

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЗБІРНО-МОНОЛІТНОГО БЕЗКАПІТЕЛЬНО- БЕЗБАЛКОВОГО ПЕРЕКРИТТЯ

### EXPERIMENTAL STUDIES OF THE ELEMENTS OF A JOINT-MONOLITHIC FLAT PLATE SYSTEM FLOOR

**Микитенко С.М., к.т.н., доц. (Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава)**

**Mukytenko S.N., Ph. D. in Engineering, Associate Professor (National  
University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava)**

*Проведено експериментальні дослідження елементів безкапітельно-безбалкового перекриття. Дослідження проводилися шляхом випробувань натурного фрагменту багатоквартирного будинку на дію експлуатаційних навантажень. Отримані результати проведених випробувань підтвердили прийнятні розрахункові положення та конструюванні рішення вузлів та елементів збірно-монолітного перекриття безкапітельно-безбалкового каркасу.*

*The paper describes a full-scale tests of the floor fragment were performed during the construction of a three-section multi-apartment residential building. The purpose of the tests was a comprehensive check of frame members and connection joints for strength, stiffness and crack resistance requirements.*

*The structural basis of the residential building is a precast monolithic spatial frame without beams and capitals. The frame is assembled from factory products, with the subsequent monolithing of the joints. The main load-bearing members of the frame are columns with and floor slabs, the thickness of the slabs is 160 mm. The grid of columns has a step of 6 m and 3 m, the height of the floors is 3.0 m. The columns are continuous three- and two-story. Floor slabs are divided into overcolumned, intercolumned and middle. The reinforcement lugs are arranged in the form of a loop at the ends of the slabs. This design ensures a monolithic connection of adjacent slabs. Floor slabs are installed using temporary mounting supports. The reinforcement lugs on the ends of adjacent plates intersect in such a way that a closed space is formed. After installing the reinforcement, the joints of the slabs are concreted with fine-grained concrete.*

*The fragment of the overlapping above the basement of the erected house was selected for the test. The load value was calculated for individual sections of the overlap. This load was the sum of dead and live load. The loading was carried out in stages according to norms. The wall blocks made of aerated concrete were used for creating the load. These blocks were used for the construction of external and internal walls after the tests.*

*The work presents the results of the performed tests. The value of slab deflections was obtained, which did not exceed the deflections got from the calculation. The devices that were responsible for recording the vertical movements of the slabs relative to the*

columns did not record such movements. No normal cracks were found in factory-made slabs. Cracks were found in monolithic loop joints between adjacent slabs. The opening width of such cracks did not exceed the limit values. The results of the conducted tests confirmed the accepted prerequisites for the calculation and construction of the members of the precast monolithic flat plate frame. Theoretical calculations with sufficient probability reflect the adopted design model.

*Ключові слова:* безкапітельно-безбалковий каркас, натурні випробування, шпонковий стик, петльовий стик.

*Keywords:* flat plate system floor, full-scale testing, key joint concrete, loop bar joint.

В сучасному будівництві широко застосовуються житлові будинки, для яких використовується безкапітельно-безбалковий каркас. Безкапітельно-безбалковий каркас може бути монолітним або збірним. Такі будівлі можна використовувати для швидкого будівництва зруйнованого війною житлового фонду. Для підтвердження безпечності та надійності таких будинків проведено випробування перекриття в складі збірно монолітного каркасу.

Такі натурні випробування фрагменту перекриття були проведені при будівництві багатоквартирного житлового будинку в мікрорайоні «Садовий» в с. Розсошенці Полтавського району.

Випробування проводилися з метою комплексної перевірки вузлів з'єднань та елементів каркасу вимогам жорсткості, тріщиностійкості та міцності.

Конструкція такого житлового будинку являє собою збірно-монолітний просторовий каркас без капітелей та ригелів [1, 2]. Каркас будується із залізобетонних конструкцій заводського виготовлення, котрі з'єднуються між собою шляхом замоноличення стиків конструкцій між собою (рис.1). Елементи каркасу складаються з колон з поперечним перерізом 400x400 мм та плит перекриття розміром 2,95x2,95 м. Застосовуються плити перекриття товщиною 160 мм. Висота поверхів становить 3,0 м, а сітка колон має крок 6 м та 3 м. Колони нерозрізні на три або два поверхи. Плити перекриття поділяються на надколонні, міжколонні та середні. Надколонні плити мають прямокутні отвори через які монтуються на колонах. Міжколонні плити монтуються двома протилежними сторонами на надколонні плити. В простір обмежений міжколонними плитами монтують середні плити, які спираються на них чотирма сторонами.

По торцях плит перекриття зроблено випуски арматурних петель. Застосування такої конструкція стика між сусідніми плитами дозволяє облаштувати монолітний стик між суміжними панелями.

Монтаж плит перекриття виконується «насухо» із застосуванням тимчасових опор для монтажу. Арматурні випуски на торцях суміжних плит перетинаються таким чином, що утворюються замкнутий простір в який потім заводять арматурні стержні А500 діаметром 10 мм (рис.2.). Потім стики плит заповнюються дрібнозернистим бетоном класу С25/30.



