

ФОРМУВАННЯ ГРАНИЧНИХ КРИТЕРІЇВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ І ЕЛЕМЕНТІВ

Галінська Т.А.

Полтавський національний технічний університет

імені Юрія Кондратюка

Овсій М.О.

ПП “Будекспертиза”

м. Полтава, Україна

АНОТАЦІЯ: Викладено основні напрямки формування граничних критеріїв технічного стану будівельних конструкцій і елементів.

АННОТАЦИЯ: Изложены основные направления формирования граничных критериев технического состояния строительных конструкций и элементов.

ABSTRACT: The basic directions of the formation of the boundary value criteria for the technical state of structures and elements are presented.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: граничні критерії, технічний стан, конструкції.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ. ЗВ'ЯЗОК З НАУКОВИМИ І ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Академік Б.Є.Патон у роботі [1] відмічає, що нині значно зросла частка конструкцій, споруд та обладнання, що відпрацювали свій нормативний термін. Так в Україні на об'єктах базових галузей експлуатується понад 35 млн. т несучих металевих конструкцій і понад 250 млн. м³ залізобетонних конструкцій, значна частина яких вичерпала свій ресурс.

Для оцінки ресурсу та безпеки експлуатації конструкцій та будівель необхідно виконувати кваліфіковані обстеження та оцінку ступеня їх ушкодження, які мають бути основою для прогнозування залишкового ресурсу та розробки заходів щодо подовження терміну їх безаварійної роботи. Але на сьогодні, як зазначає П.І. Кривошеєв в роботі [2], відсутня необхідна нормативно-технічна база для оцінки та прогнозування залишкового ресурсу об'єктів, які відпрацювали свій розрахунковий термін або відпрацюють його в найближчому майбутньому.

АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ. ВИДЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ ПИТАНЬ

За останні роки значний вклад в розробку методик діагностування окремих конструкцій (елементів) будівель і споруд та оцінку їх технічного стану зробили С.Ю. Богдан [3], О.І. Голоднов [4], Є.В. Клименко [5], О.В. Семко і О.П. Воскобійник [6], Є.Ю. Худолей [7], А.В. Шимановский і С.В. Колесниченко [8], А.М. Югов [9] та інші вчені. В той же час розробка загальної концепції діагностування та оцінки технічного стану будівельних конструкцій (елементів) та будівель (споруд) в цілому потребує зусиль усіх провідних у будівельній галузі науковців.

У чому ж проявляються недоліки існуючих на сьогодні методик діагностування технічного стану та визначення залишкового ресурсу конструкцій (елементів) будівель і споруд, які є основою діючих нормативно-директивних документів [10, 11, 12, 13, 14]:

- відсутність у методиках збігу між категоріями технічного стану конструкцій (елементів) та їх визначенням;

- відсутність однозначного визначення та кількісної оцінки граничних станів при різних категоріях технічного стану конструкцій (елементів);

- відсутність однозначного поділу конструкцій (елементів) за категорією їх відповідальності у складі будівлі чи споруди, характером руйнування та класифікацією, ступенем і рівнем їх пошкоджень і дефектів.

Вище відмічені недоліки діагностування будівельних конструкцій особливо гостро проявляються при визначенні за класифікаційними ознаками нормативних документів [10, 11] технічного стану III (непридатний для нормальної експлуатації) чи стану IV (аварійний) для конструкцій (елементів), які мають крихкий характер руйнування або мають ушкодження, які кількісно не класифікуються нормативними документами [10, 11]. Також критерії граничного стану для конструкцій (елементів), які мають аварійний (предаварійний) стан у більшості випадків кількісно чітко не визначені, так як при оцінці стану за допомогою перевірного розрахунку використовуються два основні критерії граничного стану при їх проектуванні, які за ознаками відповідають їх технічному стану I (нормальний) чи II (задовільний), тобто:

- граничний стан I-ої групи - по забезпеченню несучої здатності;
- граничний стан II-ої групи - за придатністю до нормальної експлуатації.

