

УДК. 624.9:620.19:69.059

**ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ПІДСИЛЕННЯ  
ПОШКОДЖЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЕРЕКРИТТІВ  
КРУПНОПАНЕЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ ШЛЯХОМ УТВОРЕННЯ  
СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ НЕРОЗРІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**JUSTIFICATION OF THE NECESSITY OF REINFORCING DAMAGED  
REINFORCED CONCRETE FLOORS OF LARGE-PANEL BUILDINGS BY  
CREATING STEEL REINFORCED CONCRETE NON-CONTINUOUS  
STRUCTURES**

**Кудлай А.О.**, аспірант, ORCID 0009-0004-9075-8583 (Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»);  
**Табаркевич Н.В.**, аспірант, ORCID 0000-0002-5549-8147 (Національний університет «Київський авіаційний інститут»)

**Andrii Kudlai, PhD Student**, ORCID 0009-0004-9075-8583 (National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»); **Nataliia Tabarkevych, PhD Student**, ORCID 0000-0002-5549-8147 (National University «Kyiv Aviation Institute»)

**У роботі виконано аналіз пошкоджень внаслідок позапроектних впливів збірних залізобетонних перекриттів крупнопанельних безкаркасних будівель після позапроектних впливів з наступним викладенням рекомендацій підсилення шляхом утворення сталезалізобетонних нерозрізних конструкцій, що враховує як характер пошкоджень, так і особливості організаційно-технологічних рішень відновлення будівель.**

**The article investigates the beyond-design impacts on precast reinforced concrete floor systems of frameless large-panel multi-storey buildings resulting from military actions. The study examines the influence of external and internal factors on these structures and their subsequent deterioration.**

**Drawing on detailed technical inspection reports conducted by the State Research Institute of Building Constructions (NIISK) in 2022 to assess the structural integrity and serviceability of buildings, this paper analyzes the nature of war-induced effects on frameless large-panel structures and their individual components, specifically precast reinforced concrete slabs. The research considers cases of multiple direct artillery strikes and aerial bombings, which cause the destruction of primary load-bearing members and the associated damage or collapse of floor elements. Scientific analysis of the condition of buildings and structures damaged by military actions leads to the**

**conclusion that frame-monolithic structures exhibit the highest resilience, whereas frameless panel or large-panel buildings demonstrate the lowest structural stability. The findings of this analysis provide a foundation for the further identification, investigation, and development of more efficient methods for restoring the serviceability of damaged precast reinforced concrete floor systems. This remains a critical task today, necessitating solutions that prioritize not only structural restoration efficiency but also the safety of personnel and residents during and after the rehabilitation process. Recommendations for reinforcement took into account the nature of the damage and consisted in the formation of steel-reinforced concrete structures.**

**Ключові слова:** будівля, перекриття, пошкодження, обстеження, підсилення, аналіз, сталезалізобетон, експлуатація.  
building, slab, damage, assessment, restoration, analysis, steel reinforce concrete, operation.

**Вступ.** Під час експлуатації будівель і споруд під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників будівельні конструкції зношуються. Тобто відбувається погіршення їхніх фізико-механічних параметрів. Зазвичай таке погіршення експлуатаційних показників несучих будівельних конструкцій недопустиме, оскільки може спричинити втрату стійкості та аварійні ситуації. Унаслідок позапроектних впливів на будівлі, що виникають у мирний час (вибухи газу чи вибухових елементів, землетруси, паводки та ін.) будівельні конструкції пошкоджуються та потребують комплексного ремонту або заміни. У разі комплексного ремонту необхідно відновити як фізико-механічні показники, так і геометричні параметри конструкцій з подальшим їх підсиленням.

