

*Отрош Ю. А., к.т.н., доцент  
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України*

## **ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СТІН І ПЕРЕКРИТТІВ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ПІСЛЯ ПОЖЕЖІ**

*Результати досліджень, проведених донедавна в Україні та за кордоном, дозволяють визначати не тільки технічний стан конструкцій будівель та споруд, але й спрогнозувати його зміну в часі при силових і деформаційних впливах. Виявлено, що відсутність єдиної методології до визначення технічного стану будівельних конструкцій, будівель та споруд у цілому робить цей процес таким, що базується на методі експертних оцінок. Обґрунтовано, що для надійної нормальної експлуатації будівель і споруд необхідно розробити загальну методологію, яка базувалася б на загальних підходах до кожного з перелічених питань та була достовірною для реальних даних щодо роботи конструкцій.*

*Запропоновано методика оцінювання технічного стану стін і перекриттів житлових будинків після високотемпературних впливів унаслідок пожежі.*

**Ключові слова:** *стіни, перекриття, житлові будинки, пожежа, високотемпературні впливи, технічний стан, регулювання.*

*Отрош Ю. А., к.т.н., доцент  
Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля  
Национального университета гражданской защиты Украины*

## **ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТЕН И ПЕРЕКРЫТИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПОСЛЕ ПОЖАРА**

*Результаты исследований, проведенных до недавнего в Украине и за рубежом, позволяют определять не только техническое состояние конструкций зданий и сооружений, но и спрогнозировать его изменение во времени при силовых и деформационных воздействиях. Выявлено, что отсутствие единой методологии к определению технических состояний строительных конструкций, зданий и сооружений в целом делает этот процесс таким, что базируется на методе экспертных оценок. Обосновано, что для надежной нормальной эксплуатации зданий и сооружений необходимо разработать общую методологию, которая базировалась бы на общих подходах к каждому из перечисленных вопросов и была достоверной для реальных данных относительно работы конструкций.*

*Предложена методика оценки технического состояния стен и перекрытий жилых домов после высокотемпературных воздействий по причине пожара.*

**Ключевые слова:** *стены, перекрытия, жилые дома, пожар, высокотемпературные воздействия, техническое состояние, регулирование.*

Otrosh Yu., PhD, Associate Professor  
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes  
National University of Civil Protection of Ukraine

## TECHNICAL STATE ESTIMATION OF WALLS AND FLOOR SLABS OF DWELLINGS AFTER A FIRE

*Researches conducted in Ukraine and abroad allow to define not only the technical state of building constructions but also prognosticate its time changes at power and deformation impacts. The amount of technical conditions and criteria after which constructions belong to each of them is offered.*

*Unique methodology lack to determine the technical state of building constructions and buildings creates this process in such a way based on the method of expert estimations.*

*For safe operation of buildings and constructions it is necessary to develop general methodology based on general approaches to each of the questions, being safe and based on real data in relation to work of constructions.*

*Norms do not give recommendations to determine and prognosticate the technical state of constructions especially in seismic, high temperature and others like that influences.*

*For the dwelling constructions the method of determination of technical state is offered at power and high temperature impacts at fire. The developed method allows to set parameters and criteria of the technical state on the basis of technical and normative documents analysis, to analyze possible refusals and damages. Such data allow to inspect, to choose constructions for the detailed inquiry and to set the parameters of the tensely deformed state of operated constructions and buildings.*

*The offered method is applied for the estimation of the technical state of damaged apartments of dwellings after fire.*

*Under fire actions building constructions got damages set by visual and instrumental inspection.*

*On the basis of data analysis of conducted inspections conclusions about the technical state of building constructions inside apartments is given. Recommendations about safe operation are developed.*

*Methodology of calculation of numeral parameters corresponding to working or non-working capacity of element state, means to chose limit value of determined parameters conditioned by the requirements of normative documents, and comparison of them with parameters value of which is determined by calculation or during the inspection.*

*In case of absence in normative documents of values of determined parameters, these values must be set as a result of the executed calculations of the developed object calculation model, which represents specific character of deformation of all constructions and buildings elements.*

*Modeling must be executed with the usage of modern certificated facilities of the computing engineering and calculable complexes.*

