

## Розділ 2

# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ДІАГНОСТИКА РОБОТИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

УДК 69024.001.5:725.4.699.841

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ВУЗЛІВ СПРЯЖЕННЯ ПОКРИТТЯ ТА ПАРАПЕТНИХ ПАНЕЛЕЙ ВЕЛИКОПАНЕЛЬНОЇ 55-КВАРТИРНОЇ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ У М. УЖГОРОДІ

**Й. Лучко, д. т. н.**

*ORCID ID: 0000-0002-3675-0503*

**М. Мазепа, ст. викладач**

*ORCID ID: 0009-0008-8102-2557*

*Львівський національний університет природокористування*

<https://doi.org/10.31734/architecture2023.24.020>

**Лучко Й., Мазепа М. Дослідження жорсткості вузлів спряження покриття та парпетних панелей великопанельної 55-квартирної житлової будівлі у м. Ужгороді**

Подано результати обстеження й дослідження та розробки рекомендацій із забезпечення жорсткості вузлів спряження покриття великопанельної 55-квартирної житлової будівлі у м. Ужгороді, блоки 4, 5, 6 на замовлення ВО «Закарпатзалізобетон». Сформульована проблема досліджень та відзначена їх актуальність. Проаналізовано останні дослідження і публікації з проблеми дослідження і посилення залізобетонних конструкцій при будівництві та за тривалої експлуатації. Наведено загальні відомості про будівництво великопанельної житлової будівлі та її конструктивне вирішення. Описано причини, що призвели до необхідності обстеження і посилення вузлів спряження, покриття та парпетних панелей. Зокрема подано дані обстеження, в яких відзначено низку помилок та недоліків зведення будівлі, таких як зміщення закладних деталей на парпетних панелях, які не відповідають місцю розташування на плитах покриття. Також на плитах покриття проектом серії 135 розділом 10–11–1–23 «елементи даху» не передбачені закладні деталі на верхній поверхні з укороченого кінця. Ці плити при монтажі потрібно встановлювати укороченим торцем на лотки і приварювати до нижніх закладних деталей. Зауважено порушення технології будівництва і перевищення допусків і відхилень від вимог нормативних документів послабило несучу здатність (жорсткість) покриття і стійкість будівлі. Ці помилки і недоліки можуть суттєво вплинути на загальну міцність споруди, яка запроєктована, зокрема на сейсмічні навантаження для району у сім балів. На підставі аналізу обстежень розроблені пропозиції і рекомендації з посилення вузлів спряження плит покриття та парпетних панелей з ліквідації виявлених недоліків. Також вказано на доцільність обстежень для відновлення несучої здатності будівлі загалом та відзначено наукову новизну і практичну значущість. На підставі аналізу досліджень сформульовані загальні висновки.

**Ключові слова:** залізобетонні конструкції, плити, панелі, вузли, спряження, дефекти, пошкодження.

**Luchko Y., Mazepa M. Studying the rigidity of the coupling nodes of covering plates and parapet panels of a large-panel 55-apartment residential building in Uzhhorod**

This work presents results of the survey and research, as well provides recommendations for ensuring the rigidity of the coupling nodes of the covering plates of a large-panel 55-apartment residential building in the city of Uzhhorod, blocks 4, 5, 6, commissioned by “Zakarpatalizobeton” Production Association. The research topic is formulated and its relevance is noted. An analysis of the latest studies and publications on the issues of strengthening the reinforced concrete structures during construction and long-term operation is presented. The article provides general information about the construction of the residential building, including its constructive solution. The authors noted the reasons that have forced the need for examination and strengthening of nodes, covering and parapet panels. In particular, the article presents the survey data showing a number of errors and shortcomings of the construction of the building, such as the displacement of embedded parts on the parapet panels that do not correspond to the location on the covering slabs. Additionally, the article points out that the embedded parts on the upper surface of the shortened end are not provided on the covering plates of the project of series 135, section 10-11-1-23 "roof elements". During installation, these plates should be installed with the shortened end on the trays and welded to the lower embedded parts. The article describes some other shortcomings resulting from the violation of construction technology and exceeding tolerances and deviations from the requirements enshrined in

regulatory documents that weakened the load-bearing capacity (stiffness) of the coating and the stability of the building. These errors and shortcomings can significantly affect the general strength of the structure, which is designed for seismic loads in the area of 7 points. Based on the survey data, proposals and recommendations were developed to strengthen the junctions of the covering slabs and parapet panels and to eliminate the identified deficiencies. The research proves the expediency of surveys to restore the load-bearing capacity of the building as a whole and notes the scientific novelty and practical significance of the study. Based on the analysis of research data, general conclusions are formulated.

