

УДК 624.046.2:69.059

**ДО ПИТАННЯ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК ПОКРИТТЯ ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ
ЗА НЕСУЧОЮ ЗДАТНІСТЮ**

**К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ПОКРЫТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ЗДАНИЙ ПО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ**

**THE ISSUE OF TECHNICAL EVALUATION OF REINFORCED
CONCRETE COVERAGE BEAMS FOR INDUSTRIAL BUILDINGS ON
CARRYING CAPACITY**

**Довженко О.О., к.т.н., проф., Погребний В.В., к.т.н., с.н.с., Усенко Д.В.,
студент (Полтавський національний технічний університет імені Юрія
Кондратюка, м. Полтава)**

**Довженко О.А., к.т.н., проф., Погребной В.В., к.т.н., с.н.с., Усенко Д.В.,
студент (Полтавский национальный технический университет имени Юрия
Кондратюка, г. Полтава)**

**Dovzhenko O.O., Ph.D., professor, Pogrebnoy V.V., Ph.D., senior researcher,
Usenko D.V., student (Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University,
Poltava)**

**Надані рекомендації щодо трактування та однозначності встановлення
категорій технічного стану бетонних і залізобетонних конструкцій та їх
елементів за несучою здатністю.**

**Даны рекомендации относительно трактовки и однозначности
определения категорий технического состояния бетонных и
железобетонных конструкций и их элементов по несущей способности.**

**There are recommendations for treatment of the categorization of the
technical condition of concrete structures and their elements on the bearing
capacity.**

Ключові слова:

Технічний стан, категорія, несуча здатність.

Техническое состояние, категория, несущая способность.

Technical condition, technical condition, bearing capacity.

Стан питання та задачі дослідження. Діагностика технічного стану будівельних конструкцій надає можливість своєчасного проведення заходів з їх ремонту та підсилення, подальшої надійної експлуатації й створення умов ефективного збереження будівель і споруд.

Із введенням у дію нових норм з забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд ДБН В.1.2-14-2009 [1], визначення навантажень і впливів ДБН В.1.2-2:2006 [2] значення коефіцієнтів надійності об'єктів за відповідальністю та розрахункового граничного навантаження на конструкції значно підвищилися. На даний час велика кількість існуючих бетонних і залізобетонних конструкцій запроектована за попередніми нормами СНиП 2.03.01-84* [3], а інша частина – за чинним ДБН В.2.6-98:2009 [4]. Вказане приводить до значних відмінностей у визначенні їх несучої здатності й оцінюванні технічного стану та створює проблеми при експлуатації.

Крім того, у трактуванні категорій технічного стану несучих конструкцій [5, 6] має місце певна нечіткість. Так технічний стан непридатний для експлуатації характеризується тим, що: *«конструкція перевантажена або мають місце дефекти та пошкодження, які свідчать про зниження її несучої здатності, але на основі перевірних розрахунків та аналізу пошкоджень можливо забезпечити її цілісність на час підсилення»*, а при аварійному стані: *«неможливо гарантувати цілісність конструкції на період підсилення»* або *«неможливо протягом прогнозованого строку запобігти порушенням»*. Наявність словосполучень *«можливо забезпечити»*, *«неможливо гарантувати»*, *«прогнозований строк»* передбачає певну інтуїтивність їх визначення та суб'єктивність оцінювання. Тому слід сформулювати більш чіткі й однозначні критерії визначення технічного стану конструкцій.

Метою статті є надання рекомендацій щодо трактування та однозначності встановлення категорій технічного стану бетонних і залізобетонних конструкцій та їх елементів за несучою здатністю.

Виклад основного матеріалу.

Для виконання поставленої мети були проаналізовані результати детального обстеження з оцінюванням несучої здатності залізобетонних балок покриття (перекриття), як одних з найбільш поширених та відповідальних елементів конструктивних систем виробничих об'єктів підприємств Полтавської області.

Обстежувалися: балки покриття двохскілі гратчасті БДР18 за серією 1.462.1-3/80, вип. 1, 2, 3 [7]; балки покриття двохскілі двотаврового перерізу БД18 за серією ПК-01-06, вип. 8 [8]; балки перекриття з паралельними поясами БСП18 на основі конструктивного рішення серії 1.462.1/78, вип. 1 і 2 [9].

На основі результатів обстеження встановлювалася відповідність фактичного та серійного рішення балок.

При обстеженні контролювалися: геометричні розміри конструкцій; прогини; ширина й довжина розкриття тріщин, їх характер та місце розташування; міцність і водонепроникність бетону; глибина відшарування бетону; діаметр, кількість і розташування арматури, її клас, міцність та деформативні характеристики.

Контроль міцності бетону балок здійснювався: попередньо за характером сліду, що залишає на поверхні конструкції при ударі ребро молотка і зубило; методом пластичної деформації за ДСТУ Б В.2.7-220:2009 [10] з використанням молотка Кашкарова та приладу ИПС·МГ4.03.

