

Й. Й. Лучко
І. І. Кархут
М. В. Мазепа

ВІДНОВЛЕННЯ ОПОРНИХ ЧАСТИН ЗОВНІШНІХ СТІНОВИХ ПАНЕЛЕЙ СЕРІЇ ПС-04-2 З ВРАХУВАННЯМ СЕЙСМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ РАЙОНУ 7 БАЛІВ

Львівський національний університет природокористування

У даній роботі представлено результати дослідження міцності вузлів спряження зовнішніх стінових панелей і колон та ригелів і колон серії ПС-03-02, яка використана при зведенні корпусу біологічного факультету Ужгородського державного університету у м. Ужгороді. Наведено дані обстеження і дослідження, та розробку рекомендацій, які виконувались співробітниками Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАНУ на замовлення ВО «Закарпатзалізобетон» від 19.07.1991 року. У роботі описано основні відомості про будівлю, її проектування і будівництво. Встановлені основні причини, які спонукали необхідність дослідження і розробки рекомендацій для підсилення вузлів спряження панелей і колон та ригелів і колон, підсилення їх коротких консолей та опорних ніш панелей. Також, наведені дані про виявлені помилки при проектуванні, недоліки і дефекти при будівництві та виготовленні і транспортуванні залізобетонних конструкцій. Зокрема, суттєво завищена власна вага панелей і простінків до 25%; у деяких панелях закладні деталі втоплені в бетон і мають відхилення від проектного положення; також у деяких панелях спостерігається відхилення до 20-30 мм від площинності; гнізда для спирання панелей на консолі колон встановлені під різним кутом до площини панелі; коливання розмірів між осями колон у деяких місцях вище норми до 50-70 мм; недоброякісне армування панелей у місцях обпирання опорних частин панелей на коротку консоль колони та інше. Виконано перевірочний розрахунок опорного столика підсилення консолей колон і опорних частин панелей. На основі натурного обстеження і розрахунків були розроблені відповідні рекомендації для підсилення вузлів спряження зовнішніх стінових панелей з колонами та ригелів з колонами, а саме: усунення виявлених недоліків і дефектів, забезпечення несучої здатності коротких консолей серії ПС-04-02 на сейсмічні навантаження для району будівництва 7 балів.

Ключові слова: стіни, панелі, колони, консолі, спряження, вузли, підсилення, обстеження.

Вступ

Проблема та актуальність. На сьогоднішній день сучасні будівлі та споруди відіграють найважливішу роль для суспільства будь-якої країни і суттєво впливають на життя людей. Кількість і якість сучасних зведених будівель і споруд є об'єктивним показником розвитку економіки держави, її науки, культури, виробництва та добробуту народу. Кожна будівля і споруда має відповідати певним експлуатаційним показникам, які повинні зберігатися протягом всього терміну служби, в т. ч. завдяки технічно-правильній експлуатації. Важливість цієї проблеми пов'язана насамперед із технічним станом будівель і споруд та інженерних систем, які здебільшого були зведені у 70–90 роках і сьогодні перебувають у переважно задовільному технічному стані. Однак, частина із них внаслідок фізичного зношення стали непридатними, а в окремих випадках, потенційно небезпечними для подальшої їх експлуатації. Також наявність достатньо значної кількості будівель і споруд, будівництво яких було зупинено у 80-х роках, зокрема, з причин фінансування та зміни виробничих технологій, ставить на перший план проблему дослідження залишкового ресурсу будівель, несучої здатності їх конструкцій та можливого перепрофілювання. Особливе занепокоєння викликає технічний стан великопанельних житлових будинків, в яких закінчується проектний термін експлуатації за останні 25–30 років і відбулося їх прискорене фізичне і моральне старіння. Також потрібно звернути особливу увагу на однієї із найважливіших проблем – житловій. Зокрема, із 10,4 млн. будівель житлового фонду країни, 4,7 тис. – аварійних, а 36 тис. віднесено до категорії старих, не придатних для подальшої експлуатації і кожна третя будівля потребує капітального або поточного ремонту.

Для покращення технічного стану будівель і споруд було розроблено і прийнято державними органами України відповідні постанови. Зокрема, відповідно до ст. 11 Закону України Про архітектурну діяльність (687-14) та постанови Кабінету Міністрів України від 11 липня 2007 року №903 затверджено порядок здійснення технічного нагляду під час будівництва об'єкта архітектури. Ці постанови значно вплинули на якість будівництва та дотримання правильної експлуатації будівель і споруд тривалої експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основою надійності і довговічності будівель і споруд є попередження фізичного зношення, а також усунення дефектів і пошкоджень, які виникають при експлуатації, що досягається застосуванням системи обстежень та планово запобіжними ремонтами. Критичний аналіз науково-технічних джерел [1–6] дає підставу стверджувати, що в останні три

десятиріччя сформувався і дістав розвиток науковий напрямок досліджень конструкцій будівель і споруд тривалої експлуатації, які зазнають агресивної дії повітряного, ґрунтового і водного середовищ та на підставі досліджень розробки обґрунтованих рекомендацій з їх ремонту із застосуванням сучасних технологій і матеріалів.

Розглянемо деякі із них: у роботах [1,2] описано технічну експлуатацію і реконструкцію та основи організації технічної експлуатації. Зокрема, у роботі [1] викладено основи організації технічної експлуатації будівель і споруд, розглянуто питання реконструкції міської забудови і найбільш доцільні рішення щодо реконструкції. Також описана модернізація будівель із врахуванням їх об'ємно-планувальних рішень та конструктивних особливостей і технічного стану. Наведено рекомендації з ремонту та підсилення конструктивних елементів з використанням сучасних матеріалів і технологій. У роботі [2] викладено основи організації технічної експлуатації будівель та інженерних споруд. Наведено перспективи та особливості технічної експлуатації та доцільність рішень по її організації.

