

Й.Й. Лучко¹, Б.З. Парнета², А.Я. Пенцак²

Львівський національний університет природокористування¹
Національний університет «Львівська політехніка»²

ДОСЛІДЖЕННЯ І ПОСИЛЕННЯ КОРОТКИХ КОНСОЛЕЙ ТА ВУЗЛІВ СПРЯЖЕННЯ РИГЕЛІВ І КОЛОН СЕРІЇ І І С-04-2.

У даній роботі представлено результати дослідження міцності вузлів спряження зовнішніх стінових панелей і колон та ригелів і колон серії ІІС-04-02, яка використана при зведенні корпусу біологічного факультету Ужгородського державного університету у м. Ужгороді. У роботі описано основні відомості про будівлю, проектування і її будівництво. Виконано перевірочний розрахунок опорного столика підсилення консолей колон і опорних ніш панелей. На основі натурного обстеження і перевірочних розрахунків були розроблені відповідні рекомендації для підсилення вузлів спряження ригелів і колон.

Ключові слова: колони, консоли, спряження вузлів, підсилення, обстеження.

J. Luchko, B. Parneta, A. Pentsak

RESEARCH AND STRENGTHENING OF SHORT CONSOLES AND CONNECTION NODES OF BEAMS AND COLUMNS SERIES IIS-04-02

This paper presents the study results of the strength of the joints for external wall panels and columns and crossbars and columns of the IIS-04-02 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 paper describes basic information about the building, its design and construction. The main reasons that require research and development of recommendations for panels and columns junctions strengthening and crossbars and columns strengthening and their short consoles. Also, the data on identified design errors, shortcomings and defects in the construction and manufacture and transportation of reinforced concrete structures are given.

The verification calculation of the support table of the reinforcement of the column consoles and the support niches of the panels was performed. On the basis of a field survey and relevant calculations, appropriate recommendations were developed for strengthening the joints of crossbars and columns.

Key words: columns, consoles, conjugation of nodes, reinforcement, examination.

Вступ. Проблема та актуальність. На сьогоднішній день сучасні будівлі і споруди відіграють найважливішу роль суспільства будь-якої країни і суттєво впливають на життя людей. Кількість і якість сучасних зведених будівель і споруд є об'єктивним показником розвитку економіки цивілізованих держав, її науки, культури, виробництва та добробуту народу. Кожна будівля і споруда повинна відповідати певним експлуатаційним властивостям, які повинні зберігатися протягом всього терміну служби, 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 їх залишкового ресурсу несучої здатності їх конструкцій та можливого їх перепрофілювання. Особливого 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 одну 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. Тому дослідження і посилення залізобетонних конструкцій корпусу УжНУ які наведені в даній роботі та спостереження за ними протягом 40 років є актуальними і заслуговують на опублікування.

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. Кожна будівля і споруда повинна відповідати певним експлуатаційним характеристикам, які мають зберігатися протягом всього терміну експлуатації. Основою надійності і довговічності експлуатації будівлі 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 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. А 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 посилення їх конструктивних елементів. Розглянуто практичні підходи до реконструкції, та забудови різного призначення, що враховують реальний технічний стан, а також при 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 і руйнування конструкцій заводу «Три бетони» у м. Стрий, руйнування конструкцій паркінгу гірськолижного курорту «Буковель» та руйнування залізобетонних конструкцій басейну готелю «Прикарпаття» у м. Трускавець і на багатьох об'єктах (більше 40), 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 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 2 роки експлуатації. Також обстеженнями встановлено великий розкид міцності бетону при зведенні проїзної частини мосту і виявлено, що між деякими прогонами нема проектного зазору між торцями балок, що може суттєво вплинути на напружено-деформований стан конструкцій.

Було також обстежено шість сталезалізобетонних мостів, побудованих після повені 1998 р. у Кобелецькій та Косівській полянах із різних (11,8 і 23,6 м) прогонів. На рисунках показано влаштування проїзної частини мостів у період будівництва та їх випробування на статичні і динамічні навантаження. Потрібно зазначити, що в цих сталезалізобетонних 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 (сталезалізобетонних) 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. Проаналізовано авторами 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 коротких консолей колон та усунення виявлених дефектів і пошкоджень для забезпечення несучої здатності залізобетонних конструкцій на сейсмічне навантаження 7 балів.

