

КОНСТРУЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПЛИТ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ КОНСТРУКТИВНИХ СИСТЕМ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Наведені особливості конструювання та розрахунку плит збірно-монолітної конструктивної системи житлових будівель.

***Ключові слова:** збірно-монолітна конструктивна система, елемент перекриття, розрахункова схема, розрахунок.*

Приведены особенности конструирования и расчета плит сборно-монолитной конструктивной системы жилых зданий.

***Ключевые слова:** сборно-монолитная конструктивная система, элемент перекрытия, расчетная схема, расчет.*

The features of constructing and calculation of plates of prefabricated-monolithic framework of dwelling buildings are presented.

***Main words:** prefabricated-monolithic framework, overlapping element, calculation scheme, calculation.*

Постановка проблеми. На сьогоднішній день стан справ у галузі будівництва житла досить складний. З одного боку, на це впливає нестабільна економічна ситуація в країні, через що попит на квартири суттєво зменшився. Особливо це стосується недобудов: якщо, наприклад, у добудованих житлових будинках за місяць продається 1 – 4 квартири, то в недобудови населення не вкладає кошти взагалі, остерігаючись того, що квартири будуть отримані лише в далекому майбутньому. Недовіра до недобудов призвела до призупинення будівництва багатьох житлових будинків по всій країні. З іншого боку, на складний стан будівництва впливає вартість квадратного метра житла. Наприклад, за цим показником у Полтаві на даний момент ціна коливається від 5-ти до 10-ти тисяч гривень при середній заробітній платі 1,5 – 2 тисячі. При такому співвідношенні для верств населення із середнім рівнем заробітку придбання житла стає нереальним. Висока вартість житла є наслідком багатьох причин. По-перше, це будівництво традиційних цегляних житлових будинків, де домінує висока трудомісткість будівельно-монтажних робіт і низький рівень механізації, по-друге, значна матеріалоємність, недосконалість конструктивних систем житлових будівель та ін. З метою розв'язання існуючих проблем в останні роки багато будівельних підприємств почали відходити від традиційних цегляних будівель, надаючи перевагу використанню збірно-монолітних систем. Такі каркаси житлових будинків складаються з колон та плит. Використання цих систем позитивно вплинуло на прискорення будівництва житла, зменшивши термін його зведення, але здешевлення вартості майже не відбулося.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Розв'язання проблеми здешевлення житла можна здійснити за рахунок удосконалення конструктивних систем житлових будівель, в яких не будуть використовуватись ригелі, консолі й капітелі, тобто за рахунок упровадження безригельно-безконсольно-безкапітельних систем. Серед останніх досліджень і публікацій треба виділити напрям з удосконалення вже відомих [1] та існуючих проектних розробок [2, 3]. Для розрахунку елементів перекриття пропонується застосовувати розрахунок плоских рам та розрахунок елементів кінематичним способом методу граничної рівноваги [4 - 7].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, яким присвячується означена стаття. Вартість будівництва прямо пропорційно залежить від вартості конструкцій збірно-монолітної конструктивної системи, що використовується при житловому будівництві. На даний момент важливим завданням є вдосконалення конструювання та розрахунку елементів перекриття як невід'ємної частини каркаса житлової будівлі. У свою чергу це б дозволило спростити розв'язання проблеми здешевлення житла, а також уніфікувати конструкції та полегшити їх виготовлення в заводських умовах.

Формулювання цілей статті. За мету ставиться завдання вдосконалити конструкцію та розрахунок елементів перекриття каркасної збірно-монолітної конструктивної системи, яка складається лише з плит і колон. Використання такої безригельно-безконсольно-безкапітельної системи повинне привести не тільки до розв'язання проблем здешевлення житла та зменшення тривалості будівництва, але й урізноманітнення архітектурних форм будівель, уніфікації конструкцій, заводського виготовлення збірних залізобетонних елементів із високою якістю.

Виклад основного матеріалу. Розглядувана конструктивна система для зведення житлових будівель є за суттю залізобетонним каркасом, котрий за способом виготовлення збірно-монолітний, а за конструкцією безригельно-безконсольно-безкапітельний (рис. 1).

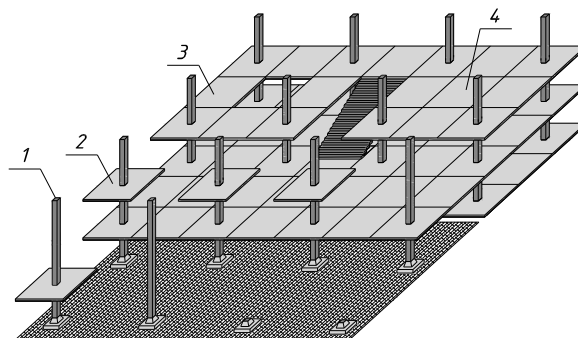


Рис. 1. Конструктивна система безригельно-безконсольно-безкапітельного каркаса:
1 – колона; 2 – надколонна плита; 3 – міжколонна плита; 4 – середня плита

Перекриття складається з 3-х типів плит – надколонних, міжколонних та середніх (рис.2). Плити уніфіковані й виготовляються в заводських умовах в однотипній опалубці, що сприяє забезпеченню їх високої якості та збільшенню обсягів виробництва. Розмір плит складає 3000 x 3000 мм.