**Key words:** reinforced concrete structures, slabs, panels, nodes, conjugation, defects, damage.

**Постановка проблеми.** Будівлі та споруди відіграють найважливішу роль у сучасному суспільстві та значно впливають на добробут життя. Будівлі та їх якість є об'єктивним показником розвитку економіки цивілізованих держав. Кожна будівля і споруда мають відповідати експлуатаційним властивостям протягом усього терміну їх технічно правильної експлуатації. Ця проблема особливо важлива для будівель і споруд та інженерних систем, які були зведені у 70–90-х роках ХХ ст., і сьогодні частина з них, унаслідок фізичного і морального зношення, стала непридатною, а в окремих випадках потенційно небезпечною для експлуатації. Також будівлі і споруди, будівництво яких у 80-х роках зупинили через фінансування та зміни виробничих технологій, зумовлюють проблему дослідження залишкового ресурсу несучої здатності їхніх конструкцій. Особливе занепокоєння викликає технічний стан великопанельних житлових будинків, зокрема тих, у будівництві яких були допущені помилки проектування і недоліки зведення та в яких закінчився проектний термін експлуатації й відбулося їх прискорене фізичне та моральне старіння. Тому дослідження і посилення залізобетонних конструкцій будівлі, які наведені в цій праці, та спостереження за ними протягом 36 років, актуальні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основа надійності та довговічності експлуатації будівель і споруд – попередження фізичного і морального зношення, а також усунення пошкоджень, які виникають під час експлуатації, що досягається використанням системи обстежень та запобіжними ремонтами. Аналіз науково-технічних джерел [1–7] дає підстави констатувати, що сформувався і отримав розвиток науковий напрям дослідження конструкцій будівель і споруд тривалої експлуатації, які зазнають агресивної дії повітряного, ґрунтового і водного середовищ на основі досліджень і застосування сучасних матеріалів і технологій. У праці [1] висвітлено основні конструкторсько-технологічні рішення посилення несучих залізобетонних конструкцій

бетоном і залізобетоном. Зокрема описано посилення таких конструкцій розвантажувальними елементами. Представлено також основні практичні способи розрахунку конструкцій, які необхідно посилювати. Обґрунтовано і розроблено рекомендації з посилення просядкових основ під будівлі і споруди та наведено приклади розрахунку з вказаної тематики. А у працях [2; 3] подано основні принципи технічної експлуатації і реконструкції та основи організації технічної експлуатації. Зокрема у [2] викладено основи організації технічної експлуатації конструкцій будівель і споруд, наведено основні принципові питання реконструкції міської забудови та доцільні рішення щодо реконструкції. Також описано методи модернізації будівель із врахуванням об'ємно-планувальних рішень і конструктивних особливостей та технічного стану. Розроблено рекомендації з ремонту та підсилення конструктивних елементів з використанням сучасних технологій і матеріалів. У праці [3] викладено основи організації технічної експлуатації будівель та інженерних споруд. У [4] ґрунтовно висвітлені методи обстеження, реконструкції будівель та споруд та посилення їх конструктивних елементів. Розглянуто практичні підходи до реконструкції, забудови різного призначення, що враховують реальний технічний стан, а також, за потреби, результати техніко-економічної доцільності переорієнтації. У [5] на основі результатів технічного обстеження виробничих і цивільних об'єктів узагальнено характерні ознаки і властивості деградації залізобетонних конструкцій. У ході обстеження виявлені значні пошкодження і дефекти, які пов'язані з тривалою експлуатацією в повітряному середовищі. Це помилки проектування, недоліки і дефекти, допущені при проектуванні і зведенні вказаних об'єктів. Йдеться про залізобетонні конструкції обертових печей цементного заводу в м. Миколаєві та корозійне руйнування естакади Придністровської ГЕС і руйнування конструкцій заводу «Три бетони» у м. Стрию та на багатьох об'єктах (понад 40), на яких автори

досліджували деградацію залізобетонних конструкцій. На підставі цих досліджень були встановлені основні помилки, допущені на стадії проєктування, дефекти і недоліки будівництва та недоліки тривалої експлуатації будівель і споруд. Також запропоновано сучасні технології і матеріали для ремонтно-відновлювальних робіт.