Югов А.М. також відмічає появу труднощів при оцінці технічного стану будівельних споруд за двома граничними станами [9, розділ 6], які істотно проявляються у наступному:

- довольність нормування значень ймовірностей, що допускаються, недосягнення граничних станів для різних споруд через наявність невизначеності фізичної сутності понять параметрів надійності;

- прийняті норми параметрів надійності, що допускаються, для різних споруд дуже близькі до одиниці або до нуля і зміна цих величин з появою сукупності різних недосконалостей і дефектів навіть на порядок (як правило, у другому чи третьому знаках) не є досить наочною ознакою зміни технічного стану при зведенні і експлуатації об'єктів.

В результаті А.М. Югов підсумовує [9], що наведені дані свідчать про недостатність застосування граничних станів двох груп для оцінки дійсного напружено-деформованого стану споруд, що експлуатуються, і тому необхідно ввести поняття третього граничного стану, яке було запропоновано М.С.Стрелецьким у роботі [15]. Третій граничний стан пропонується визначати за критерієм, що характеризує у цілому схильність елементів, конструкцій і споруд до відмови внаслідок накопичення у них дефектів і ушкоджень, які відповідають стану відмови. Критерій третього граничного стану був представлений у роботі [9] у вигляді відношення проектних імовірнісних значень функцій визначальних параметрів до їхніх дійсних значень чи у детерміністичній постановці:

$$K = \Phi_n / \Phi_d = A_n / A_d = 1 / \psi,$$

де K – критерій третього граничного стану; Φ_n і Φ_d – функції геометричних, фізичних і жорсткісних параметрів, що визначають проектну і дійсну працездатність; A_n і A_d – чисельні значення проектних і дійсних значень працездатності, що обумовлені функціями Φ_n і Φ_d ; ψ – величина, зворотна критерію третього граничного стану і ступеню, що є показником, бездефектності споруд і їхніх елементів.

Вище перелічені недоліки не дозволяють чітко призначити термін наступного обстеження будівлі (споруди), який на пряму залежить від технічного стану її конструкцій (елементів). В роботах [8, 16] запропоновані методики щодо призначення (визначення) наступного терміну обстеження конструкцій (елементів) будівлі (споруди) залежно від їх технічного стану, які також потребують подальшого удосконалення.

Тому актуальною є проблема визначення залишкового ресурсу будівель і споруд, а також відновлення або створення відповідної нормативно-технічної бази, яка б включала технічні вимоги, методичні підходи й порядок діагностування їх конструкцій і елементів.

Загальна мета дослідження полягає у розробці основних напрямків формування граничних критеріїв технічного стану будівельних конструкцій і елементів.

ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ. ОБҐРУНТУВАННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Для удосконалення методики діагностування і оцінки технічного стану будівельних конструкцій (елементів) будівель і споруд авторами статті пропонується:

- установити (прийняти) три (I-III) категорії технічного стану конструкцій (елементів) будівель (споруд): стан конструкції I - задовільний (справний, роботоспроможний); стан конструкції II - непридатний для нормальної експлуатації (обмежено працездатний); стан конструкції III – аварійний (предаварійний і аварійний);

- прийняти (установити) кількісні значення (критерії) за I-м і II-м граничними станами конструкцій (елементів) (табл. 1), які б задовольняли

Таблиця 1

Граничні критерії технічного стану конструкцій (елементів) будівель

Категорія граничного стану конструкції (елемента)	Категорія технічного стану конструкції (елемента)		
	I (задовільний)	II (непридатний для нормальної експлуатації)	III (аварійний) чи III,a (предаварій- ний)
I	$R_{dv} \leq R(t) < R_0$	$R_{du} \leq R(t) < R_{dv}$	$R(t) < R_{du}$
II	$f/l \leq [f_v/l]$	$[f_v/l] < f/l \leq [f_w/l]$	$[f_w/l] < f/l$