Наявність, розміщення та корозійний знос арматури визначалися магнітометричним способом за допомогою приладу ИЗС-10М з додержанням вимог ДСТУ Б В.2.6-4-95 [11]. Корозійне пошкодження та діаметри арматури на відкритих ділянках вимірювався штангенциркулем.

Виявлені найбільш характерні пошкодження балок: замочування дошовими водами в результаті пошкодження гідроізоляційного килиму та нещільності примикання покрівлі до парапетів, водоприймальних воронок та в місцях перепаду висот (для покриття) й просочування мастилами (для перекриттів); відшарування захисного шару бетону та його недостатня товщина; тріщини вздовж арматурних стержнів, оголення і корозія арматури (рис. 1 і 2).



Рис.1. Сліди замочування двосхилої балки покриття



Рис. 2. Руйнування захисного шару бетону балок покриття, тріщини вздовж арматурних стержнів, оголення та корозія арматури

До основних причин виникнення вказаних пошкоджень (дефектів) відносяться:

- тривалий термін експлуатації будівель та пов'язаний з цим фізичний знос конструкцій;

- порушення правил експлуатації;

- несвоєчасне проведення поточних і капітальних ремонтів.

Особлива увага під час оцінювання технічного стану конструкцій зверталася на наявність таких дефектів і пошкоджень як:

- тріщини силового походження;

- тріщини осадкового походження;

- корозійні пошкодження бетону, арматури, закладних деталей;

- порушення зчеплення арматури з бетоном;

- пошкодження від поперемінного заморожування – відтавання у зволоженому стані;

- надмірні переміщення від силових впливів;

- механічні пошкодження та інше.

Визначалася залишкова (фактична) несуча здатність конструкцій з врахуванням впливу дефектів і пошкоджень та введенням у розрахунки коефіцієнтів зниження. На основі результатів розрахунку встановлювалася категорія технічного стану конструкцій (елементів) за несучою здатністю.

До аварійних конструкцій без оцінки їх несучої здатності відносили балки, що мали:

- нормальні та похилі силові тріщини шириною розкриття більше ніж 1,5 мм, що вказує на перевантаження конструкцій (елементів);

- порушення зчеплення арматури з бетоном у місцях її анкерування;

- розриви або зміщення поперечної арматури у зоні похилих тріщин; випирання стиснутої арматури;

- значну корозію поперечної та поздовжньої арматури (більше 50% площі її перерізу);

- лущення бетону в стиснутій зоні.

В якості критерію категорії технічного стану також використовувалися ознаки технічного стану будівельних конструкцій надані в [5]. За перевірними розрахунками несучої здатності балок покриття (перекриття) отримані наступні результати:

- для двосхилих гратчастих балок покриття при розрахунку за методикою СНиП 2.03.01-84*: значення моменту від зовнішнього навантаження нижче ніж значення моменту, котрий сприймає конструкція – $M_{Ed} = 1262 \text{ кНм} < M_{Rd} = 1300 \text{ кНм}$ (площа встановленої робочої поздовжньої арматури на 6% більша ніж її площа, визначена за розрахунком), значення поперечної сили від зовнішнього навантаження нижче ніж зусилля, котре сприймає конструкція в розрахунковому похилому перерізі – $V_{Ed} = 247,8 \text{ кН} < V_{Rd} = 283,7 \text{ кН}$; при розрахунку за методикою ДБН В.2.6-98:2009: $M_{Ed} = 1262 \text{ кНм} > M_{Rd} = 1150 \text{ кНм}$ (площа фактично

встановленої робочої поздовжньої арматури та 12 % нижча ніж необхідна за розрахунком), $V_{Ed} = 265 \text{ кН} > V_{Rd} = 213 \text{ кН}$;

– для двохсхилих двотаврових балок покриття при розрахунку за методикою СНиП 2.03.01-84*: $M_{Ed} = 1389 \text{ кНм} < M_{Rd} = 1500 \text{ кНм}$ (площа встановленої робочої поздовжньої арматури на 15% більша ніж площа, визначена за розрахунком), $V_{Ed} = 275 \text{ кН} < V_{Rd} = 321,8 \text{ кН}$; при розрахунку за методикою ДБН В.2.6-98:2009: $M_{Ed} = 1389 \text{ кНм} > M_{Rd} = 1300 \text{ кНм}$ (площа встановленої робочої арматури та 9 % нижча ніж необхідна за розрахунком), $V_{Ed} = 294 \text{ кН} < V_{Rd} = 300 \text{ кН}$;

– для балок з паралельними поясами при розрахунку за методикою СНиП 2.03.01-84*: $M_{Ed} = 2220 \text{ кНм} < M_{Rd} = 2850 \text{ кНм}$ (площа встановленої робочої поздовжньої арматури на 40% більша ніж площа, визначена за розрахунком), $V_{Ed} = 470 \text{ кН} < V_{Rd} = 811,3 \text{ кН}$; при розрахунку за методикою ДБН В.2.6-98:2009: $M_{Ed} = 2220 \text{ кНм} < M_{Rd} = 2350 \text{ кНм}$ (площа фактично встановленої робочої поздовжньої арматури та 10 % вища ніж необхідна за розрахунком), $V_{Ed} = 470 \text{ кН} < V_{Rd} = 600,1 \text{ кН}$.

