і внаслідок фізичного зносу та різних пошкоджень, викликаних корозією матеріалів, механічними впливами, діями агресивного середовища.

Одним з головних завдань процесу проведення експертизи споруд є виявлення їх дійсного стану та прогнозування можливості їх подальшої експлуатації.

В період експлуатації будівельних конструкцій під навантаженням можна виділити три основні стадії:

- перерозподіл і вирівнювання піків механічних напруг за рахунок розвитку пластичних деформацій;
- накопичення та розвиток дефектів і пошкоджень внаслідок впливу експлуатаційних факторів: вібрацій, ударів, локальних і загальних перевищень навантажень, нагрівання або переохолодження конструкцій, зміни властивостей матеріалів конструкцій, розвитку втомних тріщин, появи різниці осідань фундаментів, впливу агресивних факторів;

- стадія деградації та руйнування, коли внаслідок накопичення пошкоджень конструкції переходять в обмежено працездатний і навіть в аварійний стан.

Під час проведення експертизи будівельних конструкцій виявлено, що осередками початку руйнування є:

- місця сполучення елементів конструкцій: вузли, стики – особливо, коли останні виконані з різних матеріалів;
- концентратори напружень: місця різкої зміни перерізів, отвори, надрізи, тріщини, зварні шви;
- місця шкідливих технологічних впливів: локальних нагрівів, можливих переохолоджень конструкцій, впливу агресивних газів і рідин, місця можливих ударів і вібрацій від технологічних агрегатів, місця скупчення пилу, скрапу, снігу на покрівлі разом з пиловими відкладеннями, місця підвіски вантажів, не передбачених проектом.

Стосовно до споруд розрізняють два ви-

ди зносу: фізичний і моральний. Фізичний знос дозволяє оцінювати втрату первісної споживчої вартості, експлуатаційних якостей і технічних властивостей конструкцій об'єкта. Моральний – невідповідність споруд існуючим нормативним об'ємно-планувальним, архітектурно-конструктивним та іншим вимогам. Тому споруди, збудовані в різні періоди, мають різну ступінь зносу.

Встановлення ступеня фізичного зносу здійснюється за методикою, визначеною ВСН 53-86(р). Суть її полягає в тому, що за результатами обстеження технічного стану конструктивних елементів встановлюється відсоток зносу кожного елементу. Процент зносу будівлі в цілому визначають як середній зважений, виведений з відсотка зносу окремих конструктивних елементів, за формулою:

$$Z_{\phi}^i = \sum_{i=1}^n Z_{\phi}^i \cdot D_i / 100, \quad (1)$$

де Z_{ϕ}^i – знос конструктивного елементу, встановлюється на підставі обстеження фактичного технічного стану; D_i – питома вага вартості конструктивного елемента в загальній вартості споруди на момент обстеження.

Експерт повинен провести обстеження технічного стану об'єкта, проаналізувати причини руйнувань і надати висновки про можливості збереження, ремонту чи повної заміни окремих конструкцій або їх елементів.

Експертиза проводиться з метою виявлення дефектів і своєчасного відновлення умов безпечної експлуатації у таких випадках:

- виконання програми запобігання аварій;
- зміна технології виробництва або його консервації;
- зміна власника;
- страхування організації;
- визначення економічної доцільності ремонту та реконструкції;
- збільшення нормованих природно-

кліматичних впливів (сейсмічні, снігові, вітрові навантаження);

- закінчення строків обстеження або нормативних строків експлуатації;
- необхідність наявності висновку про стан споруд для одержання організацією ліцензії на експлуатацію виробничого об'єкта.

Процес проведення експертизи складається з наступних етапів:

- підготовчі роботи до проведення обстеження, або попередній етап;
- проведення обстеження;
- видача висновку експертизи.

Підготовчі роботи до проведення обстеження виконуються експертною організацією на підставі письмового звернення до неї у формі заявки від організації (Замовника) на виконання даної роботи.