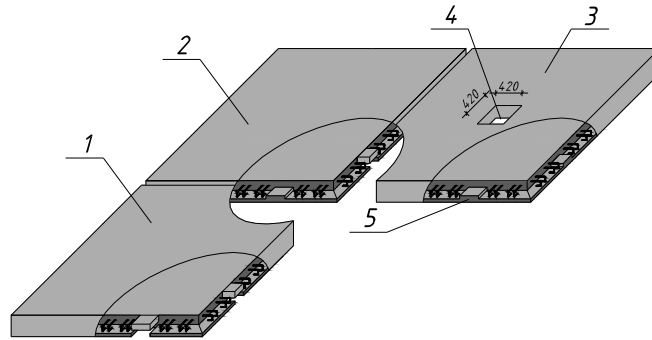


Рис. 2. Плити перекриття:
 1 – середня плита; 2 – міжколонна плита; 3 – надколонна плита;
 4 – монтажний отвір; 5 – монтажна опорна поличка

На будівельному майданчику надколонні плити «одягають» на попередньо змонтовані колони та закріплюють між собою за допомогою зварювання закладних деталей. Після цього монтажні проміжки між колонами і плитами замонолічують високоміцним бетоном, утворюючи при цьому шпонкові з'єднання.

Для конструювання надколонних та міжколонних плит пропонується використовувати зусилля, отримані з розрахунків плоских рам у відповідних напрямках. Тобто просторовий каркас розраховується на дію горизонтальних і вертикальних зусиль шляхом членування його на плоскі рами у двох перпендикулярних напрямках. При розрахунку плоских рам роль стійок виконують колони, а роль ригелів – смуги плит у прогоні між колонами, ширина котрих дорівнює їх крокові чи прогону. Вертикальні навантаження сприймаються колонами та плитами, а горизонтальні – діафрагмами жорсткості.

Для розрахунків середніх плит пропонується використовувати кінематичний спосіб методу граничної рівноваги. При цьому в основу виведення формул із визначення кількості арматури покладена схема, подана на рис. 3. Використовуючи наведену схему, плиту розглядають як систему жорстких дисків, з'єднаних між собою лінійними пластичними шарнірами вздовж ліній тріщиноутворення.

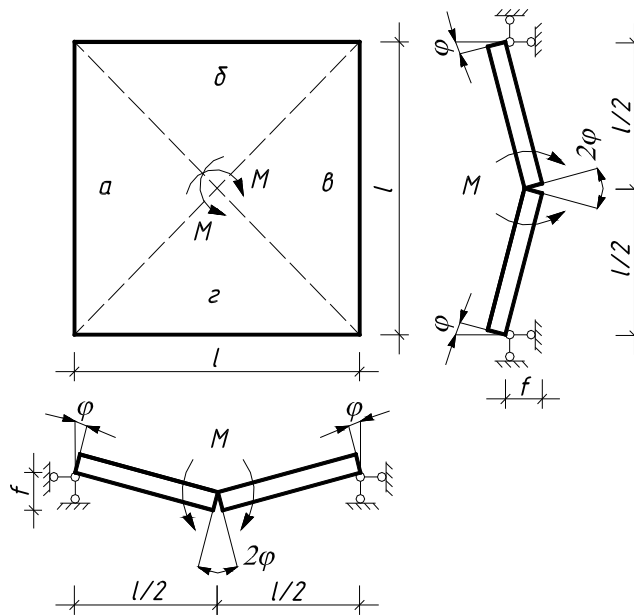


Рис. 3. Кінематична схема розрахунку міцності плити, вільно опертої по контуру:
 а, б, в, г – диски, утворені вздовж лінійних пластичних шарнірів;
 М – прогінні граничні моменти; f – прогин; φ – кут повороту дисків

Для такої системи рівняння рівноваги виражає рівність між віртуальними роботами зовнішніх W_q і внутрішніх W_M зусиль на можливих переміщеннях y_q плити в напрямку дії навантаження q

$$W_q = W_M. \quad (1)$$

Вважаючи, що на плиту діє рівномірно розподілене навантаження q , від якого вона зазнає дії двох прогінних однакових за величиною згинальних моментів M , можна записати

$$\int_A y_q \cdot q \cdot dA = \sum_{i=1}^2 M_i \cdot \varphi_i \cdot l_i, \quad (2)$$