Під час воєнних дій десятки тисяч будівель та споруд теж піддаються дії позапроектних впливів. До них можливо віднести вплив вибухової хвилі, попадання засобів ураження (наприклад осколків, що рухаються на великій швидкості), термічного впливу, вібрацій тощо. Також слід розрізняти як безпосереднє ураження конструкцій від потрапляння боєприпасів (ракет, снарядів, мінометних мін, куль крупного калібру тощо), так і вторинне від дії вибухової повітряної хвилі. Руйнування місцями носять масштабний і системний характер, коли, наприклад, внаслідок пожежі і температурних деформацій під час нагріву розвиваються тріщини по перекриттям в інших ділянках, що спонукає утворення скритих дефектів.

За час війни в Україні пошкоджено великий відсоток будівель та споруд. Ще до завершення бойових дій постає питання швидкого відновлення пошкоджених житлових будинків і це стає одним із найважливіших завдань для країни. Обстеження та оцінка технічного стану будівельних об'єктів, що виконуються згідно з [1-4], мають оцінити масштаби їх пошкодження, визначення переліку робіт з ремонту, відновлення або підсилення конструкцій, чи демонтажу. Обстеження пошкоджених будівель і споруд дозволяє приймати оптимальні рішення для відновлювальних робіт.

**Аналіз останніх досліджень.** На основі виконаних обстежень пошкоджених в результаті позапроектних впливів будівель і споруд виконують технічні звіти з конкретними рекомендаціями щодо їх відновлення, що носять в більшості випадків індивідуальний характер. У відкритих джерелах є публікації, що узагальнюють та типізують зібрану у технічних звітах інформацію для спрощення проведення подальших обстежень пошкоджених будівель та споруд [5].

Значного ураження навесні 2022 року зазнало місто Чернігів, яке масово обстрілювалося ракетами та іншим озброєнням масового ураження. Внаслідок цього було пошкоджено та зруйновано велику кількість будівель та споруд міста. У [6] наведено результати із демонстраційними фотографіями проведеної значної роботи з відновлення пошкоджених житлових будинків, що було виконано на основі звітів, виконаних із залученням до обстеження та розробки проектної документації фахівців ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій».

У монографії [7] використано системний підхід під час розв'язання однієї з актуальних проблем будівельного виробництва сьогодення – відновлення будівельних конструкцій, пошкоджених унаслідок позапроектних впливів. Проаналізовано тематику відновлення експлуатаційної придатності пошкоджених будівель. Систематизовано пошкодження будівельних конструкцій під час їх експлуатації та внаслідок позапроектних впливів, зокрема бойових дій. Проаналізовано відомі методи їх відновлення. Наведено сучасні підходи до обстеження будівель та споруд, актуальні класичні та новітні методи з відновлення будівельних конструкцій пошкоджених позапроектними впливами, у тому числі і бойовими діями. Як підсумок, представлено практичний досвід реалізації досліджених методів відновлення пошкоджених будівельних конструкцій.

У роботі [8] виконано аналіз та вдосконалення організаційно-технологічних рішень тимчасового підсилення конструкцій та ділянок аварійних будівель в період виконання аварійно-рятувальних робіт та надано рекомендації щодо вибору оптимального варіанту таких рішень. У статті [9] обґрунтовано перспективи збірно-монолітного будівництва для відновлення об'єктів в Україні. Робота [10] присвячена створенню цифрових скінченно-елементних моделей ресурсоощадних конструктивних елементів прискореного відновлення пошкоджених будівель із влаштуванням захисних споруд цивільного захисту для аналізу за допомогою комп'ютерних програмних комплексів їх напружено-деформованого стану із врахуванням сумісної роботи компонентів утворених композитних конструкцій.

**Постановка мети і завдань досліджень.** *Метою роботи* є аналіз пошкоджень внаслідок позапроектних впливів збірних залізобетонних перекриттів крупнопанельних безкаркасних будівель після позапроектних впливів з наступним викладенням рекомендацій підсилення шляхом утворення сталезалізобетонних нерозрізних конструкцій, що враховує як

характер пошкоджень, так і особливості організаційно-технологічних рішень відновлення будівель.