За кожною заявкою наказом керівника призначається експертна група фахівців-експертів різних галузей науки в залежності від характеру виконуваних робіт.

Одночасно із заявкою Замовник подає експертній організації проектну, будівельну, експлуатаційну документацію по об'єкту обстеження.

Експертна група в ході підготовчих робіт вивчає об'єкт з метою встановлення обсягів і строків виконання робіт при проведенні обстеження [11, 14], а саме:

- проводить огляд об'єкта та оцінку умов експлуатації конструкцій;
- визначає ділянки з найбільшим ступенем зносу конструкцій і наявні небезпечні дефекти та пошкодження.

В ході попереднього огляду експерт збирає інформацію, яка дозволяє уточнити програму та обсяги робіт з обстеження, вивчає технічну документацію.

При відсутності робочих креслень укладається додаткова угода на їх виготовлення та відновлення.

Підготовчий етап закінчується оформленням таких документів:

- договору на створення науково-технічної продукції;
- технічного завдання;
- програми обстеження;
- календарного плану;
- кошториси на виконання робіт.

Після узгодження та підписання вищевказаних документів складається акт приймання-здачі виконаних робіт за попереднім обстеженням. Даний документ є підставою для виставлення рахунку Замовнику на виплату авансу за договором.

Експертна організація виступає як генеральний підрядник робіт із обстеження конструкцій. Для окремих досліджень, що з певних причин не виконано експертною організацією може бути найнятий Субпідрядник.

Другий етап – обстеження починається з оцінки відповідності фактичних об'ємно-планувальних та конструктивних рішень будівлі початкового проекту.

РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

Обстеження конструкцій включає:

- визначення фактичних розмірів перерізів конструкцій і з'єднань, їх просторового положення;
- перевірку відповідності конструкцій проектної документації, фактичної геометричної незмінюваності, виявлення відхилень, дефектів та пошкоджень елементів і вузлів конструкцій із складанням відомостей дефектів і пошкоджень;
- уточнення фактичних і прогнозованих навантажень та впливів, узгодження їх із Замовником;
- встановлення фактичних фізико-механічних властивостей матеріалів конструкцій;
- перевірку фундаментів при виявленні деформацій каркаса споруди та несучої здатності ґрунту внаслідок виникнення осад фундаментів.

За результатами обстеження складається відомість дефектів, підтверджуючими документами яких є фотофіксація дефектів і показання приладів. Під дефектом розуміють будь-яке відхилення від проекту або стандарту, що перевищує допустиме нормоване відхилення. У відомості, поряд з описом виду та місця розташування дефекту, вказується категорія його небезпеки, встановлювана за ознаками:

А – дефекти та пошкодження особливо відповідальних елементів і споруд, що

представляють небезпеку руйнування. Якщо в результаті обстеження виявляються пошкодження групи А, то відповідну частину конструкцій слід негайно вивести з експлуатації до виконання необхідного ремонту або підсилення.

Б – дефекти та пошкодження, які не загрожують в момент огляду небезпекою руйнувань конструкцій, але в подальшому здатні викликати пошкодження інших елементів і вузлів або при розвитку пошкодження перейти в категорію А.

В – дефекти та пошкодження локального характеру, які при подальшому розвитку не можуть впливати на інші елементи та конструкції (пошкодження допоміжних конструкцій, майданчиків, місцеві прогини і вм'ятини ненапружених конструкцій).

Залежно від характеру дефектів здійснюється перевірочний розрахунок конструкцій та прийняття рішень про способи їх усунення. Для цього необхідно виконати наступні роботи:

- вибрати розрахункову схему конструкцій з урахуванням наднормативних відхилень фактичних навантажень і властивостей матеріалів конструкцій;
- перевірити несучу здатність елементів, вузлів і з'єднань.

Перерахунок конструкцій за даними обстеження представляє собою: аналітичну схему в якій є реальна конструкція з її дефектами різного ступеня небезпеки і дійсне відхилення розрахункових параметрів. На цьому етапі експертизи багато залежить від якості обстеження споруд, зокрема від правильної обробки і аналізу зібраної інформації [11, 12].