**Keywords:** walls, floor slab, dwellings, fire, high temperature impact, technical state, adjusting.

**Вступ.** Достовірне оцінювання технічного стану будівельних конструкцій дає можливість: по-перше, попередити виникнення аварій конструкцій і пов'язаних з ними збитків; по-друге, раціонально використовувати кошти на виконання підтримуючих та капітальних ремонтів; по-третє, регулювати технічний стан таким чином, щоб досягти найбільшої ефективності використання основних фондів. Головне завдання робіт з обстеження будівельних конструкцій – визначення виду поточного технічного стану й відповідності встановленого технічного стану вимогам нормативної та проектної документації для гарантування безпечної експлуатації конструкцій, захисту життя людей і навколишнього середовища.

**Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій.** Проведені в Україні та за кордоном (Росія, Фінляндія, країни Європи) дослідження, що стосуються оцінювання технічного стану та його прогнозування, показують, що на сьогодні є досить багато напрацювань у цьому напрямі [9 – 11]. За результатами цих досліджень запропоновано систему технічних станів та критерії, за якими конструкції відносять до кожного з них. Однак для конструкцій із різних матеріалів і навіть для різних видів конструкцій технічні стани визначаються по-різному. Норми не дають рекомендацій щодо прогнозування та регулювання технічного стану.

Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 409 від 05.05.1997 р. «Про забезпечення надійності та безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж», Правилами [1], чинними нормами [2 – 4] та іншими документами, будівельні конструкції повинні піддаватися регулярному технічному огляду.

**Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Запропоновано різні підходи як до оцінювання технічного стану конструкцій, так і до процесу прогнозування та регулювання його. Немає одностайності також стосовно визначення технічного стану будівлі чи споруди в цілому, особливо при комбінаціях силових, деформаційних і високотемпературних впливів. Відсутні комплексні дослідження в цьому напрямі.

Брак єдиної методології визначення технічного стану будівельних конструкцій та будівель і споруд у цілому робить цей процес таким, що базується в основному на методі експертних оцінок. Для надійної нормальної експлуатації будівель та споруд при різних впливах необхідно розробити таку методологію, яка базувалась би на загальних підходах до кожного з перелічених питань та була достовірною для реальних даних щодо роботи конструкцій. Методичні принципи врахування особливостей конструкцій будівель і споруд та організаційно-технічні заходи, що забезпечують проведення робіт на експлуатованих об'єктах, необхідно відобразити у відповідних методиках проведення обстеження, які розробляються для кожної будівлі окремо.

**Постановка завдання.** Мета роботи – для конструкцій житлових будинків розробити методіку визначення технічного стану при силових і високотемпературних впливах. Розроблена методіка дозволить на основі аналізу технічної та нормативної документації встановити параметри й критерії технічного стану, проаналізувати можливі відмови та пошкодження, виконати обстеження конструкцій і зробити висновок про технічний стан, у якому перебувають конструкції.

**Основний матеріал і результати.** Технічний стан будівельних конструкцій згідно з розробленою методикою запропоновано оцінювати наступним чином [4 – 8]:

- аналіз технічної документації;
- попереднє встановлення параметрів та критеріїв технічного стану, чинних і прогнозних силових та особливих (у цьому випадку високотемпературних) впливів;
- аналіз відмов і пошкоджень;
- візуальне обстеження стану будівельних конструкцій, визначення видимих дефектів та пошкоджень;

- попереднє оцінювання технічного стану конструкцій, будівлі (споруди) в цілому на основі аналізу технічної документації й візуального обстеження;
- інструментальне обстеження стану будівельних конструкцій, визначення параметрів технічного стану конструкцій і будівлі в цілому;
- аналіз результатів візуального й інструментального обстеження;
- виконання перевірних розрахунків;
- підготування висновку про технічний стан будівельних конструкцій, будівель та споруд у цілому.