де $R(t)$ – несуча здатність конструкції (елемента) у загальному вигляді на протязі її експлуатації; R_{dv} – граничний критерій несучої здатності конструкції (елемента) на етапі проектування чи експлуатації, який відповідає її технічному стану I (задовільний); R_{du} – граничний критерій несучої здатності конструкції (елемента) на етапі експлуатації, який відповідає її технічному стану II (непридатний для нормальної експлуатації); f/l – відносна величина прогину конструкції (елемента) на протязі її експлуатації; $[f_v/l]$ – граничний критерій відносної величини прогину конструкції (елемента) на етапі проектування чи експлуатації, який відповідає її технічному стану I (задовільний); $[f_w/l]$ – граничний критерій відносної величини прогину конструкції (елемента) на етапі експлуатації, який відповідає її технічному стану II (непридатний для нормальної експлуатації).

чи не задовольняли вимоги, що відповідали б при порівнянні відповідно: технічному стану конструкції, при якому її відносять до технічного стану конструкції I (задовільний) чи до технічного стану конструкції II (непридатному для нормальної експлуатації); технічному стану конструкції, при якому її відповідно відносять до технічного стану конструкції II (непридатному для нормальної експлуатації) чи до технічного стану конструкції III (аварійному). При технічному стані конструкцій (елементів) I (задовільний) повинні не порушуватися вимоги за граничними станами I і II групи, які на сьогодні встановлені

нормативно-технічною та конструкторською (проектною) документацією, при незадоволенні (порушенні) вимог технічний стан конструкцій класифікується як непридатний для нормальної експлуатації (II);

- привести визначення граничного стану за I і II групою конструкцій (елементів) до однозначних, які б відповідали класифікаційним ознакам їх технічних станів категорій I-III, тобто відповідним кількісним значенням і ознакам їх дефектів, пошкоджень та характеру руйнування.

При формуванні граничних критеріїв технічного стану конструкцій (елементів) будівлі (споруди) необхідно враховувати характер її руйнування та особливості її експлуатації. У загальному вигляді можна виділити три характерні випадки руйнування конструкції (елемента) при переході її технічного стану від задовільного (I) до непридатного для нормальної експлуатації (II):

- в'язке руйнування з резервом несучої здатності після досягнення граничного стану, коли матеріал конструкції (елемента) на етапі експлуатації ($t_y < t_{StR}$) чи при граничному навантаженні працює у більшості випадків у пружно-пластичній стадії (рис. 1, а і рис. 2, а);

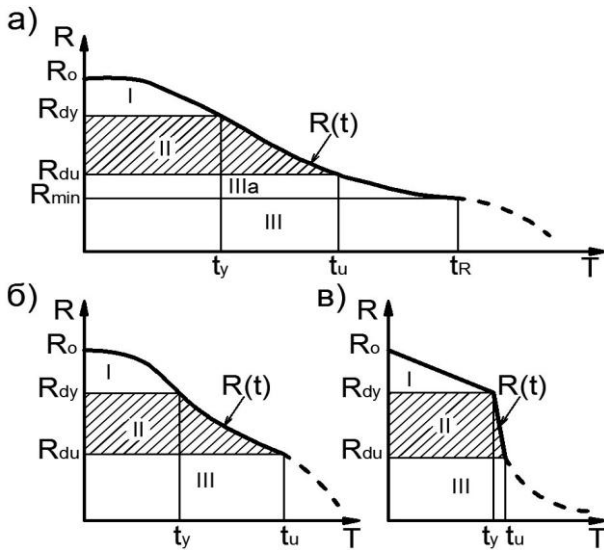


Рис. 1. Зміна граничного критерію (R_t) за I граничним станом конструкції (елемента) на етапі її експлуатації залежно від категорії її технічного стану і характеру руйнування: а) в'язке руйнування з резервом несучої здатності після досягнення граничного стану; б) в'язке руйнування без резерву несучої здатності після досягнення граничного стану; в) крижке руйнування в результаті вичерпання несучої здатності чи втрати стійкості