Виклад основного матеріалу дослідження та аналіз.

1. Загальні відомості. Обстеження та дослідження і посилення коротких консолей колон серії ПС-04-2 по недобудованому об'єкту біологічного факультету Ужгородського національного університету. Згідно програми досліджень, необхідно виконати обстеження коротких консолей колон серії ПС-04-2 будівлі, яка зводиться для біологічного факультету Ужгородського державного університету у м. Ужгороді. Конструктивне рішення серії ПС-04-2 було введено у дію 31.07.1980 р. відповідним наказом міністерства. Проект біологічного факультету Ужгородського державного університету виконано Українським філіалом проектного інституту ДПРОВУЗ СРСР у 1989 р. Конструктивна схема каркасу прийнята з кроком колон 6х6 м і додатковим кроком 3х6 м. Колони із жорстким кріпленням ригелів та плитами перекриття утворюють жорстку систему для прийняття вертикальних і горизонтальних навантажень. Проект розроблено для застосування у районах із сейсмічністю у 7 балів. На час обстеження велись загальнобудівельні роботи, закінчувався монтаж колон, ригелів і плит перекриття і почався монтаж стінових панелей в осях 3–1С.

Основними причинами, які спонукали необхідність дослідження і посилення були такі: відсутність вихідного контролю за якістю конструкцій що поставляється на будівельний майданчик; слабкий контроль ВТК і заводської лабораторії за виготовленням залізобетонних виробів; неточність оснастки для виготовлення колон і зовнішніх стінових панелей (збільшення їх власної ваги); порушення технології будівництва і перевищення допусків і відхилень вимогам норм, понизили несучу здатність (жорсткість) корпусу і стійкості будівлі у цілому. У зв'язку з цим, потрібно було дати рекомендації з посилення вузлів спряження коротких консолей колон.

2. Натурні дослідження. Натурними обстеженнями було встановлено наступне: закладні деталі на колонах у місцях установки ригелів, встановлені в основному по проекту. Однак, у деяких колонах втоплені у бетон і мають невеликі відхилення від проектного положення; у результаті недосконалої форм для виготовлення колон серії ПС-04-2 у деяких із них при виготовленні (розпалубці) утворюються волосяні тріщини між короткими консолями і колонами, а також раковини, сколи консолей. Ремонт на заводі цих деталей неефективний; при обстеженні колон на споруджуваному об'єкті виявлено, що частина коротких консолей (кулачків) пошкоджені у процесі транспортування і складування на будівельному майданчику; перед монтажем зовнішніх стінових панелей не укладено цементний розчин М100 згідно проекту; неякісно виконано замонолічування стиків колон-ригелів (раковини, сколи, не вібрований бетон); на ригелях у деяких місцях відсутні хомути передбачені проектом; має місце відхилення колон від вертикалі, суміжні колони у різних площинах, а також відмітки суміжних колон неоднакові (різниця 30–40 мм); коливання розмірів між осями колон, у деяких місцях вище норми (до 50–60 мм); до 25% завищено власну вагу зовнішніх стінових панелей і простінків; проектом непередбачені у середніх колонах закладні деталі МК-16, МК-17, МК-12, МК-15. У цих місцях проходить виступ арматури діаметром 30 мм, $l=150-180$ мм, недосконала конструкція армування вузла консолей колони (серію зняли з виробництва). Об'єкт виконується цієї серії, як завершення другої черги.

3. Перевірочний розрахунок опорного столика і консолей колони. Збір навантаження розміри і схема армування консолей і колони наведено в роботі [7], бетон класу С20 (В25), арматура класу (А400С) А-III.

Розв'язок. Напруження зминання у місцях прикладання навантаження не повинні перевищувати межу міцності $f_{ck}=14,5\text{МПа}$. Виходячи з цієї умови визначаємо мінімальний виліт консолі $l_{\min}^{\uparrow k}$:

$$l_{\min}^{\uparrow k} = Q / (b f_{ck} \cdot \gamma_{b2}) = 78140 / (40 \cdot 14,5 \cdot (100) \cdot 0,9) = 1,5\text{см},$$

де: Q – максимальна розрахункова реакція від панелі; b – ширина площадки опирання панелі на консоль; γ_{b2} – коефіцієнт умов роботи бетону, який враховує довготривалість дії навантаження.