У роботі [3] ґрунтовно висвітлені питання обстеження, реконструкція будівель та споруд і підсилення їх конструктивних елементів. Розглянуто практичні підходи до реконструкції та забудови різного призначення, що враховують реальний технічний стан, а також, за необхідності, результати техніко-економічної доцільності переорієнтації (перепрофілювання).

Зокрема, у роботі [4] на підставі 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 із тривалою експлуатацією у повітряному середовищі, помилки, недоліки і дефекти, які були допущені при проектуванні і зведенні вказаних об'єктів. Це залізобетонні конструкції обертових печей цементного заводу у м. Миколаєві та корозійне руйнування естакади Придністровської ГЕС, руйнування конструкцій заводу «Три бетони» у м. Стрий, руйнування конструкцій паркінгу гірськолижного курорту «Буковель» та руйнування залізобетонних конструкцій басейну готелю «Прикарпаття» у м. Трускавець. Розглянуто більше 40 об'єктів, на яких автори досліджували деградацію залізобетонних конструкцій. На основі цих досліджень були встановлені основні помилки, допущені на стадії проектування, дефекти і недоліки будівництва та недоліки тривалої експлуатації будівель і споруд. Також запропоновано сучасні технології і матеріали для ремонтно-відновлюваних робіт.

У роботі [5] наведено результати роботи мостів, які були збудовані в Україні після повеней 1998-2001 рр. та тривалої експлуатації. Розглянуто реальні ситуації на прикладах залізобетонного балкового мосту через р. Тиса у м. Хуст, монолітного рамно-консольного мосту, побудованого у 2000 р. на місці попереднього, 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 2 роки експлуатації. Також обстеженнями встановлено великий розкид міцності бетону при зведенні проїзної частини мосту і виявлено, що між деякими прогонами відсутній проектний зазор між торцями балок, що може суттєво вплинути на напружено-деформований стан конструкцій. Було також обстежено шість сталевих залізобетонних мостів, побудованих після повені 1998 р. у селах Кобелецька Поляна та Косівська Поляна із різною довжиною (11,8 і 23,6 м) прольотів. На рисунках показано влаштування проїзної частини мостів у період будівництва та їх випробування на статичні і динамічні навантаження. Потрібно зазначити, що в цих сталевих залізобетонних мостів, збудованих у 2000 р., кращий стан ніж у згаданих раніше, але і у них зафіксовано тріщини. Якщо наведені приклади свідчать про неякісне виконання робіт у період будівництва мостів, то в елементах конструкцій мостів тривалої експлуатації маємо природну деградацію фізико-механічних властивостей матеріалу. Ці дані підтверджуються на прикладі обстеження шляхопроводу в м. Мукачєво, який експлуатується 30 років. Представлено схему зниження ресурсу споруди (мосту). Отже, в цій роботі встановлені помилки проектування, дефекти і недоліки будівництва залізобетонних (сталевих залізобетонних) мостів і шляхопроводів тривалої експлуатації.

У роботі [6] на основі виконаних натурних досліджень сформульовано проблеми деградації бетонних і залізобетонних конструкцій будівель і споруд тривалої експлуатації та відзначено її актуальність. Авторами проаналізовано низку робіт із вказаної проблеми. Зокрема, описано результати технічної діагностики багатьох будівель і споруд, як новозбудованих так і тривалої експлуатації. Відзначено необхідність періодичного проведення технічної діагностики для виявлення помилок на стадії проектування, дефектів та недоліків будівництва та недоліків експлуатації будівель і споруд. Також, використовуючи сучасні технології та матеріали, автори визначили переваги застосування їх для ремонтно-відновлювальних робіт бетонних і залізобетонних конструкцій на ряді об'єктів тривалої експлуатації.

Мета. Метою роботи є на основі аналізу науково-технічних джерел та натурних досліджень розробити рекомендації з підсилення вузлів спряження стінових панелей і колон та усунення виявлених дефектів і пошкоджень для забезпечення несучої здатності залізобетонних конструкцій на сейсмічне навантаження у районі 7 балів.

Основні результати дослідження

Загальні відомості. Робота виконувалась на замовлення ПЗсБУ, лист №1518 від 12 грудня 1991 р. Згідно з програмою робіт, необхідно виконати обстеження гнізд зовнішніх стінових панелей і вузлів спряження їх з короткими консолями колон серії ПС-04-2 у будівлі біологічного факультету Ужгородського державного університету у місті Ужгород. Відзначено відсутність вхідного контролю за якістю конструкцій, що поступали на будівельний майданчик (в тому числі зовнішніх стінових панелей і простінків), низький технічний контроль ВТК і заводської лабораторії за виготовленням залізобетонних виробів, неточності у оснастці для виготовлення зовнішніх стінових панелей і простінків (збільшення їх власної ваги, не проектні гнізда для обпирання панелей та ін.). Порушення технології будівництва і перевищення допусків і відхилень вимогам норм знизили несучу здатність та жорсткість корпусу і вузлів спряження зовнішніх стінових панелей будівлі в цілому.

У зв'язку з цим необхідно було виконати обстеження і розробити рекомендації з підсилення вузлів спряження зовнішніх стінових панелей і коротких консолей колон, приведення гнізд у відповідність до проектних вимог. На час дослідження виконувались загально будівельні роботи, закінчувався монтаж колон, ригелів і плит перекриття і розпочався монтаж зовнішніх стінових панелей в осях 1-Р-А (3₂).