- в'язке руйнування без резерву несучої здатності після досягнення граничного стану, коли матеріал конструкції (елемента) на етапі експлуатації ($t_y < t \leq t_u$) чи при граничному навантаженні працює в пружно-пластичній стадії (рис. 1, б та рис. 2, б);

- крихке (миттєве) руйнування в результаті вичерпання несучої здатності чи втрати стійкості, коли матеріал конструкції (елемента) на етапі експлуатації ($t_y < t \leq t_u$) чи при граничному навантаженні працює крихко (рис. 1, в та рис. 2, в).

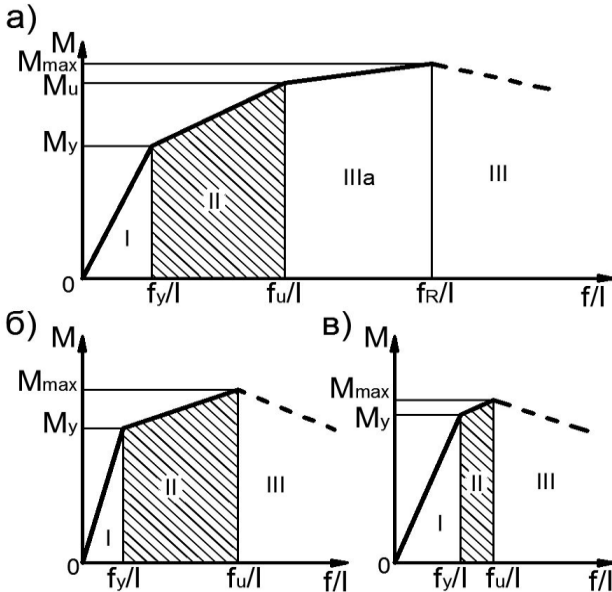


Рис. 2. Залежність граничного критерію (f/l) за II граничним станом конструкції (елемента) від категорії технічного стану і характеру руйнування: а) в'язке руйнування з резервом несучої здатності після досягнення граничного стану; б) в'язке руйнування без резерву несучої здатності після досягнення граничного стану; в) крихке руйнування в результаті вичерпання несучої здатності чи втрати стійкості

Також при формуванні граничних критеріїв технічного стану конструкцій (елементів) необхідно враховувати їх призначення та наслідки, які можливі при досягненні граничних станів, тобто, їх відповідальність по відношенню до загальної несучої здатності і стійкості будівлі (споруди). Поділ конструкцій і елементів будівлі за призначенням вперше був запропонований О.В. Перельмутером і Л.А. Гільденгорном у

методиці їх класифікацій, яка приведена у роботі [17]. Зазначена методика класифікацій конструкцій за призначенням у повній мірі увійшла у нині діючі норми з забезпечення надійності та безпеки будівель, споруд [18].

ВИСНОВОК ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗРОБОК

Викладено основні напрямки формування граничних критеріїв технічного стану будівельних конструкцій і елементів. Запропонований підхід дозволить більш прийнятно і наочно проводити оцінку їх технічного стану шляхом одержання відповідних значень критеріїв на основі аналізу результатів обстеження з урахуванням виявлених дефектів та пошкоджень та їх визначальних параметрів. Метою подальших досліджень є визначення конкретних значень граничних критеріїв технічного стану для конкретних конструкцій (елементів) будівель і споруд.