*Завданнями досліджень є:*

- опис архітектурно-конструктивних рішень об'єкту обстеження;
- проведення дослідження стану пошкоджених збірних залізобетонних перекриттів крупнопанельних безкаркасних будівель;
- розробка рекомендацій з відновлення експлуатаційної придатності пошкоджених будівельних конструкцій шляхом утворення сталезалізобетонних нерозрізних конструкцій. Рішення мають враховувати не лише ефективність відновлення, а й безпеку для людей, які працюють чи проживають на об'єктах, що підлягають відновленню.

**Методика досліджень.** Об'єктом досліджень є збірні залізобетонні перекриття безкаркасних крупнопанельних житлових будинків в м. Чернігів, які були пошкоджені внаслідок обстрілу при бойових діях. Фрагменти типового фасаду будинку до та після пошкоджень приведені на рис. 1. В об'ємно-планувальному рішенні розглядувані будинки 5 – 9-ти поверхові з підвалом та технічним поверхом, прямокутної форми в плані. Висота приміщень становить до 2,5 м. Із наявних даних встановлено, що житлові будинки побудовані у 1978 – 2005 роках. Всі конструктивні елементи збереглися з часів будівництва. В рамках дослідження було розглянуто 8 будинків з аналогічними характеристиками та конструктивною схемою.



Рис. 1. Фрагменти фасадів крупнопанельних житлових будинків у м. Чернігів до (а-б) та після пошкоджень (в-г)

За конструктивною схемою будівлі відносяться до безкаркасної крупнопанельної системи, в якій панелі зовнішніх і внутрішніх стін сприймають все навантаження, що діє на будівлю. Просторова жорсткість і стійкість цих будівель забезпечується взаємним зв'язком між панелями зовнішніх та внутрішніх стін і жорсткими дисками перекриттів та покриття. Фундаменти будівель пальові або збірні стрічкові із залізобетонних фундаментних плит та блоків. Зовнішні стіни виконані із збірних стінових тришарових панелей товщиною 300 – 350 мм. Внутрішні стіни – плоскі залізобетонні панелі товщиною 160 мм. Перекриття – збірні залізобетонні суцільні плити товщиною 150 – 160 мм з обпиранням по контуру. Покриття виконані із збірних залізобетонних плит. Сходи виконані зі збірних залізобетонних маршів та сходових площадок; ліфтові шахти збірні.

Інформація про технічний стан будинків, конструкцій, елементів, їх загальна характеристика та результати обстеження взяті зі звітів про виконання детального обстеження для оцінки технічного стану та придатності до подальшої експлуатації, які були виконані ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» у 2022 році.

*Методика обстежень* включала фотофіксацію та опис розташування й характеристики дефектів і ушкоджень. Технічний стан будинків визначався за результатами візуального та інструментального обстеження. При обстеженні зверталась увага на наявність наступних факторів, що виникли внаслідок механічних позапроектних впливів, які були спричинені влучанням снарядів безпосередньо в конструкцію перекриття або в несучі конструкції стін, після чого енергія від удару була передана від стіни до перекриття:

- механічні пошкодження/руйнування конструкцій внаслідок обстрілу;
- наявність, ширина розкриття, довжина і місце розташування тріщин;
- локальне руйнування ділянок конструкцій механічним шляхом;
- наявність місць протікання, висолів, ураження грибком;
- наявність слідів корозії бетонних елементів;
- деформації від силових впливів та перевантаження конструкцій;
- наявність тріщин та деформацій конструкцій;
- технічний стан покрівлі та системи водовідведення з даху;
- стан захисного шару в залізобетонних конструкціях;
- ступінь пошкодження арматури і закладних деталей корозією.

**Результати досліджень.** Під час візуальних обстежень виявлено повні руйнування панелей перекриття, тріщини на стику плит перекриття, розтріскування оздоблювального шару, наскрізні отвори у панелях перекриття, руйнування захисного шару бетону за оголенням та корозією арматури, тріщини та прогини в місцях примикання плит, тріщини в шві між плитами перекриття. Частина перекриттів зазнала температурних деформацій, які виникли внаслідок пожежі, спричиненої влучанням артилерійських снарядів. В окремих випадках виявлені розтріскування опоряджувального шару та кіптява (див. рис. 2).