Конструктивне рішення. Типові конструкції серії ПС-04-2 розроблені ТБЛІЗНДІЕП при участі КиївЗНДІЕП і НДІБіЗ. Проект корпусу біологічного факультету УжДУ виконано Українською філією проектного інституту ДІПРОВУЗ у 1989 р. Конструктивна схема прийнята рамною з сіткою колон 6х6 м і додатковою 3х6 м, жорсткими стилями колон з ригелями, на які обпираються плити перекриття та утворюють жорстку систему, що сприймає усі вертикальні і горизонтальні навантаження. Форма будівлі в плані наведена на рисунку у роботі [7, 8]. Проект розроблений для використання в районах із сейсмічністю 7 балів.

Натурні обстеження і дослідження. Обстеження розпочато 10.12.1991 р. При обстеженні встановлено наступне:

1. Суттєво завищена власна вага зовнішніх стінових панелей і простінків порівняно з проектом (до 25%).

2. Закладні деталі в панелях встановлені, в основному, за проектом. Однак, в окремих панелях закладні втоплені в бетон і мають відхилення від проектного положення, що перевищують допуски.

3. Геометричні розміри зовнішніх стінових панелей і простінків за рідкісним виключенням знаходяться у допустимих межах. Однак, у деяких панелях спостерігаються відхилення до 20–30 мм від площини.

4. Гнізда (ніші) у стінових панелях для обпирання на короткі консолі колон встановлені під різним кутом до площини панелі. Розміри глибини, довжини і ширини ніші (гнізда) практично у всіх панелей не відповідають проекту.

5. У результаті застосування неякісної оснастки (форм) для виготовлення зовнішніх стінових панелей серії ПС-04-2 у деяких з них при виготовленні утворились волосяні похилі тріщини в місцях їх обпирання на короткі консолі колон, а також раковини, сколи бетону. Ремонт таких панелей як на заводі так і на будмайданчику не ефективний. Недосконалість форм і вкладок для гнізд є причинами недоліків (дефектів), зазначених у пункті 4.

6. Потрібно відзначити, що на якість монтажу зовнішніх стінових панелей впливають і допущені неточності (відзначені також у роботі [7]) та дефекти, такі як відхилення колон від вертикалі, не площинність суміжних колон, різні відмітки оголовків колон (± 30 –40 мм). У силу вказаних недоліків лінії розрізки фасаду не строго вертикальні і горизонтальні.

7. Відхилення розмірів між осями колон від проектних у окремих місцях (як відзначалось у першому звіті [7]) перевищують вимоги норм (до 50–60 мм).

8. Перед монтажем стінових панелей практично в усі стики (консолі) не вкрито цементний розчин М100 відповідно до проекту.

9. У силу недоліків вказаних у пунктах 6 і 7 площа обпирання зовнішніх стінових панелей на короткі консолі колон значно менша проектної (у деяких випадках у два рази). В той же час, як вказано у пункті 1, власна вага стінових панелей і простінків збільшена до 25%. Поєднання цих двох факторів призвело до появи значної концентрації напружень в опорних перерізах. Суттєво послаблено міцність вузла спряження панелі і короткої консолі колони. Слід вказати, що збільшення маси конструкції і зменшення площі їх обпирання у сейсмічних районах будівництва не допускається.

10. На наш погляд, типове армування панелі у місці обпирання опорної частини її на коротку консоль є недосконале. Відсутнє армування на місцеве зминання у гніздах (нішах) панелі, та, як вказано у п. 9, напруження у цих місцях суттєво перевищують розрахункові (у низці випадків). Як відзначалось у попередньому заключенні [7], недосконалість армування і конструкції вузла консоль-колони

призвели до зняття конструкції цієї серії з виробництва). Даний об'єкт виконувався з конструкцій цієї серії, як завершення другої черги. Розробка пропозицій і рекомендацій з відновлення міцності на місцеве зминання та проектних розмірів гнізда обпирання зовнішніх стінових панелей на консолі колон, збір навантаження наведено в роботі [7]. Фактична поперечна сила, що діє на консоль, становить $Q=7,814$ т.

Перевірка міцності опорної частини панелів на місцеве зминання. При розрахунку на місцеве стискання (зминання) елементів без армування повинна задовольнятися умова:

$$N \leq \psi f_{c,prizm,loc} A_{loc1}, \quad (1)$$

де: N – поздовжня стискаюча сила від місцевого навантаження; A_{loc1} – площа зминання, ψ – коефіцієнт, прийнятний рівним для важкого бетону на пористих заповнювачах 0,75; $f_{c,prizm,loc}$ – розрахунковий опір бетону на зминання, що визначається за залежністю:

$$f_{c,prizm,loc} = \alpha \psi_b f_{c,prizm}, \quad (2)$$

де: $\psi_b = \sqrt[3]{A_{loc2}/A_{loc1}}$, але не більше 1,5 для нашої схеми прикладання навантаження (рис. 2) і бетону на пористих заповнювачах проектної марки М100; $f_{c,prizm}$ – призмova міцність бетону; α – коефіцієнт умов роботи прийнято рівним 0,9, як для бетонних конструкцій; $f_{c,prizm} = 6,0$ МПа для бетону марки 100.