Рис. 1. Вигляд збірно-монолітного безкапітельно-безбалкового каркасу

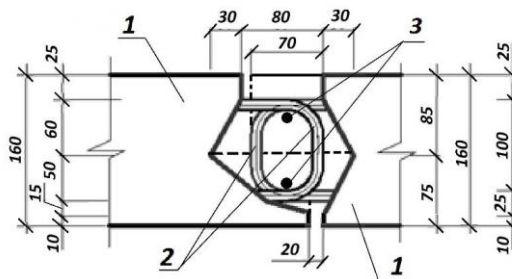


Рис. 2. Конструкція вузла з'єднання плит перекриття: 1 - плита; 2 –арматурні випуски; 3 – арматурні стержні А500 діаметром 10 мм

Вузол з'єднання надколонної плити з колоною (рис.3.) є шпонковою збірно-монолітною конструкцією. Плита з'єднується з колоною через проміжні закладні деталі, котрі зварюються з обичайкою внутрішнього отвору плити та поздовжньою арматурою колон. Простір між колоною та обичайкою плити заповнюється дрібнозернистим бетоном. Такий стик після твердіння бетону працює як шпонковий. Подібна конструкція вузла є

компактною, без виступаючих із площини перекриття частин, але в свою чергу потребує якісного виконання робіт при зварюванні та бетонуванні.

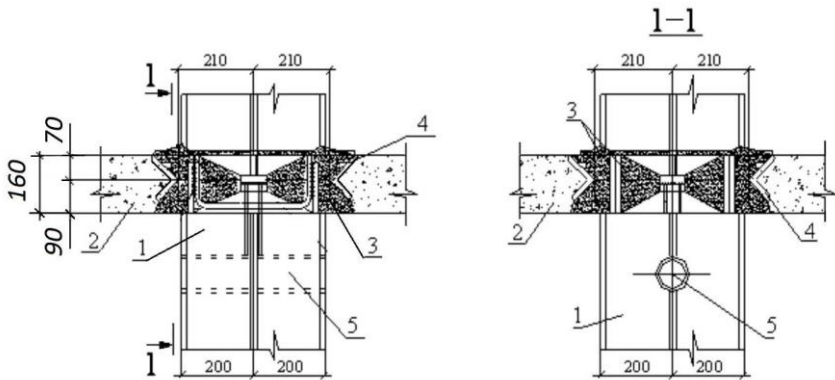


Рис 3. Конструкція шпонкового вузла з'єднання колони з надколонною плитою: 1 – колона; 2 – плита; 3 – бетонна шпонка; 4 – сталеві обичайки отвору плити; 5 – отвір для монтажу плити

Для розрахунку зусиль та переміщень в елементах каркасу використаний програмний комплекс «SCAD OFFICE 21.1». В цьому програмному комплексі реалізовано метод кінцевих елементів. Розрахунок виконаний з використанням моделей оболонок та стержнів. Задача була розв'язана на основі лінійних залежностей «деформація-напруження».

Випробування проводилися на ділянці перекриття розміром 18х9 м над підвалом зведеного будинку. Для окремих ділянок перекриття було розраховано значення контрольного навантаження (таблиця 1). Це навантаження являло собою суму постійного та корисного навантаження. Навантаження перекриття здійснювалося ступенями відповідно до ДСТУ [3]. Для цього використовувалися вантажі у вигляді стінових блоків з ніздрюватого бетону розміром 600х200х375 мм. Середня вага одного блоку становила 26,7 кгс. В програмі випробувань наведена схема розташування блоків та їх кількість для кожної ступені навантаження (рис.4). Після випробувань ці блоки були використані для зведення зовнішніх та внутрішніх стін.

Для вимірювання прогинів плит застосовувалися прогиноміри 6ПАО, в яких ціна поділки становить 0,01 мм. У вузлах з'єднання плит з колонами, для контролю можливих переміщень плит відносно колон, були встановлені індикатори годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм.

Навантаження під час випробувань прикладалося ступенями. Початкові ступені становили 10 % від величини контрольного

навантаження. Дві останні ступені становили 5% від величини контрольного навантаження.

Таблиця 1

Характеристики контрольних параметрів натурального фрагменту перекриття

Характеристики контрольних параметрів	Номер ділянки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Контрольне навантаження за міцністю нормального перерізу при $C=1,0$ , т/м <sup>2</sup>	0,33	0,36	0,25	0,19	0,94	0,41	0,58	0,43	0,50	0,50
Контрольне навантаження за жорсткістю при $C=1,0$ , т/м <sup>2</sup>	0,24	0,26	0,18	0,14	0,71	0,30	0,43	0,32	0,38	0,37
Контрольний прогин, мм	2,5	5,3	5,8	2,7	3,3	3,6	1,7	3,2	1,8	3,0
Контрольне навантаження за шириною розкриття тріщини, т/м <sup>2</sup>	0,24	0,26	0,18	0,14	0,71	0,30	0,43	0,32	0,38	0,37