До технічної документації будівлі, необхідної для оцінювання технічного стану будівельних конструкцій, належить нормативна, проектна, виконавча й експлуатаційна документація; до складу експлуатаційної документації: технічний паспорт; документи, що характеризують фактичні експлуатаційні навантаження і впливи, а також їхні зміни в процесі експлуатації; відомості про аварійні ситуації, відхилення та зміни експлуатаційних режимів навантажень, технологічних впливів, нерівномірних деформацій основи, високотемпературних впливів при пожежі; журнали періодичних спостережень за станом будівельних конструкцій за весь експлуатаційний період; звіти та висновки спеціалізованих організацій про виконані раніше обстеження, в т.ч. відомості про дефекти конструкцій, а також рекомендації щодо їх усунення; дані про виконання поточних і капітальних ремонтів; результати визначення фізико-механічних характеристик матеріалів: металу, арматури та бетону в період будівництва й експлуатації.

Для будівельних конструкцій відповідно до Правил [4], встановлено єдину класифікацію з чотирьох можливих технічних станів. Передбачається, що дані конструкції й елементи із самого початку своєї експлуатації впродовж життєвого циклу внаслідок старіння, деградації, непередбачуваних впливів можуть послідовно перебувати в кожному із чотирьох технічних станів. Установлення того, в якому з указаних технічних станів перебуває певна конструкція та елемент, є завданням комплексу робіт з оцінювання їх технічних станів.

Відповідно до вимог проектної, нормативної й експлуатаційної документації встановлюються критерії (кількісні та якісні показники) оцінювання технічного стану конструкцій і елементів. Як критерії відмов та пошкоджень повинні бути розглянуті граничні величини параметрів технічного стану (наявність або відсутність тріщин, ширина їх розкриття, прогини, переміщення тощо), які зазвичай встановлюються проектною чи нормативною документацією.

Запропоновану методику було застосовано для оцінювання існуючого технічного стану будівельних конструкцій квартири житлового будинку № 136 по вул. Червоноармійській у м. Київ, які зазнали ушкоджень унаслідок пожежі (рис. 1).

Відповідно до розробленої методики було проведено такі роботи:

- проаналізовано надану технічну документацію;
- виконано візуальне та інструментальне обстеження конструкцій і визначено їхній технічний стан;
- проаналізовано конструктивну систему будинку;
- розроблено режим експлуатації та характер зовнішніх і технологічних впливів, включаючи дію відкритого вогню;
- на основі аналізу результатів проведених обстежень підготовлено висновок про технічний стан будівельних конструкцій, які розташовано в межах квартири № 142, і розроблено рекомендації щодо подальшої надійної та безпечної експлуатації.



**Рисунок 1 – Фрагмент фасаду будинку з наслідками пожежі**

Аналіз отриманих матеріалів дозволив зробити такі висновки:

– технічна документація на будинок відсутня, замовником надано дані, наведені в технічному паспорті БТІ;

– динамічні впливи від вуличного транспорту на фундаменти будинку і будівельні конструкції незначні, але внаслідок будівництва станції метро «Либідська» конструкції будинку зазнали окремих пошкоджень;

– будинок знаходиться в експлуатації більш як 40 років;

– у будинку відсутні «мокрі» процеси, що можуть бути причиною зволоження ґрунтів основи;

– у квартирі №142 виникла пожежа, внаслідок чого повністю згоріли меблі, книги та інші речі, які знаходились у спальні. Меблі, опорядження, побутова техніка, які було розташовано в залі, другій спальні й кухні, при розповсюдженні вогню отримали окремі незначні пошкодження.

Унаслідок дії відкритого вогню будівельні конструкції отримали такі пошкодження, встановлені візуальним та інструментальним обстеженням:

– поздовжні й поперечна стіни, які розташовано в спальні, де виникла пожежа, мають значні пошкодження – повністю зруйновано штукатурний шар та зовнішній шар цегляної кладки на глибину 20 – 50 мм (рис. 2), у перемичці над віконним прорізом є тріщини, оголення арматури; прогин перемички свідчить про наявність ознак порушення анкерування;

– у перегородці зруйновано штукатурний шар, є видимі деформації із площини, матеріал перегородки знеміцнений, легко руйнується;

– у полиці шатрової плити перекриття наявні тріщини з різною орієнтацією та шириною розкриття, прогин полиці становить 135 мм, що значно перевищує граничну величину для такого типу конструкцій. Бетон знеміцнений, є ознаки порушення анкерування арматури (рис. 3);