Приймаємо конструктивно і умови обпирання зовнішніх стінових панелей виліт консолі $l_{\min}^{\uparrow k} = 15\text{см}$. Висоту перерізу консолі розраховуємо по перерізу у грані колони. Робочу висоту перерізу d_0 визначаємо за умови забезпечення міцності бетону по похилій полосі між опорою і навантаженням, причому права частина умови не повинна перевищувати $2,5f_{ctk} b d_0$ (умова виконується для коротких консолей при наявності в них поперечної арматури), де b_c – ширина консолі.

$$Q \leq \frac{1,5 \cdot f_{ctk} b_c d_0^2}{a} \quad \text{звідки} \quad d_0 \geq \sqrt{\frac{Q}{1,5 f_{ctk} b_c}}$$

а віддаль від точки прикладання опорної реакції до грані колони буде:

$$a = l_c - \frac{Q}{2b f_{ckt} \gamma_{b2}} = 1,5 - \frac{78140}{2 \cdot 40 \cdot 14,5(100) \cdot 0,9} = 14,3\text{см},$$

де l_c – довжина вильоту консолі.

Розрахунковий згинальний момент визначають за такою формулою [7]:

$$M = \left[1,25Q(l)_c - \frac{Q^2}{2b f_{ckt} \gamma_{b2}} \right] = 1,25 \cdot 78140 \cdot \left[15 - \frac{78140}{2 \cdot 40 \cdot 14,5(100) \cdot 0,9} \right] = 14,3\text{см},$$

Спеціальний коефіцієнт A_0 визначаємо за формулою:

$$A_0 = \frac{M}{f_{ck} \gamma_{b2} b_c d_0^2} = \frac{1390000}{14,5(100) \cdot 0,9 \cdot 36 \cdot 11,52} = 0,147\text{см},$$

Тоді за таблицею знаходимо $\xi = 0,16$; $\eta = 0,92$.

Знаходимо потрібно площу перерізу поздовжньої арматури:

$$A_s = \frac{M}{\eta d_0 R_s} = \frac{1390000}{0,92 \cdot 11,5 \cdot 365(100)} = 2,95\text{см}^2,$$

Приймаємо $4\emptyset 12 \text{ A400 C (A-III)}$; $f_{yd} = 4,52\text{см}^2$.

Отже, міцність короткої консолі забезпечена.

Розрахунок підсилення опорного столика короткої консолі.

Задавшись висотою шва, знаходимо довжину шва l_w за формулою:

$$l_w = \frac{Q}{2\beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf}} = \frac{78140}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 185(100)} = 5\text{см},$$

Приймаємо конструктивно довжину шва $l_w = 150 - 20 = 130\text{см}$. Для з'єднання позицій 1 – 2 [7],

$$l_w = \frac{78140}{0,7 \cdot 0,8 \cdot 185(100)} = 7,5\text{см},$$

Приймаємо конструктивно довжину шва = $280 - 50 = 230\text{мм}$, для з'єднання позицій 2 – 3

$$l_w = \frac{78140}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 185(100)} = 3,8\text{см},$$

Приймаємо загальну довжину шва конструктивно $150 - 40 = 110\text{мм}$.

У місцях з'єднання опорного столика із закладними деталями МК-16, МК-17; МК-12 МК-15:

$$l_w = \frac{Q}{\beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf}} = \frac{78140}{0,7 \cdot 0,6 \cdot 185(100)} = 10\text{см}$$

Приймаємо конструктивно $l_w = 18\text{см}$.

Отже, міцність опорного столика забезпечена.

Схема існуючого армування та геометричні розміри консолей колон по серії ПС-04-02 наведено на рис. 1.

Оскільки при збільшенні навантаження на 25 % існуючі опорні консолі (рис. 1) отримували надлишкові напруження. Тому Українським філіалом інституту ДІПРОВУЗ на підставі

розрахунків несучої здатності було уточнено армування коротких консолей колон, яке наведено на рис. 2.