Площа зминання згідно СНиП 2.03.01–84 (чинний на час обстеження) для нашого випадку обпирання $A_{loc2} = A_{loc1}$. Довжина обпирання на консоль $l_c=130$ мм, $b=200-50=150$ мм, $A_{loc1} = 130 \times 15,0 = 195$ см². Тоді коефіцієнт $\psi_b = \sqrt[3]{195/195} = \sqrt[3]{1} = 1$; фактично місцева поздовжня стискаюча сила буде:

$$N_\phi = 7814 : 2 = 3907 \text{ кг} = 3,9 \text{ т.}$$

Розрахунковий опір бетону на зминання:

$$f_{c,prizm} = 1,0 \cdot 6,0 \cdot 0,9 = 5,4 \text{ МПа.}$$

Розрахункова поздовжня сила, яку може сприйняти опорна частина панелі при заданих її характеристиках міцності і геометричних параметрах (фактичні навантаження з врахуванням коефіцієнтів за навантаженнями) становить:

$$N_p = \psi f_{c,prizm,loc} A_{loc1} = 0,75 \cdot 0,54 \cdot 195 = 7,89 \text{ т.}$$

Отже

$$N_p = 7,89 \text{ т} \gg N_\phi = 3,9 \text{ т.}$$

За результатами перевірки міцності опорної частини панелі та викладеного вище можна зробити висновок, що міцність опорної частини панелі на місцевий стиск (зминання) забезпечена.

Конструкція та деталі вузла підсилення (панель-консоль колони) показано на рис. 1, а конструкція підсилення вузла спряження показана на рис. 2.

Варіанти підсилення опорної частини панелі і відновлення її проектних розмірів:

1. У залежності від конкретного дефекту опорної частини панелей, неточності монтажу і т. п., потрібно прийняти один із варіантів відновлення міцності опорної частини панелей і її проектних розмірів, вказаних у п. 2–5, або їх поєднання, дотримуючись при цьому технологій виконання робіт і рекомендацій, наведених у відповідних розділах.

2. Варіант 1 – після вирубування частини бетону ніші (за необхідності), виконати його омолодження – зняти верхню кромку і заробити цементним розчином М100, встановивши при цьому Г-подібну сітку (рис. 2) для відновлення проектних розмірів. Плоску сітку можна встановити тільки у місці обпирання панелі та консоль колони, якщо бокові грані не мають дефектів і розміри відповідають проектним.

3. Варіант 2 – після вирубування частини бетону та його омолодження потинькувати нішу цементно-піщаним розчином 100 до проектних розмірів, встановивши при цьому тонкий металевий лист зі спеціальними анкерами відповідно до конфігурації ніші. Допускається приклеювання сталевго листа. Технологію виконання див. п. 4 варіанту 2 даного розділу.

4. При значному порушенні опорної частини панелі лист можна додатково приварити до опорного столика (рис. 2). Панель встановити на тонкий шар цементно-піщаного розчину М100.

5. Якщо довжина обпирання панелі менша за проектний розмір через неточності монтажу колони і панелей, то до опорного столика консолі колони необхідно приварити металевий лист з ребром жорсткості і омонолітити його з колоною, збільшивши таким чином ширину консолі.

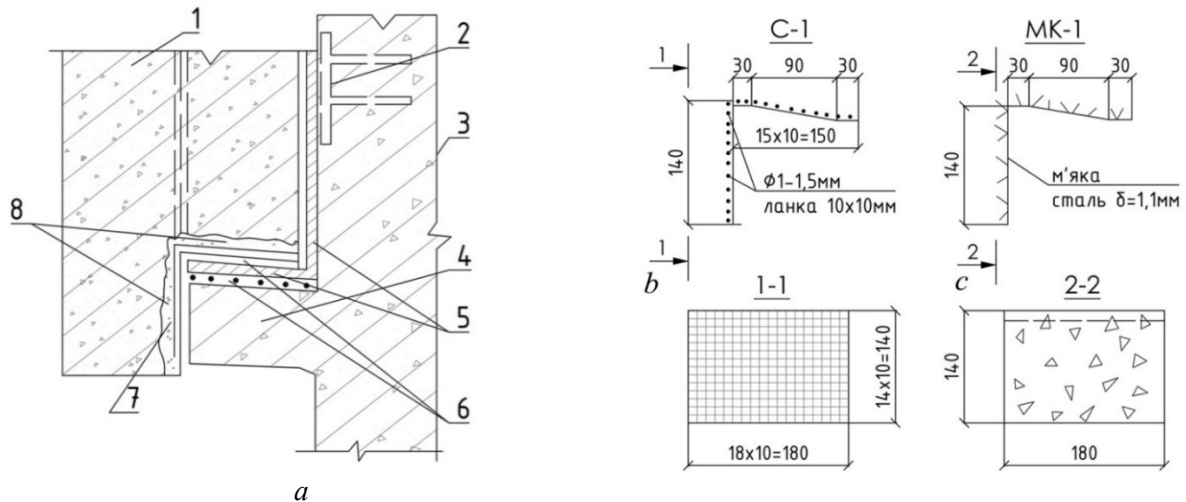


Рисунок 1 – Конструкція та деталі вузла підсилення «панель – консоль колони».

a – переріз панелі на віддалі 100 мм від грані колони; *b* – конструкція сітки С-1; *c* – закладна деталь МК-1.
Позначення: 1 – панель; 2 – МК-16, МК-17, МК-12..15; 3 – колона; 4 – консоль колони; 5 – металевий столик підсилення консолі колони; 6 – цементно-піщаний розчин М100; 7 – сітка С-1 або МК-1; 8 – цементно-піщаний розчин М150.