У праці [6] наведено результати дослідження мостів, збудовані в Україні після повеней 1998–2001 рр. та які піддалися тривалій експлуатації. Розглянуто реальні ситуації на прикладах залізобетонного балкового мосту через р. Тиса у м. Хусті, монолітного рамно-консольного, побудованого у 2000 р., попередньо зруйнованого під час повені в 1998 р. Наведено фрагмент карти проїзної частини цього мосту, на якій показано дефекти – тріщини, які з'явилися менш ніж через два роки експлуатації. Також процесі обстежень встановлено великий розкид міцності бетону при зведенні проїзної частини мосту і виявлено, що між деякими прогонами нема проєктного зазору між торцями балок, що може суттєво вплинути на напружено-деформований стан конструкцій. Подано й результати обстеження шести сталезалізобетонних мостів, побудованих після повені 1998 р. у Кобелецькій та Косівській полянах із різних (11,8 і 23,6 м) прогонів. Потрібно зауважити, що в цих сталезалізобетонних мостів, збудованих у 2000 р., кращий стан, ніж у згаданих раніше, але і в них зафіксовано тріщини.

Якщо на підставі наведених прикладів встановлено неякісне виконання робіт у період будівництва мостів, то в елементах конструкцій мостів тривалої експлуатації маємо природну деградацію фізико-механічних властивостей матеріалу. Ці дані підтверджено на прикладі обстеження шляхопроводу в м. Мукачеве, який експлуатується 30 років. Представлено схему зниження ресурсу споруди. Отже, в цій праці встановлені помилки проєктування, дефекти і недоліки будівництва залізобетонних (сталезалізобетонних) мостів і шляхопроводів тривалої експлуатації.

У праці [7] на підставі натурних обстежень встановлено основні проблеми деградації залізобетонних конструкцій будівель і споруд тривалої експлуатації, показано її актуальність. Автори наголосили на необхідності систематичного проведення технічної діагностики таких конструкцій. Зокрема на основі ґрунтового аналізу багатьох будівель і

споруд тривалої експлуатації встановлено, що вона суттєво впливає на експлуатаційний стан конструкцій. Проблеми деградації конструкцій зводяться до: помилок, допущених на стадії проєктування, дефектів і недоліків будівництва, недоліків експлуатації конструкцій будівель і споруд. На основі досліджень і ремонтних робіт зроблено відповідні висновки.

**Постановка завдання.** Наше завдання – на підставі аналізу науково-технічних джерел та натурних досліджень розробити пропозиції та рекомендації з посилення і відновлення вузлів спряження покриття й усунення помилок при зведенні будівлі.

**Виклад основного матеріалу.** Роботу виконували на замовлення ВО «Закарпатзалізобетон». Згідно з листом № 1177 від 29.05.1987 р. необхідно було виконати обстеження і розробити рекомендації із забезпечення жорсткості вузлів спряження покриття великопанельної 55-квартирної житлової будівлі у м. Ужгороді, вул. Перемоги, блоки 4, 5, 6. Основні причини, що призвели до необхідності обстеження і посилення, такі: відсутність належного контролю за якістю завезених на будову конструкцій; низький рівень виробничо-технічного контролю (ВТК) за виготовленням залізобетонних виробів; неточності у прив'язці закладних деталей конструкцій даху; порушення технології будівництва і перевищення допусків і відхилень від вимог нормативних документів, що послабило несучу здатність (жорсткість) покриття і стійкість будівлі. З огляду на це, потрібно обстежити й розробити рекомендації з посилення вузлів і конструкцій покриття житлового 55-квартирного будинку. На термін обстеження велись загальнобудівельні роботи і завершувався монтаж плит покриття (1987 р.).