Конструкція опорного столика для підсилення короткої консолі наведена на рис.3.

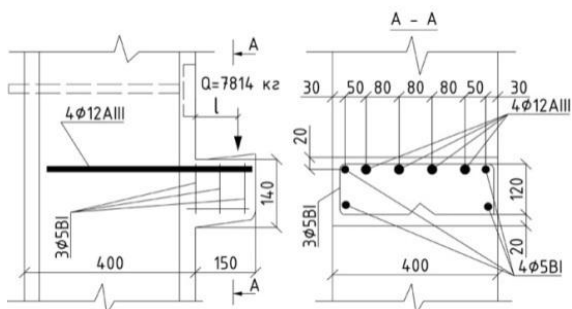


Рис.1. Схема армування та розміри консолі колони

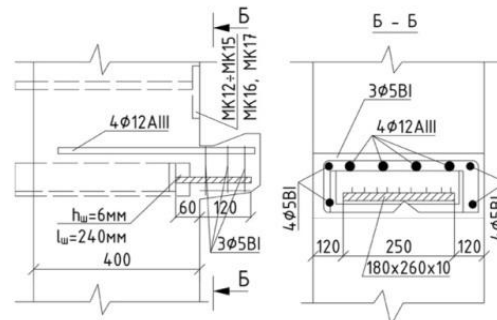


Рис. 2. Схема посилення армування консолей колон (з індексом «У»)

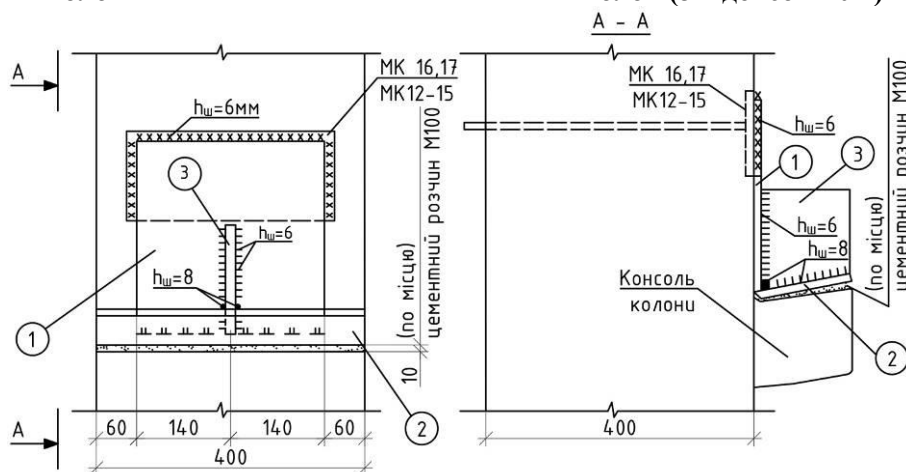


Рис.3. Конструкція опорного столика для підсилення короткої консолі.

4. Рекомендації з підсилення коротких консолей колон. На підставі дослідження коротких консолей колон біологічного факультету Ужгородського університету можна запропонувати такі рекомендації із забезпечення несучої здатності коротких консолей серії ПС-04-2:

1. Виконати посилення коротких консолей колон в осях 1-Г-14-Г, 9-3, 5,7,9 за схемою на рис.3 [7].

2. По решті осей колон посилення коротких консолей виконувати при наявності механічних пошкоджень консолей або закладних деталей у вузлах спряження ригель-колонна, колонна-коротка консоль.

3. У колонах поставлених на об'єкт та маркованих додатковим індексом "У", посилення не виконувати.

4. У місцях де відсутні закладні деталі МК-14, МК-15, МК-16, МК-17 і наявні випуски арматури над консолями необхідно по місцю у опорних столиках вирізати отвори. Опорний столик насадити на випуски арматури. Після чого отвори опорних столиків обварити зварним швом не менше 8 мм і зрізати виступаючу частину арматури та зачистити, щоб не заважало монтажу панелі.

5. Армування консолі колон індексом "У" розроблене у роботі [7] показано на рис.2, рис.3. Міцність консолі із вказаним армуванням забезпечена.