де M_i – момент в i -му пластичному шарнірі на одиницю довжини, φ_i – кут повороту диска в i -му шарнірі пластичності; l_i – довжина i -го пластичного шарніра. Оскільки в граничному стані плита від дії навантаження q набуває форму піраміди з вершиною знизу і висотою, що дорівнює прогину f , то складова $\int_A y_q dA$ у виразі (2) являє собою об'єм V для цієї піраміди і визначається за формулою

$$V = \frac{1}{3} f l^2. \quad (3)$$

Робота внутрішніх зусиль (моментів) на відповідних кутах поворотів

$$\sum_{i=1}^2 M_i \varphi_i l_i = 2M\varphi l + 2M\varphi l = 4M\varphi l. \quad (4)$$

Ураховуючи, що у формулі (4) кут повороту дисків

$$\varphi \approx \text{tg} \varphi = f / 0,5l_1, \quad (5)$$

з рівняння (1) після підстановки в нього виразів (2) – (5) остаточно отримуємо

$$M = ql^2 / 24. \quad (6)$$

В рівнянні (6) маємо момент M , величина якого, як моменту в пластичному шарнірі на одиницю його довжини, залежить від площі перерізу розташованої тут робочої арматури A_s , що визначається формулою

$$M_i = R_s A_{si} z_{si}. \quad (7)$$

Остаточно для прийнятої розрахункової схеми рівняння рівноваги можна записати так:

$$R_s A_s z_s = ql^2 / 24. \quad (8)$$

Формула (8) дозволяє обчислювати необхідну кількість арматури A_s .

Для досягнення поставленої мети з розробки конструювання та розрахунку елементів перекриття каркасної збірно-монолітної безригельно-безконсольно-безкапітельної конструктивної системи були реалізовані такі завдання: розроблена проектна документація на будівництво двох 16-поверхових житлових будівель у м. Полтава [8] (рис. 4); на підприємстві залізобетонних виробів освоєно випуск необхідних залізобетонних конструкцій; розроблені й реалізовані технічні умови на виробі: колони, плити, сходи; проведені приймальні та кваліфікаційні випробування збірних конструкцій; визначені показники контролювання якості залізобетонних виробів; виконані проектні розробки використані при зведенні двох 16-поверхових житлових будівель у м. Полтава [8] (рис. 4).



Рис. 4. Загальний вигляд двох 16-поверхових житлових будинків, що знаходяться в процесі зведення

Висновки. Використання законструйованих залізобетонних плит перекриття спрощує їх виготовлення в заводських умовах та одночасно підвищує якість. Експлуатація цих плит підтвердила ефективність їх застосування у будівництві. Розроблена методика розрахунку їх міцності

показала задовільну збіжність даних теоретичних розрахунків з експериментальними.

Література

1. Коуэн Г. Дж. *Строительная наука XIX – XX вв.: проектирование сооружений и систем инженерного оборудования* / Г. Дж. Коуэн; пер. с англ. В. А. Коссаковского; под ред. Л. Ш. Килимника. – М.: Стройиздат, 1982. – 359 с., ил. – Перевед. изд.: *Science and Building.: Structural and environmental design in nineteenth and twentieth centuries. – A Wiley-Interscience Publikation John Wiley&Sons, New York London Sidney Toronto.*

2. Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса. Основные положения по расчету, монтажу и компоновке зданий: рабочий проект в 9-ти выпусках. Серия КУБ-2,5. Выпуск 1-1 / Фирма «КУБ» СП «ИНЭКС», Научно-проектно-строительное объединение монолитного домостроения (НСПО «МОНОЛИТ»). – М., 1990. – 49 с.

3. Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса. Монтажные узлы: рабочий проект в 9-ти выпусках. Серия КУБ-2,5. Выпуск 3-1 / Фирма «КУБ» СП «ИНЭКС», Научно-проектно-строительное объединение монолитного домостроения (НСПО «МОНОЛИТ»). – М., 1990. – 44 с.

4. СНиП 2.03.01-84 / ЦНИИпромзданий Госстроя СССР, НИИЖБ Госстроя СССР. – М.: ЦТИП Госстроя СССР, 1989. – 192 с.

5. Глебов А.М. *Справочные таблицы для строителей* / А.М. Глебов. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1988. – 144 с.

6. Справочник проектировщика. Том расчетно-теоретический. – М.: Госстройиздат, 1960. – 1040 с., ил.

7. Вахненко П.Ф. *Залізобетонні конструкції : підручник* / П.Ф. Вахненко, А.М. Павліков, О.В. Горик, В.П. Вахненко; за ред. П.Ф. Вахненка. – К.: Вища шк., 1999. – 508 с., іл.

8. Робочий проект двох 16-поверхових будинків із вбудовано-прибудованими приміщеннями громадського призначення по бульвару Б. Хмельницького, 21 в м. Полтаві.

Надійшла до редакції 28.08.2009

© А.М. ПАВЛІКОВ, С.С. ЖАРІЙ