**Конструктивне рішення будівлі.** Будинок будували за типовим проєктом серії 135 з укрупнених блок-елементів, розробленим КБ ім. А. А. Якушева на сейсмічні навантаження в 7 балів, комплексним відділом у м. Кишеневі. Прив'язку будинку виконав Закарпатський філіал Діпроміст. Конструктивна схема прийнята з широким кроком несучих поперечних стін 6,3 м, додатковим кроком 3,0 і 3,3 м. Перекриття спирається на всі

стіни, утворюючи з ними жорстку систему, яка сприймає всі вертикальні і горизонтальні навантаження. Проект розроблений для використання в районах зі сейсмічністю у сім балів.

**Натурні обстеження конструкцій покриття 55-квартирної житлової будівлі.** Обстеження розпочато 2 червня 1987 року. Основні результати обстеження та їх аналіз наведені в праці [8] та на рисунку і зводяться до такого:

1. Закладні деталі на зовнішніх парапетних плитах ЗПР-63-25-3-12, ЗПР 33-25-3, ЗПР 30-25-3 по осях Ас і Гс не відповідають місцю розташування на плитах покриття ПР55-33-3-1т, ПР55-30-3-1т, у результаті чого плити покриття неможливо приварити до зовнішніх стінових панелей.

2. На плитах покриття ПР-47-30-3-1т, ПТ-47-33-3-1т і ПР-43-33-3-1 проектом серії 135 розділом 10-11-1-23 «елементи даху» не передбачені закладні деталі на верхній поверхні з укороченого торця. Ці плити за монтажу потрібно встановлювати укороченим торцем на лотки і приварювати до нижніх закладних деталей. Монтаж цих плит у низці місць виконано невірно. Тут варто зауважити, що в проекті не наведено повного вирішення вузла, де відсутнє поперечне ребро в плитах покриття і його прив'язка Діпромiстом.

3. На зовнішніх парапетних панелях місце спирання плит покриття має нерівну поверхню, що утруднює й погіршує якість монтажу. На деяких плитах покриття ПР55-30-3-1т і ПР55-33-3-1т зміщені на 5–8 см і закладені деталі 23МК-7.

4. Лоток ЛТ63-16-4т в осях Бс–Вс, 1с–2с у місцях опирання на внутрішню стінову панель В416-11 має поперечно-наскрізну тріщину (середня опора). Плити покриття і середня опора в цьому вузлі зміщені на 10–15 см.

5. Монтаж плит покриття в осях Гс–Вс і «3–4» виконано з відхиленням (зміщенням) від проекту до 10–14 см. Таке зміщення є і в інших місцях покриття. Крім того, у вказаних осях плити ПР55.33.3-1т і ПР55-30.3-1т поміняли місцями. Усе це призвело до значного зміщення закладних деталей, що утруднює з'єднання монтажних вузлів за проектом і погіршує сумісну роботу конструкцій покриття на сейсмічні навантаження.

6. Плита покриття ПР55-30-3-1т, змонтованого в осях 1с–2с і Ас–Бс (блок 5), має тріщину (недопустиму за нормами) на поздовжніх ребрах, а також збита частина

поздовжнього ребра, поздовжня тріщина по всьому середньому ребру.

7. Проектний інститут не виконав прив'язки між такими елементами покриття: ЛТ63-16-4т, ПР55-33-3-1т, ПР35-30-3-1, ЗПР63-25-3-1, ЗПР33-25-3-ЗПР30-25-3, у результаті чого неможливо правильно виконати спряження вузлів.

8. Робота блокових конструкцій, які спираються на дві опори, принципово відрізняється від роботи таких конструкцій, що спираються на три опори. На житловому будинку в м. Ужгороді, вул. Перемоги, у блоці 6 лотки ЛТ63-16-4т встановлені на три опори за проектом. Однак у проекті (блок 6) на осі 2с ці лотки спираються на дві опори з одностороннім спиранням на них плит покриття ПР47-33-3-1т, ПР47-30-3-1т, які змонтовані на вказаному житловому будинку. Напевно, ці лотки змонтовані аналогічно і на інших п'ятиповерхових житлових будівлях у цій серії. Тому проектному інституту потрібно розібратись у цьому питанні, оскільки в цій серії на дев'ятиповерхових будівлях лотки, що спираються на дві опори, мають суттєву різницю в армуванні. Причому на дев'ятиповерхових будівлях холодна покрівля, що полегшує власну вагу покриття.