Остаточний перевірочний розрахунок проводиться за методикою, встановленою ДБН В.2.1-10-2009 для відповідних конструкцій.

За результатами обстеження розробляються рішення по відновленню працездатного стану конструкцій [13].

Третій етап – видача висновку експертизи є оформлення результатів обстеження у вигляді звіту. Звіт містить докладний аналіз та оцінку технічного стану конструкцій та схеми їх посилення [14].

Замовник отримує технічний висновок

разом з актом здачі-приймання виконаних робіт. Після цього експертна організація виставляє Замовнику рахунок на оплату.

ВИСНОВКИ

Запропоновані методологічні засади обстеження системи діагностики технічного стану будівель та обґрунтування ефективності технологій інструментального визначення параметрів будівель, споруд і території забудови на всіх етапах їх життєвого циклу, які розглядаються з позиції стратегічного інформаційного менеджменту; отримала подальший розвиток інформаційна технологія системи діагностики технічного стану будівель і споруд, яка базується на потужних щодо інтелектуалізації аналітичних засобах, які дозволяють експертам приймати більш достовірні оцінки та управлінські рішення, що було оцінено я ході форуму експертів [15].

ЛІТЕРАТУРА

1. **ГОСТ 10180-78, 1979.** Бетон. Методы определения прочности на сжатие и растяжение. Госстрой СССР, Издательство стандартов. Москва, 24.
2. **Міхайленко В.М., Терентьєв О.О., Єременко Б.М., 2013.** Інформаційна технологія оцінки технічного стану елементів будівельних конструкцій із застосуванням нечітких моделей. Строительство, материаловедение, машиностроение, сб. науч. трудов Под общей редакцией профессора В.И. Большакова выпуск. Днепропетровськ, Вип. 70, 133-141.
3. **Міхайленко В.М., Терентьєв О.О., Єременко Б.М., 2014.** Обработка экспериментальных результатов работы экспертной системы для задачи диагностики технического стану будівель. Строительство, материаловедение, машиностроение, сб. науч. трудов Под общей редакцией профессора В.И. Большакова выпуск. Днепропетровськ, Вип. 78, 190-195.
4. **Терентьєв О.О., Шабала Є.Є., Малина Б.С., 2015.** Основи організації нечіткого виведення для задачі діагностики технічного стану будівель та споруд. Управління розвитком складних систем, збірник наукових праць. К.: КНУБА, Вип. 22, 138-143.
5. **Terentyev O., Tsiutsiura M.** July 2015. The Method of Direct Grading and the Generalized

Method of Assessment of Buildings Technical Condition. International Journal of Science and Research (IJSR), Volume 4 Issue 7, 827-829.

6. **Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд, 2003.** Київ, 144.
7. **ГОСТ 18105-86 (СТСЭВ 2046-79), 1987.** Бетоны. Правила контроля прочности. Госстрой СССР, Издательство стандартов. Москва, 18 с.
8. **ГОСТ 8829-84 (ДСТУ Б.В.2.6-7-95), 1982.** Изделия строительные бетонные и железобетонные сборные. Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости. Госстрой СССР, Издательство стандартов. Москва, 20.
9. **ИИ-04-7, 1966.** Сборные элементы зданий каркасно-конструкционных. Лестницы. Железобетонные лестницы для зданий с высотой этажей 3,3, 4,2 метра. Центральный институт типовых проектов. Москва, Выпуск 1, 20 с.
10. **Каталог** приборов неразрушающего контроля качества железобетона, 1986. НИИСК Госстроя СССР. Киев, 24 с.
11. **Пелевін Л., Фомін А.** Проведення ефективного прогнозування роботи машин для земляних робіт // Л. Пелевін, А. Фомін, Є. Горбатюк, В. Шаленко / Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – №93. – 2019. – С. 12-18. <https://doi.org/10.32347/gbdmm2019.93.0102>
12. **Гайдайчук В.** Адекватність і можливості скінченно-елементної моделі споруди міжнародного виставкового центру для динамічного моніторингу // В. Гайдайчук, О. Дедов, К. Котенко / Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – №90. – 2017. – С. 5-10.
13. **Гайдайчук В. В., Котенко К. Е., Ткаченко І. А.** Комплексний моніторинг технічного стану великорозмірної будівельної споруди. Підводні технології. – № 05. – 2017. – С. 61-66.
14. **Городжа А.** Експертний неруйнівний контроль параметру міцності бетону на стиск в конструкціях монолітного способу виготовлення // А. Городжа, С. Ловейкін, В. Ярас / Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – №89. – 2017. – С. 29-40.
15. **Сукач М.** Проведено V міжнародну конференцію трансферу інноваційних технологій // М. Сукач / Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – №93. – 2019. – С. 61-67. <https://doi.org/10.32347/gbdmm2019.93.0601> – (in Ukrainian).