Рис. 2. Дефекти та пошкодження збірних залізобетонних перекриттів:  
 а-б) розходження панелей та утворення тріщин у стиках панелей;  
 в-г) обвал плит перекриття з оголенням робочого армування;  
 д-е) утворення локальних наскрізних отворів в плитах

У рамках інструментального обстеження виконано випробування міцності бетону на нижній поверхні плит перекриття на стиск механічним неруйнівним методом пружного відскоку згідно з ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Використовувався молоток для випробувань бетону Schmidt типу С380 з енергією удару бойка 2,207 Нм та межею абсолютної похибки визначення величини відскоку  $\pm 1$  од. За результатами інструментального обстеження та визначення середньої міцності бетону на стиск (яка в середньому відповідала класу міцності на стиск С12/15), виконувався перевірочний розрахунок плити перекриття з подальшими рекомендаціями щодо відновлення цілісності.

За результатами обстеження у всіх аналізованих будівлях технічний стан конструкцій збірних залізобетонних перекриттів визначено як аварійний (стан 4) або непридатний до нормальної експлуатації (стан 3) згідно [1].

Подані на рисунку 2 типові фото пошкоджень позапроектними впливами показують особливості роботи збірного залізобетонного перекриття після позапроектних впливів та зміну його напружено-деформованого стану. При прямому влучанні збірні залізобетонні перекриття піддаються значним руйнуванням та виходять за граничні стани 1 групи, переходячи до категорії аварійних. При влучанні у несучі стіни або перегородки, які знаходяться у безпосередній близькості до перекриття або які несуть дане перекриття, збірні залізобетонні перекриття можуть виходити за граничні стани 2 групи, переходячи до категорії аварійних або не придатних до нормальної експлуатації.

Саме для збірних залізобетонних перекриттів, у яких порушено лише умову граничного стану 2 групи, доцільно розглянути прогресивний метод підсилення за допомогою сталевих прокатних елементів з влаштуванням додаткової монолітної залізобетонної плити з утворенням таким чином сталезалізобетонних конструкцій. Цей метод передбачає встановлення сталевих балок (двотаврів, швелерів або інших прокатних профілів) під існуючими залізобетонними плитами з подальшим бетонуванням поверху монолітної плити, яка об'єднує всі елементи в єдину несучу систему.

Сталезалізобетонні конструкції добре зарекомендували себе у світовій будівельній практиці завдяки низці суттєвих переваг. По-перше, вони характеризуються високою технологічністю влаштування, оскільки сталеві елементи легко монтуються, не потребуючи технологічного обладнання з великою вантажопід'ємністю, та дозволяють виконувати роботи з підсилення без повного розвантаження конструкції. По-друге, такі композитні системи забезпечують значну експлуатаційну несучу здатність завдяки ефективній спільній роботі сталі та бетону, де сталь сприймає розтягуючі зусилля, а бетон працює на стиск.

Досвід застосування сталезалізобетонних конструкцій як у цивільному, так і в промисловому будівництві свідчить про їх надійність, довговічність та економічну ефективність. У цивільному будівництві такі конструкції успішно використовуються при реконструкції житлових, адміністративних та громадських будівель, дозволяючи збільшити корисні навантаження на перекриття або змінити функціональне призначення приміщень. У промисловому будівництві сталезалізобетонні перекриття особливо актуальні для об'єктів зі значними технологічними навантаженнями, де потрібна висока несуча здатність та жорсткість конструкцій.

Крім того, використання сталезалізобетонних конструкцій для підсилення дозволяє мінімізувати додаткове навантаження на фундаменти та несучі стіни порівняно з традиційними методами підсилення, що особливо важливо для будівель з обмеженою несучою здатністю основ.