9. У деяких плитах покриття ПР55-30-3-1т, ПР55-33-3-1т в осях 1с–2с і Ас–Бс у блоці 5 є поперечні тріщини в поздовжніх ребрах без експлуатаційного навантаження.

10. В окремих плитах покриття є раковини, сколи, місцями оголена робоча поздовжня арматура.

11. В окремих місцях лоток ЛТ63-16-4т у вузлі спирання на внутрішню стінову панель В4-16-11 за висотою змонтовано нижче верхньої частини внутрішньої горючої панелі, у результаті чого крайнє ребро плити ПР55-30-1т при спиранні на лоток сколюється.

12. В окремих плитах покриття ПР55-30-3-1т, ПР55-33-3-1т відсутні закладні деталі на поздовжніх і поперечних ребрах.

13. На лотках (в окремих випадках) закладні деталі зміщені від проектного положення на 50–60 мм. Це спостерігається і в окремих плитах покриття.

14. На будівельному майданчику відсутній вхідний контроль за якістю залізобетонних конструкцій, що надходять.

15. З огляду на недоліки, вказані у плитах 3, 7, 8, 11, 12, технічний контроль випускної

продукції ВТК та лабораторії заводу «Будіндустрія» недостатній.

**Пропозиції і рекомендації.** За результатами обстеження і посилення вузлів плит покриття та парапетних панелей і робіт з усунення виявлених дефектів та недоліків можна сформулювати такі пропозиції:

1. При візуальному натурному обстеженні стану конструкцій покриття значних деформацій, тріщин або руйнувань не виявлено, за винятком плити ПР55-30-3-1т, розташованої в осях Бс–Вс і в 1с–2с у блоці 5 та лотка ЛТ63-16-4т в осях Бс–Вс з недопустимими наскрізними тріщинами. Лоток ЛТ63-16-4т на середній опорі, який перебуває в аварійному стані, слід посилити за запропонованим варіантом [8]. Пливу покриття ПР55-30-1т, яка перебуває в аварійному стані, демонтувати і встановити нову, яка відповідатиме вимогам норм.

2. Проектному інституту слід виконати прив'язку закладних деталей з'єднання зовнішніх парапетних панелей ЗПР63-25-1,2 і ЗПР33-25-3, ЗПР30-25-3 з плитами покриття

ПР55-33-3-1, ПР55-30-1т, а також з'єднати плити покриття ПР55-33-3-1т, ПР55-30-1т з лотками ЛТ63-16-4т (закладна деталь лотка плити покриття); уточнити і (розробити) вузол з'єднання укорочених плит покриття, де відсутнє поперечне ребро жорсткості (з'єднання вузла, зароблення стику, міцність з'єднання).

3. Проектному інституту слід перевірити несучу здатність лотків ЛТ63-16-4т, установлених по осі 2с на п'ятиповерховій блок-секції УБЕ-1. Виконати прив'язку цих лотків за умови, що їх робота (конструктивна схема розрахунку) відрізняється від лотків, встановлених на три опори, а також розробити проектне посилення (за потреби) лотків ЛТ63-16-4т по осі 2с у змонтованих п'ятиповерхових житлових будівлях цієї серії у м. Ужгороді, доцільно доручити Ужгородському філіалу Діпромист.

4. З'єднати плити покриття з парапетними панелями (вузол між поперечними осями) згідно з розробленим варіантом посилення, наведеного на рис. та в праці [8].