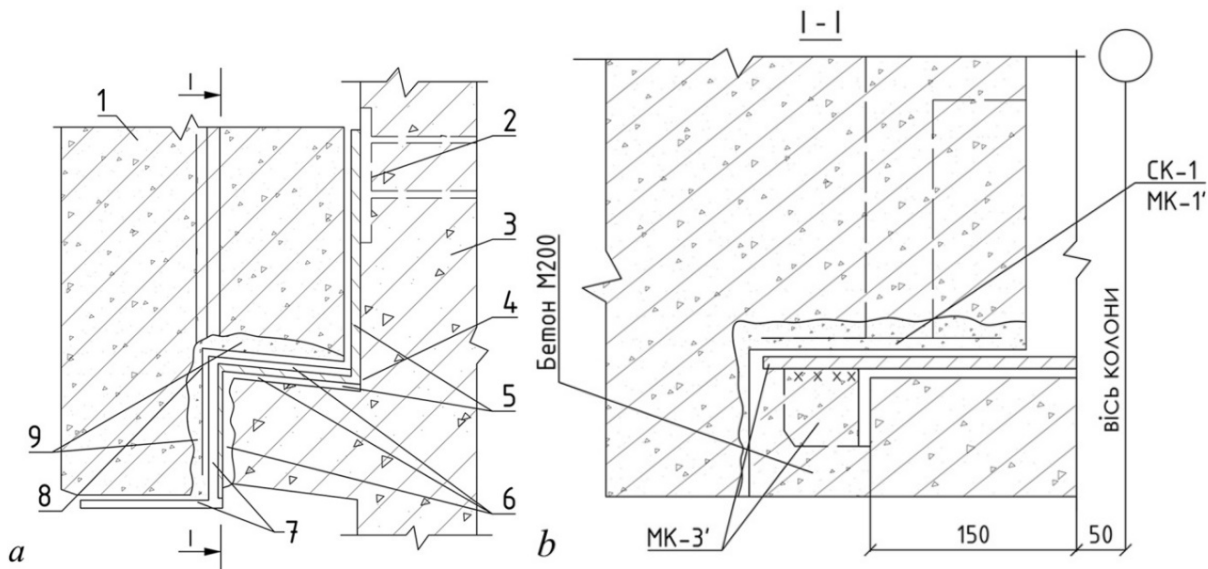


Рисунок 2 – Конструкція вузла спряження: *a* – переріз панелі на віддалі 100 мм від грані колони; *b* – переріз 1 – 1.

Позначення: 1 – панель; 2 – МК-16, МК-17, МК-12..15; 3 – колона; 4 – консоль колони; 5 – металевий столик підсилення консолі колони; 6 – цементно-піщаний розчин М100; 7 – МК-2; 8 – сітка С-1 або МК-1; 9 – цементно-піщаний розчин М150.

Технологія і послідовність виконання робіт при усуненні дефекту за варіантом 1.

1. Панель встановити в горизонтальному положенні на підкладку виконану з панелей перекриття так, щоб гнізда-ніші були зверху (для зручності виконання робіт).

2. Вирубати (зубилом) або іншим інструментом гніздо-нішу до проектних розмірів глибини, ширини, довжини з допуском +10 мм. У тих випадках, коли будь-який розмір ніші-гнізда більше проектного (при потребі домолічування) необхідно виконати омолодження бетону – замінити верхній шар бетону товщиною 5–10 мм.

3. Обробити цементно-піщаним розчином М150 стінки ніші, забезпечивши її проектні розміри з вказаним вище допуском.

4. У свіжий розчин заробленої ніші-гнізда втиснути попередньо виготовлену сітку (рис. 2) за конфігурацією ніші-гнізда. Потинькувати стінки для приведення її розмірів до проектних.

5. Після виконання робіт, вказаних у пункті 4, встановити у нішу-гніздо дерев'яну вкладку, по яка за конфігурацією та розмірами строго відповідає проектним розмірам ніші-гнізда. Дерев'яні вкладки знімати через 1–2 доби.

Технологія виконання робіт при використанні варіанту 2 з відновлення проектних розмірів ніші-гнізда і несучої здатності майданчика опирання зовнішньої стінової панелі.

1. Виконати всі роботи, вказані у пунктах 1, 2, 3 варіанту 1 і в тій же послідовності.
2. У свіжий розчин заробленої ніші-гнізда втиснути лист з м'якого металу (зі спеціальними задирками з боків стінок ніші для анкерування у розчині (за конфігурацією і розмірами (рис. 2)), відповідно до проектних розмірів ніші.
3. Після виконання пунктів 1, 2 перейти до п. 5 варіанту 1.
4. Якщо з будь-яких причин (немає м'якої сталі з задирками, тощо) п. 2 виконати неможливо, то нішу слід тинькувати до проектних розмірів з плюсовим допуском і витримкою до набору розчином 40% міцності, решту робіт призупинити. Після набору розчином 40% міцності приклеїти сталевий лист по конфігурації і розмірам ніші-гнізда (рис. 2) використовуючи для того спеціальний клей або компаунд на основі епоксидних смол ЕД-5, ЕД-6 у відповідних пропорціях із пластифікатором, наприклад – дибутилфталатом. Після виконання вказаних у даному пункті робіт необхідно встановити дерев'яну вкладку (п. 5 варіанту 1), щільно її притиснути до стінок і залишити так на 1 добу.