Під час виконання зазначеного методу підсилення сталеві балки встановлюються під існуючим перекриттям або вбудовуються в його товщу залежно від конструктивного рішення. Сталеві елементи надійно закріплюються до існуючих несучих конструкцій за допомогою анкерних болтів, зварювання закладних деталей або інших способів кріплення. Також встановлюються елементи зчеплення між сталевими балками та новим бетоном для забезпечення спільної роботи композитної конструкції. Це можуть бути приварені до верхніх полиць балок анкерні упори, гнучкі стрижні, штирі або спеціальні профільовані елементи. Елементи зчеплення є критично важливими для передачі зсувних зусиль на межі контакту сталі та бетону. Бетонування додаткової монолітної плити виконується за один прийом для забезпечення монолітності конструкції. Укладання бетонної суміші здійснюється з ретельним ущільненням за допомогою вібраторів для видалення повітряних порожнин та забезпечення щільного контакту з елементами зчеплення на сталевих балках.

**Висновки та рекомендації.** За результатами наукового аналізу стану будівель та споруд, що були пошкоджені внаслідок військових дій, на прикладі житлових крупнопанельних безкаркасних будівель у м. Чернігів із повним руйнуванням окремих стінових панелей та плит перекриття можна зробити висновок, що значний одночасний позапроектний вплив на безкаркасну крупнопанельну будівлю призводить до численних руйнувань несучих та огорожувальних конструкцій, ступінь та характер яких свідчить про небезпеку аварійного обвалення всієї будівлі. У даному випадку рекомендовано виконання невідкладних робіт щодо демонтажу (ліквідації) об'єкту, оскільки відновлення та капітальний ремонт є економічно недоцільним. У частині інших випадків обстежених житлових безкаркасних крупнопанельних будинків у м. Чернігів із локальними пошкодженнями плит перекриття чи розходженням стиків між ними під час влучань у стінові панелі, що передали в свою чергу енергію вибуху на плити перекриття, для відновлення експлуатаційної придатності і надійної та безпечної подальшої їх експлуатації рекомендовано виконати тимчасове підсилення аварійних ділянок перекриття шляхом встановлення тимчасових стійок з подальшим підсиленням збірних залізобетонних перекриттів, що зазнали значних пошкоджень, сталевими прокатними елементами з влаштуванням додаткової монолітної залізобетонної плити з утворенням таким чином сталезалізобетонних конструкцій, які добре зарекомендували себе за рахунок високої технологічності влаштування та значної експлуатаційної несучої здатності як в цивільному, так і в промисловому будівництві.

1. ДСТУ 9273:2024 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінювання їхнього технічного стану. Механічний опір та стійкість». - Київ, ДП "УкрНДЦ", 2024. - 78 с.

DSTU 9273:2024 «Nastanova shchodo obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia ta otsiniuvannia yikhnoho tekhnichnoho stanu. Mekhanichnyi opir ta stiikist». - Kyiv, DP "UkrNDS", 2024. - 78 s.

2. ДБН В.1.2-6:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість». - Київ: Мінрегіонбуд України, 2022. - 31 с.

DBN V.1.2-6:2021 «Osnovni vymohy do budivel i sporud. Mekhanichnyi opir ta stiikist». - Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2022. - 31 s.

3. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд». - Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. - 36 с.

DBN V.1.2-14:2018 «Zahalni pryncypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktivnoi bezpeky budivel i sporud». - Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2018. - 36 s.

4. «Методика проведення обстеження та оформлення його результатів». Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 06 серпня 2022 року № 144.

«Metodyka provedennia obstezhennia ta oformlennia yoho rezultativ». Nakaz Ministerstva rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy vid 06 serpnia 2022 roku № 144.

5. Hasenko A., Semko P., Usenko D., Ovsii D., Kudinova A., Padun Yu., Mishchenko R. (2025) Destrutions and strengthening of buildings and structures damaged as the result of non-design influences analysis: Monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2025. 122 p. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-621-8>

6. Табаркевич О., Сергійчук В., Табаркевич Н. (2023). Відновлення пошкоджених обстрілами житлових будинків Чернігівщини. Наука та будівництво. 37(3). URL: <https://doi.org/10.33644/2313-6679-3-2023-7>.