Таким чином: несуча здатність ґратчастих та двотаврових двохсхилих балок покриття при відповідності їх серійним рішенням за СНиП 2.03.01-84* забезпечена, а за методикою ДБН В.2.6-98:2009 не забезпечена; несуча здатність балок з паралельними поясами на основі серійного рішення за методиками СНиП 2.03.01-84* та ДБН В.2.6-98:2009 забезпечена.

У [5, 6] виділяють такі технічні стани конструкцій: нормальний (справний), задовільний (роботоспроможний), непридатний для експлуатації (обмежено працездатний) та аварійний. Якщо характеристика перших двох сформульована досить чітко, то дві останні категорії мають певну неоднозначність, що приводить до «розмитості» їх меж. Між тим, в ДБН В.1.2-2:2006 і ДБН В.1.2-14:2009 суттєво підвищені значення навантажень на конструкції та коефіцієнт надійності об'єктів за відповідальністю, але при цьому слід зазначити, що ймовірність аварійних станів, пов'язаних саме з недоліками попередніх норм (ГОСТ 27751-88 [12] і СНиП 2.01.07-85 [13]), була низькою та добігала до 0. Тому під словосполученням «*можливо забезпечити*» пропонується розуміти такий стан конструкцій, коли їх несуча здатність забезпечена за методикою СНиП 2.03.01-84* при застосуванні ГОСТ 27751-88 і СНиП 2.01.07-85, але не забезпечена за ДБН В.2.6-98:2009, а під формулюванням «*неможливо гарантувати*» – стан, коли несуча здатність не забезпечена за обома методиками.

В якості першого кроку на шляху уточнення характеристик категорій технічного стану несучих бетонних і залізобетонних конструкцій рекомендується за:

– стан конструкції III – непридатний для експлуатації (обмежено працездатний) вважати такий стан, коли *конструкція за ДБН В.2.6-98:2009, ДБН В.1.2-2:2006 і ДБН В.1.2-14:2009 перевантажена або мають місце*

дефекти та пошкодження, які свідчать про зниження її несучої здатності, але на основі перевірних розрахунків за СНиП 2.03.01-84* з використанням СНиП 2.01.07-85 і ГОСТ 27751-88 та врахування впливів пошкоджень (дефектів) несуча здатність конструкції забезпечена;

– стан конструкції аварійний IV – вважати те саме, що і за станом III, але якщо на основі перевірних розрахунків несуча здатність конструкції з врахуванням впливів наявних пошкоджень (дефектів) не забезпечена як за методикою ДБН В.1.2-2:2006 так і за методикою СНиП 2.03.01-84*.

За результатами оцінювання несучої здатності технічний стан двохстих балок покриття було визначено як непридатний для експлуатації, а балок з паралельними поясами – як задовільний.

Висновок. Для визначення технічного стану несучих залізобетонних (бетонних) конструкцій (елементів) в якості характеристик категорій непридатного для експлуатації й аварійного станів рекомендується застосовувати результати перевірного розрахунку несучої здатності за ДБН В.2.6-98:2009 і за СНиП 2.03.01-84* як нижню та верхню межі оцінки.

1. ДБН В.1.2-14:2009. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ / Мінрегіонбуд України. – К., 2009, зі змінами. – 30 с. 2. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування / Мінбуд України. – К., 2006. – 60 с. 3. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции/ Госстрой СССР – М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 80 с. 4. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення / Мінрегіонбуд України. – К., 2011. – 71 с. 5. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд / Держкомітет будівництва, архітектури та Держнаглядохоронпраці України. – К., 1997. – 145 с. 6. ДБН 362-92. Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації / Держбуд України. – К., 1992. – 46 с. 7. [Серія 1.462.1-3/80](#), вып. 1 – 3. [Железобетонные стропильные решетчатые балки для покрытий одноэтажных промышленных зданий](#). 8. Серія ПК-01-06, вып. 8. Сборные железобетонные предварительно напряженные двускатные балки для покрытий зданий пролетами 12 и 18 м с шагом балок 6 м. 9. Серія 1.462.1/78, вып. 1 і 2. Железобетонные предварительно напряженные балки с параллельными поясами пролетом 12 м для покрытий зданий с плоской и скатной кровлей. 10. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 19 с. 11. ДСТУ Б В.2.6-4-95. Конструкції залізобетонні. Магнітний метод визначення товщини захисного шару бетону і розташування арматури. – К., 1996. – 22 с. 12. ГОСТ 27751-88. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету. – М., Издательство стандартов, 1988. 13. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. – М., 1988. – 36 с.