6. Натурні обстеження підтверджують про те, що тріщини у консолях виникають у результаті технологічних факторів при знятті опалубки з колони, складуванні їх на спеціальні тіліжки-опори (складування колон опираючі на консоль після розпалубки призводять до їх руйнування), а також транспортування і монтажу.

Наукова новизна та практична значимість.

На підставі аналізу науково-технічних джерел та натурних обстежень і теоретичних досліджень виконано посилення і відновлення несучої здатності ригелів і колон серії ПС-04-02 з

врахуванням сейсмічних навантажень для регіонів у 7 балів. Зокрема, виконано розрахунок посилення коротких консолей колон та відновлення їх проектних параметрів.

На основі експериментально-теоретичних досліджень були розроблені рекомендації для посилення коротких консолей колон і описано технологію ремонтно-відновлюваних робіт. У роботі також вказано на допущені помилки на стадії проектування та дефекти і недоліки при зведенні будівлі біологічного корпусу УДУ.

Висновки. На основі критичного аналізу науково-технічних джерел та натурних обстежень (досліджень) і розрахунків залізобетонних конструкцій будівлі біологічного факультету УДУ, розрахунків несучої здатності коротких консолей колон та опорного столика та їх підсилення можна зробити такі висновки:

1. На підставі дослідження були встановлені причини, які призвели до необхідності обстеження залізобетонних конструкцій будівлі яка зводилась. Зокрема: відсутність вхідного контролю за якістю збірних конструкцій; незадовільний технічний контроль ВТК і заводської лабораторії; неточності в оснастці для виготовлення колон і зовнішніх стінових панелей; порушення технології будівництва і перевищення допусків і відхилень вимогам норм. Ці порушення понизили несучу здатність корпусу і стійкість будівлі в цілому на сейсмічні навантаження в районі 7 балів.

2. На основі натурних обстежень були 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 (форми) для виготовлення колон серії Пс -04-2 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 зведення будівлі біологічного факультету УДУ виявлено, що частина коротких консолей пошкоджена в процесі транспортування і складування на будівельному майданчику;
- під час монтажу зовнішніх стінових панелей на багатьох стиках (консолях) не вкладено шар цементного розчину М100 згідно проекту та неякісно виконується замонолічування вузлів ригель-колона (виявлено раковини, сколи, неякісно провібровані місця стику);
- на ригелях в окремих місцях відсутні хомути, які передбачені проектом, та має місце відхилення колон від вертикалі, суміжні колони у різних площинах, а також різні відмітки суміжних колон ($\pm 30 - 40$ мм), коливання розмірів між осями колон (у окремих місцях вище норми (до $50 - 60$ мм));
- проектом не передбачені в окремих колонах закладні деталі МК-16, МК-17, МК-12, МК-15, а в цих місцях проходять випуски арматури діаметром 30 мм, $l=150 - 180$ 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. Врахувавши помилки при проектуванні, дефекти і недоліки будівництва, було виконано збір навантаження та перевірочний розрахунок параметрів коротких консолей, їх несучої здатності для обпирання панелі, розрахунок опорного столика на зминання (місцеве стиснення) зовнішніх стінових панелей.

4. На підставі обстежень і досліджень були розроблені пропозиції щодо ліквідації дефектів і пошкоджень коротких консолей колон та вузлів спряження ригелів і колон. Також описано процес і технологія відновлення їх несучої здатності до проектних параметрів.

Список використаних джерел:

1. Гавриляк А.І. Технічна експлуатація, реконструкція і модернізація будівель Ж 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. – 276с.

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: ННБК “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 // Зб. наук. праць “Мости і тунелі: Теорія, дослідження, практика”. – Дніпро, 2021. – Вип. 20. – С. 26–38.

6. Luchko J. Degradating concrete and reinforced building structures and long-term structures / J. 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 ИИС–04–2 по объекту «Биологический факультет Ужгородского университета». – Львов: ФМИ им Г.В. Карпенко АН УССР, 1991.– 17с.

Рецензент: Хміль Р.Є., професор кафедри будівельних конструкцій та мостів Національного університету «Львівська політехніка», доктор технічних наук, доцент.