– у ребрах шатрової плити перекриття наявні руйнування захисного шару бетону з оголенням арматури, бетон знеміцнений, є ознаки порушення анкерування арматури (рис. 3). Прогин ребер становить 40 – 50 мм;

– у внутрішній поздовжній несучій стіні зі сторони залу місцями зруйновано штукатурний шар, дерев'яні елементи оздоблення прорізів і шпалери на стінах обгоріли;

– у шатровій плиті перекриття над залом є тріщини з різною шириною розкриття, руйнувань захисного шару бетону для арматури не виявлено (рис. 4);

– в інших несучих конструкціях, розташованих у межах квартири, ознак руйнування не виявлено;

– технічний стан шатрової плити перекриття над восьмим поверхом не визначався внаслідок наявності на перекритті продуктів горіння.



**Рисунок 2 – Стан зовнішніх шарів кладки поперечної стіни**



**Рисунок 3 – Стан зовнішніх шарів кладки поперечної стіни і поздовжнього ребра шатрової плити перекриття**





**Рисунок 4 – Стан зовнішніх шарів внутрішньої поздовжньої та поперечної стін і полиці шатрової плити перекриття**

Методологію визначення чисельних значень параметрів, що відповідають працездатному або непрацездатному стану елемента, застосовують до вибору граничних значень визначальних параметрів, котрі обумовлено вимогами чинних нормативних документів, і порівняння їх з параметрами, величини яких визначено в результаті розрахунку або при проведенні обстеження. Визначальними параметрами технічного стану конструкцій є: при розрахунках за граничними станами першої групи – фізико-механічні характеристики матеріалів, геометричні розміри елементів, схеми прикладання навантажень, величини навантажень; при розрахунках за граничними станами другої групи – прогини, крен, кути повороту, ширина розкриття тріщин. Якщо величини визначальних параметрів не перевищують граничних значень, вважається, що конструкція знаходиться в задовільному (працездатному) стані.

Відповідно до п. 1.4.13 [4] стан стін і перегородки, розташованих у межах спальні, де виникла пожежа, оцінюється як непридатний до експлуатації, оскільки мають місце дефекти та пошкодження, які свідчать про зниження несучої здатності. На основі аналізу пошкоджень можна забезпечити цілісність конструкцій на час підсилення.

Відповідно до п. 1.4.13 [4] стан шатрової плити перекриття в спальні, де виникла пожежа, оцінюється як аварійний, оскільки мають місце дефекти та пошкодження, котрі свідчать про зниження її несучої здатності. На основі аналізу пошкоджень неможливо гарантувати цілісність конструкцій на час підсилення, оскільки можливий «крихкий» характер руйнування.

Стан інших конструкцій, розташованих у межах квартири, відповідно до п. 1.4.13 [4], оцінюється як задовільний, оскільки мають місце дефекти та пошкодження, які можуть знизити довговічність конструкцій.

У разі відсутності в чинних нормативних документах величин визначальних параметрів, їх необхідно встановити за результатами виконаних розрахунків розробленої розрахункової моделі об'єкта, яка якнайповніше відображає специфіку деформації всіх елементів будівель та споруд [12, 13]. Моделювання необхідно виконати із залученням сучасних сертифікованих засобів обчислювальної техніки й обчислювальних комплексів.

## **Висновки:**

1. Для конструкцій житлових будинків розроблено методику визначення технічного стану при силових і високотемпературних впливах, яка дозволяє на основі аналізу технічної та нормативної документації встановити параметри й критерії технічного стану, проаналізувати можливі відмови та пошкодження. Наявність таких даних дає змогу якісно підійти до процесу обстеження об'єкта обґрунтовано вибрати конструкції для більш детального обстеження й встановити параметри напружено-деформованого стану експлуатованої конструкції та будівлі в цілому.

2. Наведено приклад визначення технічного стану стін і конструкцій перекриття після пожежі. Технічний стан стін та перегородки, які розташовано в межах спальні, де виникла пожежа, відповідно до пункту 1.4.14 [4] оцінюється як непридатний до експлуатації. Для забезпечення тривалої та безпечної експлуатації стін необхідні заходи щодо їх підсилення – вилучення зруйнованих шарів цегли і розчину та штукатурення цементно-піщаним розчином марки не менше ніж М100 по металевій сітці. Сітку зв'язати з арматурою діаметром не менш як 12 мм класу А240 або вище.