Рекомендації з монтажу зовнішніх стінових панелей серії ПС-04-2 корпусу будівлі біологічного факультету УжДУ:

1. Зовнішні стінові панелі, у яких наявні тріщини з розкриттям 0,3 мм або відламана опорна частина (гніздо-ніша) підлягають відбракуванню.
2. На всіх зовнішніх стінових панелях відновити, у відповідності з проектом, геометричні розміри і несучу здатність опорних частин панелей (гнізда-ніші, див. рис. 2), які опираються на короткі консолі колон.
3. Відновлення несучої здатності і геометричних розмірів виконати за одним з трьох варіантів (рис.2, 3 розділу 4 [8]) у залежності від конкретного дефекту панелі і можливості її монтажу на короткі консолі колон.
4. Монтаж відновлених зовнішніх стінових панелей виконувати тільки після досягнення проектною міцності цементного розчину на ділянках обпирання, повторного приймання виробу працівниками ВТК і вхідного контролю на будівельному майданчику.
5. Зовнішні стінові панелі, змонтовані без вкладання цементного розчину М100 у місцях обпирання на короткі консолі згідно проекту підлягають демонтажу. Також необхідно встановити металеві ромбічні вкладки на розчин між панеллю і простінком.
6. У місцях недостатнього обпирання панелі на коротку консоль колони по довжині наростити опорний столик консолі в цьому напрямку до проектного розміру (листова сталь товщиною 10 мм), підкріплюючи (за необхідності) ребром жорсткості знизу у напрямку поздовжньої осі панелі. Ребро жорсткості замонолітити цементним розчином М150 в площині короткої консолі і панелі.
7. Посилити технічний контроль ВТК Мукачівського ПЗБВ за процесом ліквідації недоліків залізобетонних конструкцій (зовнішніх стінових панелей, колон, ригелів, тощо), вказаних у пунктах розділу 3 [7,8] (лакуни, сколи, тріщини, відхилення фактичних розмірів виробів від проектних, розташування закладних деталей, тощо).
8. На будівельному майданчику організувати постійний вхідний контроль якості збірних залізобетонних конструкцій. Звернути особливу увагу на техніку безпеки при виконанні монтажу зовнішніх стінових панелей.

Наукова новизна та практична значимість. На підставі аналізу науково-технічних джерел та натурних обстежень і теоретичних досліджень виконано посилення і відновлення несучої здатності вузлів спряження зовнішніх стінових панелей і залізобетонних колон та ригелів і колон серії ПС-04-02 з врахуванням сейсмічних навантажень для району 7 балів. Зокрема, виконано розрахунок підсилення коротких консолей колон і опорних частин зовнішніх стінових панелей на місцевий стиск (зминання) та відновлення їх проектних параметрів.

На основі експериментально-теоретичних досліджень були розроблені рекомендації для підсилення коротких консолей колон, металевих опорних столиків та опорних частин зовнішніх стінових панелей і описано технологію ремонтно-відновлюваних робіт. У роботі також вказано на допущені помилки на стадії проектування та дефекти і недоліки будівництва біологічного корпусу УжДУ.

При черговому візуальному огляді після тривалої експлуатації (29.06.2023 р.) корпусу біологічного факультету УжДУ (фотографії на рівні першого поверху в осях "16-16" і "А-А") виявлено наступне: тріщини у швах горизонтальних і вертикальних між зовнішніми стіновими панелями та у примиканнях колон до простінків; замкання опорних частин зовнішніх стінових панелей від атмосферних опадів, у результаті чого на окремих ділянках (незахищених) проходять процеси карбонізації бетону; процеси поверхневої корозії закладних деталей та опорних столиків для обпирання стінових панелей (рис. 3). В окремих панелях виявлено тріщини та лущення бетону поверхні. Шви між панелями у багатьох місцях по всіх трьох фасадах (по осі "1-1", "А-А", "16-16") не заповнені відповідним герметиком, зокрема поліуретановим або акриловим та ущільнюючим шнуром. На рис.3 наведено недоліки та пошкодження зовнішніх стінових панелей після тривалої експлуатації.



Рисунок 3 – Деградація з'єднань між зовнішніми стіновими панелями корпусу біологічного факультету УжНУ станом на 29.06.2023 р.: а – деградація стиків зовнішніх стінових панелей і сліди карбонізації бетону; б – те ж деградація бетону в стикі і карбонізація опорних частин панелей, тріщини і сліди корозії арматурних сіток; с – те ж деградація бетону стика, тріщина в верхній частині панелі; d – деградація бетону стика у деформаційному шві в осях “13 – 14” на першому поверсі.

За результатами проведеного візуального огляду (29.06.2023) стан зовнішніх огорожувальних стінових панелей корпусу біологічного факультету УжНУ, згідно з визначенням «Настанови щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану» (Київ, 2017 [9]) визначено як задовільний, такий, що потребує поточного ремонту з усунення зазначених недоліків експлуатації, які можуть знизити довговічність конструкцій та їх експлуатаційні якості.

Висновки

На основі критичного аналізу науково-технічних джерел та натурних обстежень (досліджень) і розрахунків залізобетонних конструкцій корпусу біологічного факультету УжДУ, розрахунків несучої здатності коротких консолей колон та металевих опорних столиків та їх підсилення можна зробити такі висновки:

1. За результатами досліджень встановлені причини, які призвели до необхідності обстеження залізобетонних конструкцій будівлі в стадії будівництва. Зокрема: відсутність входного контролю якості збірних конструкцій; незадовільний технічний контроль ВТК і заводської лабораторії; неточності в оснастці для виготовлення колон і зовнішніх стінових панелей; порушення технології будівництва і перевищення нормованих допусків і відхилень. Ці порушення понизили несучу здатність корпусу і стійкість будівлі в цілому на сейсмічні навантаження в районі 7 балів.