ЛІТЕРАТУРА

1. Патон Б.Є. Проблеми ресурсу конструкцій, споруд та обладнання в Україні / Б.Є. Патон // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: НДІБК, 2001. – Вип. 54.- С.18-23.
2. Кривошеєв П.І. Науково-технічні проблеми ресурсу будівельних конструкцій при реконструкції житлових будинків / П.І. Кривошеєв // Реконструкція житла. – 2009. – Вип.11. - С. 20-25.
3. Богдан С.Ю. Визначення граничних станів елементів бетонних і залізобетонних конструкцій методами механіки руйнування: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 01.02.04 “Механіка деформованого твердого тіла”/ С.Ю. Богдан. - К., 2002. - 19 с.
4. Голоднов О.І. Граничний стан сталевих колон і балок при наявності залишкових напружень: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: 05.23.01 “Будівельні конструкції, будівлі та споруди”/ О.І. Голоднов. - Дніпропетровськ, 2006.- 36 с.
5. Клименко Є.В. Методологія оцінювання, прогнозування та регулювання технічного стану будівель і споруд із залізобетону: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: 05.23.01 “Будівельні конструкції, будівлі та споруди”/ Є.В. Клименко. - Львів, 2008.- 31 с.
6. Семко А.В. О риске ошибочной диагностики при обследовании несущих строительных конструкций / А.В. Семко, Е.П. Воскобойник // Предотвращение аварий зданий и сооружений. - 2011. – 7 с. [Електронний ресурс] Режим доступу до статті: <http://pamag.ru/src/about-risk-error-diagnoz/about-risk-error-diagnoz.pdf>.
7. Худолей Є.Ю. Діагностика та оцінка технічного стану залізобетонних конструкцій на основі вибіркового контролю: автореф. дис. на соискание

- ученої ступені канд. техн. наук: 05.23.01 “Будівельні конструкції, будівлі та споруди”/ Є.Ю. Худолей. - Дніпропетровськ, 2004. – 16 с.
8. Шимановский А.В. Назначение срока проведения первого обследования для определения остаточного ресурса стальных конструкций / А.В. Шимановский, С.В. Колесниченко // 36. наукових праць Українського науково-дослідного та проектного інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського. –2009.- Вип. 3.- С.13-20.
 9. Югов А.М. Технічна діагностика та оцінка залишкового ресурсу експлуатованих металевих конструкцій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: 05.23.01 “Будівельні конструкції, будівлі та споруди”/ А.М. Югов. - Макіївка, 2004.- 35 с.
 10. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. – К.: Держбуд України, 1999. – 152 с.
 11. Оценка технического состояния стальных конструкций эксплуатируемых производственных зданий и сооружений: ДБН 362-92. . – К.: Государственный комитет Украины по делам архитектуры, строительства и охраны исторической среды, 1993. – 47 с.
 12. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий: Разр. ЦНИИпромзданий, 1997.- 129 с.
 13. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений / НИИСК.- М.: Стройиздат, 1989.- 104 с.
 14. Ремонт і підсилення несучих і огорожуючих будівельних конструкцій і основ промислових будинків і споруд: ДБН В.3.1-2002. / Держбуд України. – К.: НДІБВ, 2003. – 82 с.
 15. Стрелецкий Н.С. К вопросу развития методики расчёта по предельным состояниям / Н.С. Стрелецкий // Развитие методики расчёта по предельным состояниям: сб. статей; под. ред. Е.И. Беленя. - М.: Стройиздат, 1971.- С.5-37.
 16. Клименко Є.В. Визначення терміну наступного обстеження і паспортизації будівель та споруд з урахуванням технічного стану їх конструкцій (елементів) / Є.В. Клименко, М.О. Овсій // Коммунальное хозяйство городов: сб науч. трудов. – К.: Техніка, 2007. – Вып. 76. – С.3-7.
 17. Перельмутер А.В. О классификации стальных конструкций / А.В. Пелельмутер, Л.А. Гильденгорн // Строительная механика и расчёт сооружений.- 1990.- №3.- С.67-70.
 18. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: ДБН В.1.2-14-2009. - [чинний з 12.01.2009]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009.- 37 с.

Стаття надійшла до редакції 28.02.2013 р.