3. Перегородку в межах спальні рекомендується замінити чи виконати підсилення як для стін з використанням вертикальних елементів з металевого прокату (труби, кутиків тощо). Вертикальні елементи мають бути розкріплені між плитами перекриття. Арматурну сітку зв'язати та приєднати до вертикальних елементів за допомогою в'язального дроту. Після встановлення металевих елементів і арматури виконати штукатурення цементно-піщаним розчином марки не менше ніж М100. Штукатурку виконувати шарами товщиною не більш як 30 мм.

4. Технічний стан шатрової плити перекриття над спальнею, де виникла пожежа, відповідно до п. 1.4.13 [4], оцінюється як аварійний. Унаслідок нагрівання до температури, вищої ніж 500 °С, у бетоні виникає незворотне зниження міцності, про що свідчить стан конструкції. З урахуванням технічного стану шатрової плити рекомендується її демонтувати, а перекриття виконати в збірно-монолітному варіанті із залученням металевих балок як несучих елементів.

5. Технічний стан інших конструкцій, які розташовано в межах квартири, відповідно до п. 1.4.13 [4], оцінюється як задовільний. Для забезпечення тривалої та безпечної експлуатації необхідно провести ремонт у приміщеннях із заміною обгорілих дерев'яних елементів.

## **Література**

1. СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0015:2009. *Правила визначення фізичного зносу житлових будинків / Стандарт житлово-комунального господарства України.* – К.: ЖКГ України, 2009. – 49 с.
2. ДБН В. 2.6-98:2009. *Конструкції будинків і споруд. Бетонні і залізобетонні конструкції. Основні положення.* – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.
3. ДБН В.2.6-162:2010. *Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення.* – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 98 с.
4. *Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд / Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд.* – К.: Держбуд України, 1999. – С. 5 – 69.
5. *Голоднов А. И. Определение остаточного ресурса железобетонных конструкций в условиях действующих предприятий / А. И. Голоднов // Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник* – К.: НДІБК, 2005. – Вип. 62. – Т. 2. – С. 138 – 143.



6. Голоднов А. И. Обоснование продления эксплуатации конструкций бескаркасных зданий / А. И. Голоднов, К. А. Голоднов // *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури: збірник наукових праць*. – Одеса : Зовнішрекламсервіс, 2007. – Вип. 28. – С. 90 – 96.
7. Отрош Ю. А. Актуальність забезпечення безпеки об'єктів будівництва / Ю. А. Отрош, В. Г. Дагіль, Г. О. Малигін // *Науковий вісник будівництва*. – Харків : ХНУБА, 2012. – Вип. 70. – С. 457 – 462.
8. Отрош Ю. А. Комплекс взаємопов'язаних заходів щодо визначення параметрів напружено-деформованого і технічного стану конструкцій при різних впливах / Ю. А. Отрош, А. П. Іванов, О. І. Голоднов // *Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського*. – К. : Вид-во «Сталь», 2011. – Вип. 8. – С. 98 – 109.
9. Sarja A. *Integrated Life Cycle Design of Structures* / A. Sarja. – London, SPON Press, 2002. – 142 p.
10. Sarja A. *Generalized lifetime state design of structures* / A. Sarja // *Proc. of the 2<sup>nd</sup> Intern. Conf., Lifetime-Oriented Design Concepts, ICDLOS*. – Germany: Ruhr-University Bochum, 2004. – P. 51 – 60.
11. Sarja A. *Lifetime performance modeling of structures with limit state principles* / A. Sarja // *Proc. of 2<sup>nd</sup> Intern. Symposium ILCDES 2003, Lifetime Engineering of Buildings and Civil Infrastructures*. – Finland, Kuopio: Association of Finnish Civil Engineers, 2003. – P. 59 – 66.
12. EN 1991-1-2:2002. *Eurocode 1: Actions on structures. – Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire Part 1-2: General rules – Structural fire design*. – Brussels, 2002.
13. EN 992-1-2:2005. *Eurocode 2: Design of concrete structures. – Part 1-2: General rules – Structural fire design*. – Brussels, 2004.

© Отрош Ю.А.  
Надійшла до редакції 13.03.2016