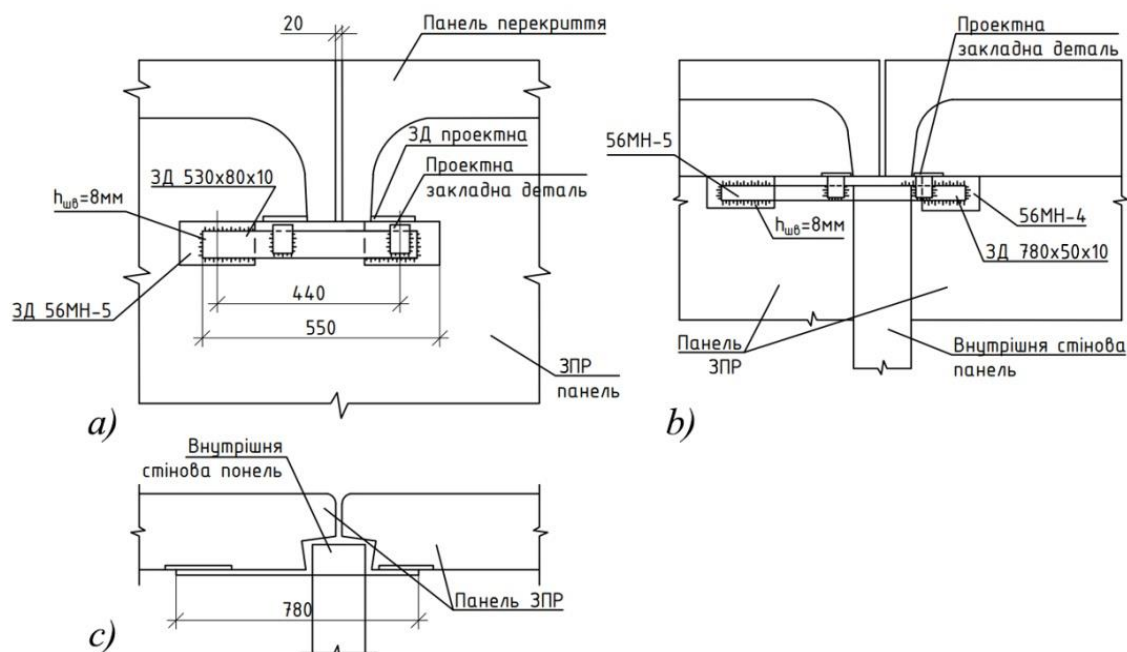


Рис. З'єднання плит покриття зі зовнішніми парапетними панелями – а; з'єднання плит покриття з парапетними панелями в місцях примикання внутрішніх стінових панелей – б, с

5. Плити покриття з парапетними панелями в місцях примикання внутрішніх стінових панелей (по цифрових осях) з'єднати за запропонованим варіантом, наведеним на рис. та в праці [8].

6. У тих місцях, де спряження вузлів

виконано на металевих пластинах (прутках) криволінійного обрису або по діагоналі під кутом, який відрізняється від прямокутного, їх потрібно виконати за проектним або запропонованим варіантом (див. рис.).

7. Ліквідувати недоліки (зміщення плит) монтажу плит покриття в осях Гс–Рс і Зс–4с, а також встановити за проектом панелі, поміняти місцями ПР55-33-3-1т і ПР55-30-3-1т.

8. Підвищити рівень технічного контролю ВТК «Будіндустрії» з ліквідації недоліків залізобетонних конструкцій, вказаних у пунктах 3, 7, 8, 11, 12 розділу (раковини, сколи, оголена робоча арматура, різні тріщини, відповідність фактичних розмірів конструкцій проектним, проектне розташування закладних деталей тощо).

9. На будівельному майданчику організувати постійний вхідний контроль за якістю збірних залізобетонних конструкцій.

**Наукова новизна і практична значущість.** На основі аналізу науково-технічних джерел та натурних обстежень і теоретичних досліджень розроблено методику посилення для забезпечення жорсткості вузлів спряження залізобетонних плит і лотків покриття та парапетних панелей. Зокрема відновлено несучу здатність покриття, яке було порушене під час допущених помилок проектування та зведення будівлі.

На підставі експериментально-теоретичних досліджень та натурних обстежень були розроблені рекомендації з відновлення жорсткості вузлів спряження плит покриття і парапетних панелей та несучої здатності і міцності покриття будинку загалом. Також відпрацьована методика ремонтно-відновлюваних робіт із застосуванням сучасних матеріалів і технологій.