REFERENCES

1. **GOST 10180-78.** (1979). Beton. Metody opredelenija prochnosti na szhatie i rastjazhenie. [Concrete. Methods for determination of the compressive strength and the tensile strength] Gosstroy of the USSR, Publishing house of standards. Moscow, 24.
2. **Mikhailenko V.M., Terentyev O.O., Eremenko B.M.** (2013). Informacijna tehnologija ocinki tehničnogo stanu elementiv budivel'nih konstrukcij iz zastosuvannjam nechitkih modelej. [Information technology assessment of technical condition of building structures using fuzzy models]. Construction, materials, engineering, scientific collection. works Under the General editorship of Professor V.I. Bolshakov edition. Dnipropetrovsk, Iss. 70, 133-141.
3. **Mikhailenko V.M., Terentyev O.O., Eremenko B.M.** (2014). Obrobka eksperimental'nih rezul'tativ roboti ekspertnoї sistemi dlja zadachi diagnostiki tehničnogo stanu budivel'. [Treatment of experimental results of the expert system for diagnostics of technical condition of buildings]. Construction, materials, engineering, scientific collection. works Under the General editorship of Professor V. I. Bolshakov edition. Dnipropetrovsk, Iss. 78, 190-195.
4. **Terentyev O. O. Sabala Y. Y., Malyna B. S.** (2015). Osnovi organizacii nechitkogo vivedennja dlja zadachi diagnostiki tehničnogo stanu budivel' ta sporud. [Fundamentals of the organization of fuzzy inference for the task of diagnosing the technical condition of buildings and structures]. Managing the development of complex systems, collection of scientific papers. Kyiv, Iss. 22, 138-143.
5. **Olexander Terentyev, Mykola Tsiutsiura.** (July 2015). The Method of Direct Grading and the Generalized Method of Assessment of Buildings Technical Condition. International Journal of Science and Research (IJSR), Vol. 4 Issue 7, 827-829.
6. **Normativni dokumenti z pitan' obstezhen', pasportizacii, bezpechnoi ta nadijnoi ekspluatacii virobnychih budivel' i sporud.** (2003). [Normative documents W issues of abstieg, pasportist, bezpechno Nadine exploits of virobnychih budwell first sparud]. Kyiv, 144.
7. **GOST 18105-86 (STSM 2046-79).** (1987). Betony. Pravila kontrolja prochnosti. [Concretes. The rules control the strength]. Gosstroy of the USSR, Publishing house of

ISSN(online)2709-6149. Mining, constructional, road and melioration machines, 95, 2020, 60-69