2. На основі натурних обстежень виявлені помилки на стадії проектування, дефекти і недоліки будівництва, які зводяться до наступного:

- закладні деталі в окремих колонах мають недопустимі відхилення від проектного положення;
- у результаті застосування неякісної оснастки (металоформи) для виготовлення колон серії Пс04–2 у деяких із них при виготовленні утворюються волосяні тріщини між короткими консолями і колонами, а також раковини і сколи консолей;
- при обстеженні колон в стадії будівництва корпусу біологічного факультету УжДУ виявлено, що частина коротких консолей пошкоджена в процесі транспортування і складування на будівельному майданчику;
- під час монтажу зовнішніх стінових панелей в багатьох стиках (на консолях) не вкладено шар цементного розчину М100 згідно проекту та неякісно виконане замонолічування вузлів ригель-колона (виявлено лакуни, сколи, неякісно провібровані місця стику);
- на ригелях в окремих місцях відсутні хомути, передбачені проектом, має місце відхилення колон від вертикалі, суміжні колони у різних площинах, різні відмітки суміжних колон ($\pm 30\text{--}40\text{ мм}$), відхилення розмірів між осями колон від проектних (в окремих місцях до $50\text{--}60\text{ мм}$);
- проектом не передбачені в окремих колонах закладні деталі МК-16, МК-17, МК-12, МК-13, МК-14, МК-15, а в цих місцях встановлені випуски арматури $\varnothing 30\text{ мм}$, $l=150\text{--}180\text{ мм}$. Недосконала конструкція армування вузла консоль-колона (серія знята з виробництва). Об'єкт виконується з цієї серії як завершення другої черги.
- суттєво завищена власна вага зовнішніх стінових панелей і простінків до 25%.

3. З врахуванням помилок, допущених при проектуванні, дефектів та недоліків будівництва виконано збір навантаження та перевірочний розрахунок параметрів коротких консолей, їх несучої здатності для обпирання панелей, розрахунок опорного столика на зминання (місцеве стиснення) від ваги зовнішніх стінових панелей та розрахунок міцності опорної частини.

4. На підставі обстежень і досліджень на стадії будівництва були розроблені рекомендації щодо ліквідації дефектів і пошкоджень коротких консолей колон та опорних частин зовнішніх стінових панелей. Описано процес і технологію відновлення їх несучої здатності до проектних параметрів.

5. За результатами чергового (29.06.2023 р.) обстеження виявлені дефекти, які наведені на рис. 3, що погіршили технічний стан конструкцій та їх вузлів. Для приведення конструкцій до нормального технічного стану рекомендовано виконати поточний ремонт зовнішніх стінових панелей та швів між ними.

6. У подальшому рекомендовано дотримуватись вимог чинних норм щодо проведення періодичних обстежень, досліджень та спостереження за деградацією залізобетонних конструкцій після тривалої експлуатації. При цьому НДС залізобетонних конструкцій визначати з врахуванням тривалого агресивного впливу повітряного, ґрунтового і водного середовищ на неізольовані стики, а відновлення їх міцності і довговічності забезпечити сучасними матеріалами та технологіями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гавриляк А. І. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель : Навч. посібник / А. І. Гавриляк, І. Б. Базарник, Р. І. Кінаш і ін. // за ред. А. І. Гавриляка. – Львів.-Вид-цтво НУ «Львівська політехніка», 2006. – 540 с.
2. Гавриляк А. І. Основи технічної експлуатації будівель та інженерних систем. / Навч. посібник. – Львів: Вид-цтво НУ «Львівська політехніка». 2009. – 292 с.
3. Іваник І. Г. Основи реконструкції будівель і споруд // Навч. посібник./ І. Г. Іваник, С. І. Віхоть, Р. С. Пожар і ін. // За ред. І. Іваника – Львів: Вид-цтво НУ «Львівська політехніка». 2010. – 276 с.
4. Лучко Й. Й. Основні фактори середовища, які впливають на деградацію транспортних споруд із залізобетонних і металевих гофрованих конструкцій / Й. Й. Лучко // Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XXII Міжнародного науково-практичного форуму, 5–7 жовтня 2021 р.: у 2 т. Львів: ННВК “АТБ”. 2021. – Т. 2. – С. 203–206.
5. Лучко Й. Й. Дослідження збудованих мостів які були зруйнованих повеннями на Україні в 1998 і 2001 роках та тривалої експлуатації / Й. Й. Лучко, І. І. Кархут, І. Б. Кравець // 36. наук. праць “Мости і тунелі: Теорія, дослідження, практика”. – Дніпро, 2021. – Вип. 20. – С. 26–38.
6. Luchko Y. Degradating concrete and reinforced building structures and long-term structures / Y. Luchko, B. Nazarevich, V. Kovalchuk // Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, – Odessa: OSACEA, 2022. –No. 86. – page 35–46.
7. Отчет по теме: Исследование и разработка рекомендаций по усилению коротких консолей колон серии ИИ–04–2 по объекту «Биологический факультет Ужгородского государственного университета». – Львов:ФМИ им Г. В. Карпенко АН УССР, 1991.– 17 с.
8. Отчет по теме: «Обследование железобетонных конструкций в зданиях и сооружениях. Биологический факультет УжГУ». – Львов: ФМИ имени Г. В. Карпенко АНУ, 1992. – 19 с.
9. ДСТУ-Н Б В.1.2-18-2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. Київ: ДП «УкрНДНЦ» 2017 р. – 44 с.