### Висновки

1. На підставі аналізу науково-технічних джерел та натурних обстежень залізобетонних конструкцій покриття 55-квартирного житлового будинку, який зводився, були встановлені причини, які призвели до необхідності обстеження несучої здатності покриття, зокрема вузлів спряження плит покриття і парапетних панелей та неправильно змонтованих лотків покриття й інших недоліків зведення і помилок проектування. Це такі причини, як незадовільний технічний контроль ВТК і заводської лабораторії, відсутність вхідного контролю за якістю залізобетонних конструкцій; неточності в оснастці для виготовлення залізобетонних конструкцій великопанельного домобудівництва і перевищення допусків і відхилень, встановлених вимогами норм. Ці порушення й понизили

несучу здатність покриття загалом і спряження вузлів житлової 55-квартирної будівлі.

2. Розроблені рекомендації із забезпечення безпечної роботи вузлів спряження плит покриття та парапетних панелей і відновлення несучої здатності лотків покриття, зокрема для усунення помилок на стадії проектування та недоліків, допущених на стадії зведення 55-квартирної житлової будівлі.

3. На основі натурних обстежень були виявлені помилки на стадії проектування, дефекти і недоліки будівництва, які зводяться до такого: на плитах покриття проектом серії 135 розділом 10-2-1-23 «елементи даху» не передбачені закладні деталі на верхній поверхні з укороченого торця. Ці плити при монтажі потрібно встановлювати укороченим торцем на лотки і приварювати їх до нижніх закладних деталей, і монтаж цих плит у низці випадків виконано невірно. Також варто зауважити, що в проєкті не наведено повного вирішення вузла, де відсутнє поперечне ребро в плитах покриття і його прив'язка.

4. На зовнішніх парапетних панелях місце спирання плит покриття має нерівну поверхню, що утруднює якість монтажу. На цих плитах, які вказані в обстеженні, зміщені закладні деталі на 5–8 см. Також лоток в осях Бс–Вс і 1с–2с у місцях спирання на внутрішню стінову панель В4-16-11 має наскрізну тріщину. Плити покриття і середня опора в цьому вузлі зміщені на 10–15 см. Закладні деталі на зовнішніх парапетних панелях в Ас і Гс не відповідають місцю розташування на плитах покриття, у результаті чого плити покриття неможливо приварити до зовнішніх стінових панелей.

5. Сьогодні посилені відповідно до розроблених рекомендацій вузли їх спряження перебувають у задовільному стані й потребують подальших спостережень та періодичних обстежень. Також при виявленні пошкоджень і дефектів слід відновити їх згідно з окресленими пропозиціями, застосовуючи сучасні матеріали і технології.

### Бібліографічний список

1. Усиление несущих железобетонных конструкций производственных зданий и просадочных оснований / А. Б. Гольшев и др. Киев: Логос, 2004. 219 с.
2. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель: навч. посіб. / А. І. Гавриляк та ін.; за ред. А. І. Гавриляка. Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2006. 540 с.

3. Гавриляк А. І. Основи технічної експлуатації будівель та інженерних систем: навч. посібник. Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2009. 292 с.

4. Основи реконструкції будівель і споруд: навч. посіб. / І. Г. Іваник та ін.; за ред. І. Іваника. Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2010. 276 с.

5. Лучко Й. Й. Основні фактори середовища, які впливають на деградацію транспортних споруд із залізобетонних і металевих гофрованих конструкцій. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XXII Міжнар. наук.-практ. форуму, 5–7 жовт. 2021 р.: у 2 т.* Львів: ННБК «АТБ», 2021. Т. 2. С. 203–206.

6. Лучко Й. Й., Кархут І. І., Кравець І. Б.

Дослідження збудованих мостів, які були зруйновані повеннями на Україні в 1998 і 2001 роках та тривалій експлуатації. *Мости і тунелі: Теорія, дослідження, практика: зб. наук. праць.* Дніпро, 2021. Вип. 20. С. 26–38.

7. Luchko Y., Nazarevich B., Kovalchuk V. Degradating concrete and reinforced building structures and long-term structures. *Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.* Odessa: OSACEA, 2022. No 86. P. 35–46.

8. Отчет по теме «Рекомендации по обеспечению жёсткости узлов сопряжения покрытия крупнопанельного 55-квартирного жилого дома в г. Ужгороде по ул. Победы, блоки 4, 5, 6». Львов: ФМИ им. Г. В. Карпенка АН УССР, 1987. 9 с.

*Стаття надійшла 11.08.2023*