Tabarkevych, O., Serhiichuk, V., & Tabarkevych, N. (2023). Vidnovlennia poskodzhenykh obstrilamy zhytlovykh budynkiv Chernihivshchyny. Nauka & bud., 37(3).

7. Молодід О.С. (2025). Методи відновлення будівельних конструкцій, пошкоджених унаслідок позапроектних впливів: монографія. Київ: Ліра-К. 156с.

Molodid, O. S. (2025). Metody vidnovlennia budivelnykh konstruksii, poskodzhenykh vnaslidok pozaproiektnykh vplyviv: monohrafiia. Kyiv: Vydavnytstvo Lira-K. 156 p.

8. Григоровський А.П. (2022). Порівняльний аналіз та вибір варіанту організаційно-технологічних рішень процесу ліквідації наслідків аварійних руйнувань. Будівельне виробництво, 74, 17–24.

Hryhorovskiy, A. P. (2022). Porivnialnyi analiz ta vybir variantu orhanizatsiino-tekhnolohichnykh rishen protsesu likvidatsii naslidkiv avariinykh ruinuvan. Budivelnne vyrobnytstvo, 74, 17–24.

9. Почапський М.Д., Бутнік С.В., Помазан М.Д. (2022). Перспективи збірно-монолітного будівництва для відновлення об'єктів в Україні. Буд. вир-во, 74, 35–41.

Pochapskiy, M. D., Butnik, S. V., & Pomazan, M. D. (2022). Perspektyvy zbirno-monolitnoho budivnytstva dlia vidnovlennia obiektiv v Ukraini. Bud. vyr-vo, 74, 35–41.

10. Гасенко А.В., Семко П.О., Усенко Д., Овсій Д., Остапов І. (2025) Створення цифрових двійників ресурсоощадних конструктивних елементів прискороного відновлення пошкоджених будівель із влаштуванням захисних споруд цивільного захисту: монографія. Полтава: Астрая, 252 с. ISBN 978-617-8466-51-0.

Hasenko, A. V., Semko, P. O., Usenko, D., Ovsii, D., & Ostapov, I. (2025). Stvorennia tsyfrovyykh dviinykiv resursooshchadnykh konstruktivnykh elementiv pryskorenoho vidnovlennia poskodzhenykh budivel iz vlashtuvanniam zakhysnykh sporud tsyvilnoho zakhystu: monohrafiia. Poltava: Astraia. 252 p. ISBN 978-617-8466-51-0.

<b>Відомості про статтю:</b>		<b>Article information</b>	
Отримано	23.03.2026	Received	23.03.2026
Отримано у доопрацьованому вигляді	25.03.2026	Received in revised form	25.03.2026
Прийнято	15.04.2026	Accepted	15.04.2026
Опубліковано	31.05.2026	Published	31.05.2026

### **Політика відкритого доступу**

Політика відкритого доступу збірника передбачає безкоштовний та безперешкодний доступ до наукових матеріалів. Усі дані доступні в цифровій або графічній формі в основному тексті статті.

### **Open access policy**

The open access policy of the collection provides free and unhindered access to scientific materials. All data is available in digital or graphical form in the main text of the article.

### **Конфлікти інтересів**

Автори заявляють, що у них немає конфлікту інтересів щодо поточного дослідження, включаючи фінансовий, особистий, авторський чи будь-який інший, який міг би вплинути на дослідження, а також на результати, наведені в цьому документі.

### **Conflicts of Interest**

The authors declare that they have no conflict of interest regarding the current study, including financial, personal, authorial or any other that could be included in the study, as well as the results presented in this document.

### **Використання штучного інтелекту**

Автори підтверджують, що при створенні поточної роботи вони не використовували технології штучного інтелекту.

### **Use of Artificial Intelligence**

The authors confirm that they did not use artificial intelligence technologies in the creation of the current work.