REFERENCES

1. Havrylyak A. I. Tekhnichna ekspluatatsiya, rekonstruktsiya i modernizatsiya budivel : Navch.posibnyk / A. I. Havrylyak, I. B. Bazarik, R. I. Kinash i in. // za red. A. I. Havrylyaka. – Lviv.-Vyd-tstvo NU «Lvivska politekhnik», 2006. – 540 s.
2. Havrylyak A. I. Osnovy tekhnichnoyi ekspluatatsiyi budivel ta inzhenernykh system. / Navch.posibnyk. – Lviv: Vyd-tstvo NU «Lvivska politekhnik». 2009. – 292 s.
3. Ivanyk I. H. Osnovy rekonstruktsiyi budivel i sporud // Navch. posibnyk./ I. H. Ivanyk, S. I. Vikhot', R. S. Pozhar i in. // Za red. I. Ivanyka – Lviv: Vyd-tstvo NU «Lvivska politekhnik». 2010. – 276 s.
4. Luchko Y. Y. Osnovni faktory seredovyshcha, yaki vplyvayut' na degradatsiyu transportnykh sporud iz zalizobetonnykh i metalovykh gofrovanykh konstruktsiy / Y. Y. Luchko // Teoriya i praktyka rozvytku agropromyslovoho kompleksu ta sil'kykh terytoriy: metarialy XXII Mizhnarodnoho nauково-praktychnoho forumu, 5–7 zhovtnya 2021 r.: u 2 t. Lviv: NNVK “ATB”. 2021. – Т. 2. – С. 203–206.
5. Luchko Y. Y. Doslidzhennya zbudovanykh mostiv yaki byly zruyinovanykh povenyamy na Ukraini v 1998 i 2001 rokakh ta tryvaloyi ekspluatatsiyi / Y. Y. Luchko, I. I. Karkhut, I. B. Kravets' // Zb. nauk. prats' “Mosti i tuneli: Teoriya, doslidzhennya, praktyka”. – Dnipro, 2021. – Vyp. 20. – S. 26–38.
6. Luchko Y. Degradating concrete and reinforced building structures and long-term structures / Y. Luchko, B. Nazarevich, V. Kovalchuk // Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, – Odessa: OSACEA, 2022. –No. 86. – p. 35–46.
7. Otchet po teme: Issledovanie i razrabotka rekomendatsiy po usileniyu korotkikh konsoley kolon serii II–04–2 po ob'ektu «Biologicheskii fakul'tet Uzhgorodskogo gosudarstvennogo universiteta». – Lvov:FMi im G. V. Karpenko AN USSR, 1991.– 17 s.
8. Otchet po teme: «Obsledovanie zhelezobetonnykh konstruktsiy v zdaniyakh i sooruzheniyakh. Biologicheskii fakul'tet UzhGU». – Lvov: FMi imeni G. V. Karpenko ANU, 1992. – 19 s.
9. DSTU-N B V.1.2-18-2016. Nastanova shchodo obstezhennya budivel i sporud dlya vyznachennya ta otsinky ikh tekhnichnoho stanu. Kyiv: DP «UkrNDNTs» 2017 r. – 44 s.

Лучко Йосип Йосипович – доктор технічних наук, професор. Кафедра будівельних конструкцій, Львівський національний університет природокористування, ORCID 0000-0002-3675-0503

Кархут Ігор Іванович – кандидат технічних наук, доцент. Кафедра будівельних конструкцій та мостів, Національний університет «Львівська політехніка», ORCID 0000-0002-9205-5118

Мазепа Маркіян Володимирович – студент Львівського національного університету природокористування, ORCID 0009-0008-8102-2557

Y. Y. Luchko
I. I. Karkhut
M. V. Mazepa

RESTORATION OF SUPPORT PARTS OF EXTERNAL WALL PANELS SERIES IIS-04-2 TAKING INTO ACCOUNT SEISMIC LOADS OF 7 POINTS

Lviv National Environmental University.

This paper presents the results of the study of the strength of the junctions of external wall panels and columns and crossbars and columns of the IIS-03-02 series, which was used in the construction of the building of the Faculty of Biology of the Uzhgorod State University in the city of Uzhhorod. The survey and research data, as well as the development of recommendations, which were carried out by the employees of the Physico-Mechanical Institute named after G.V. Karpenka of the National Academy of Sciences on the order of «Zakarpatalizoboton» VO from July 19, 1991. The work describes basic information about the building, its design and construction. The main reasons that led to the need for research and development of recommendations for strengthening the junctions of panels and columns and crossbars and columns and strengthening their short consoles and support niches of panels are established. Also, the data on identified design errors, shortcomings and defects in the construction and manufacture and transportation of reinforced concrete structures are given. In particular, the own weight of panels and walls is significantly overestimated by up to 25%; in some panels, embedded parts are embedded in concrete and have deviations from the design position; also in some panels there is a deviation of up to 20-30 mm from flatness; sockets for supporting panels on the console of the columns are installed at different angles to the plane of the panel; size fluctuations between the axes of the columns in some places are higher than the norm up to 50-70 mm; poor-quality reinforcement of the panels in the places where the supporting parts of the panels rest on the short console of the column, etc. The verification calculation of the support table of the reinforcement of the column consoles and the supporting parts of the panels was performed. On the basis of field survey and relevant calculations, appropriate recommendations were developed for strengthening the joints of external wall panels and columns and crossbars and columns. In particular, the elimination of identified shortcomings and defects, ensuring the bearing capacity of short cantilevers of the IIS-04-02 series for seismic loads for the construction area of 7 points.

Key words: walls, panels, columns, consoles, conjugation, nodes, reinforcement, examination.

Luchko Yosyp Yosypovych – Doctor of Technical Sciences, Professor. Chair of Building Constructions. Lviv National Environmental University. ORCID 0000-0002-3675-0503

Karkhut Ihor Ivanovych – Candidate of Technical Sciences, Associate professor. Chair of Building Constructions and bridges. National University «Lvivska polytechnika». ORCID 0000-0002-9205-5118

Mazepa Markiiian Volodymyrovych – Student of Lviv National Environmental University. ORCID 0009-0008-8102-2557