- standards. Moscow, 18.
8. **GOST 8829-84 (DSTU B. V. 2.6-7-95)**, (1982). Izdelija stroitel'nye betonnye i zhelezobetonnye sbornye. Metody ispytaniya nagruzeniem. Pravila ocenki prochnosti, zhestkosti i treshhinostojkosti. [Product construction of concrete and reinforced concrete prefabricated. Test methods loading. Rules for the evaluation of strength, stiffness and fracture toughness]. Gosstroy of the USSR, Publishing house of standards. Moscow, 20.
9. **II-04-7**, (1966). Sbornye jelementy zdanij karkasno-konstrukcionnyh. Lestnicy. Zhelezobetonnye lestnicy dlja zdanij s vysotoj jetazhej 3,3, 4,2 metra. [Prefabricated buildings of frame construction. Stairs. Concrete stairs for buildings with the floor height of 3.3, 4.2 metres]. Central Institute of model projects. Moscow, Iss. 1, 20.
10. **Katalog priborov nerazrushajushhego kontrolja kachestva zhelezobetona**. (1986). [Catalog of instruments for non-destructive testing of concrete]. Scientific-investigational center of Gosstroy of the USSR. Kiev, 24.
11. **Pelevin L., Fomin A., Gorbatyuk Ie., Shalenko V.** (2019). Realization of effective prognostication of work of machines for earthmovings. *Girniči, budivelnì, dorožnì ta meliorativnì mašini* [Mining, constructional, road and melioration machines], Nr. 93, 12-18. <https://doi.org/10.32347/gbdmm2019.93.0102>. – (in Ukrainian).
12. **Gaidaychuk V., Dedov O., Kotenko K.** (2017). Adequacy and possibilities finite-element models of building's international exhibition center. *Girniči, budivelnì, dorožnì ta meliorativnì mašini* [Mining, constructional, road and melioration machines], Nr. 90, 5-10. – (in Ukrainian).
13. **Gaidaychuk V.V., Kotenko K.E. Tkachenko I.A.** (2017). Kompleksnij monitoring tehničnogo stanu velikorozmirnoï budivel'noï sporudi. [Integrated monitoring the technical condition of large-scale building structure.]. *Underwater technologie*, Nr. 5, 61-66.
14. **Horodzha A., Loveykin S., Yaras V.** (2017) Expert non-destructive testing compressive strength of concrete in the construction of monolithic method of manufacture. *Girniči, budivelnì, dorožnì ta meliorativnì mašini* [Mining, constructional, road and melioration machines], Nr. 89, 29-40. – (in Ukrainian).
15. **Sukach M.** (2019). The V International Conference by Transfer of Innovative

Technologies was held. *Girniči, budivelnì, dorožnì ta meliorativnì mašini* [Mining, constructional, road and melioration machines], Nr. 93, 61-67. <https://doi.org/10.32347/gbdmm202019.93.0601>. – (in Ukrainian).

Methods and analysis of causes of processing of the system of diagnosis of the technical condition building and construction

Olexander Terentyev¹, Andriy Biloshchytskyi², Ievgenii Gorbatyuk³, Volodymyr Voliyanuk⁴, Dmytro Mischuk⁵

^{1,3,4,5}*Kyiv National University of Construction and Architecture,*
²*Astana IT University*

Abstract. Elements and constructions of building differ in the different degree of complication and vagueness of the technical state, and also far of factors, that result in their physical wear, deformations, defects and damages. Information about the defects of building must be presented as results of inspection and diagnostics. Determination of connection between defects and reasons of their appearance, prognostication of consequences of these defects on the further technical state of object is a multivariable task, that is why needs the detailed study.

Defects and damages of building objects are the consequence of negative factors that exist on all stages of life cycle, in this connection there is a task of providing of them service ability by the receipt of information on the technical state, diagnosing and making decision from renewal. The estimation of the technical state of building is one of the most intricate problems at the market of the intellectual systems of estimation and making decision, complication of that consists in great numbers factors that influence on an estimation, that it is difficult enough to formalize.

This study highlights the issues related to the methods of examination and analysis of the causes of damage diagnostics of the technical condition of buildings and structures. The information technology of the decision support system has been further developed, which is based on powerful analytical tools for intellectualization, which allow experts to make more plausible assessments and managerial decisions.

Keywords: survey methods, analysis of causes of damage, technical condition.