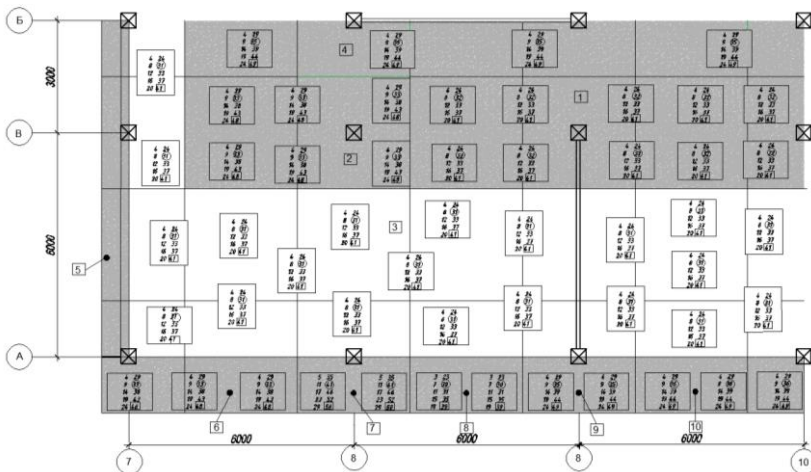


Рис.4. Схема розташування вантажів на фрагменті перекриття призначеного для випробувань

Відповідно до вимог стандарту [5], після прикладання кожної ступені навантаження ділянка перекриття витримувалася під цим навантаженням

не менше 10 хвилин. Після прикладання контрольної конструкція витримувалася під цим навантаженням не менше 30 хвилин. Вигляд навантаженого перекриття показано на рис. 5. Після прикладання повного навантаження конструкція перекриття була під навантаженням ще добу.



Рис. 5. Вигляд навантаженого перекриття

На кожній ступені навантаження фіксувалися прогини, моменти утворення тріщин та їх ширина розкриття. Прилади для реєстрації прогинів плит та переміщень шпонкових стиків колон з плитами зображено на рис.6.



а)



б)

Рис.6. а) – прилади для реєстрації прогинів плит; б) – прилади для реєстрації переміщень шпонкових стиків колон з плитами.

Максимальний прогин плит перекриття в процесі навантаження склав 3,61 мм. Максимальні вертикальні переміщення перекриття відносно колон були в межах 0,01-0,02 мм. Такі переміщені є результатом кутових деформацій плит відносно колон.

За результатами проведених випробувань зроблено такі висновки:

1. Результати отримані в процесі проведених випробувань підтвердили прийняті передумови для розрахунку та конструювання елементів збірно-монолітного перекриття безкапітельно-безбалкового каркасу.

2. Прийнята розрахункова модель та теоретичні розрахунки з достатньою вірогідністю відображають роботу .

3. В процесі випробувань не були зафіксовані вертикальні переміщення плит відносно колон. Отримані значення прогинів плит не перевищували прогини отримані з розрахунку.

4. В процесі випробувань були виявлені тріщини у монолітних петльових стиках між суміжними плитами. Ширина розкриття цих тріщин не перевищувала граничні значення. В плитах заводського виготовлення нормальних тріщин не виявлено.

## **References**

1. Pavlikov A.M. Bezkapitelno-bezbalkovi konstruktyvni systemy dlia budivel dostupnoho zhytla: konstruktyvni osoblyvosti, umovnosti rozrakhunkiv, propozytsii z udoskonalennia /A.M. Pavlikov, Ye.M. Babych, S.M. Mykytenko // Resursoekonomni materialy, konstruktzii, budivli ta sporudy: zb. nauk. prats. – Rivne: NUVHP, 2014. – Vyp.29. – S. 451-460.

2. Sergii Mykytenko. Optimization Approach to Flat Slab Reinforced Concrete Building Frame Design / Sergii Mykytenko // International Journal of Engineering & Technology, Vol.7 №(4.8) (2018) pp. 157-161.

3. Vyroby betonni ta zalizobetonni zbirni. Metody vyprovovuvan navantazhuvanniam. Pravyla otsinky mitsnosti, zhorstkosti ta trishchynostiikosti: DSTU B V.2.6-7-95. –[chynnyi vid 1996-04-01]. – K.: Ukrarkhinformbud Ukrainy, 1997. – 42 s. (Natsionalnyi standartUkrainy).

## **Література**

1. Павліков А.М. Безкапітельно-безбалкові конструктивні системи для будівель доступного житла: конструктивні особливості, умовності розрахунків, пропозиції з удосконалення /А.М. Павліков, Є.М. Бабич, С.М. Микитенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Рівне: НУВГП, 2014. – Вип.29. – С. 451-460.

2. Sergii Mykytenko. Optimization Approach to Flat Slab Reinforced Concrete Building Frame Design / Sergii Mykytenko // International Journal of Engineering & Technology, Vol.7 №(4.8) (2018) pp. 157-161.

3. Вироби бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантажуванням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості: DSTU Б В.2.6-7-95. –[чинний від 1996-04-01]. – К.: Укрархінформбуд України, 1997. – 42 с. (Національний стандартУкраїни).