



УДК 624.012

Національний університет
господарства
та природокористування

БЕЗКОНСОЛЬНО-БЕЗКАПІТЕЛЬНО-БЕЗБАЛКОВІ КАРКАСИ В БУДІВНИЦТВІ КОТЕДЖІВ

FLAT-SLAB FRAME SYSTEM FOR COTTAGES CONSTRUCTION

Павліков А.М., д.т.н., професор, Пінчук Н.М., к.т.н., Гарькава О.В., к.т.н.
(Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка)

Pavlikov A.M., D.Sc, professor, Pinchuk N.M., Ph.D., Garkava O.V., Ph.D.
(Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University)

Перспективним напрямком будівництва є зведення будівель котеджного типу на приміських мальовничих територіях. Для зниження вартості та скорочення термінів будівництва запропоновано застосування збірних залізобетонних конструкцій, а саме індустріального безкапітельно-безбалкового каркасу.

Construction of cottage buildings in suburban scenic areas is a promising direction of construction. To reduce cost and reduce construction time is expedient application of precast concrete structures, such as industrial uncapital ungirder frame structure. Today, this framework has undergone many improvements, and therefore it can be offered to solve such problems. The structure of the frame includes columns, rigidity elements and slabs of overlapping. Design schemes and testing equipment are developed and proposed for research bearing capacity of the main structural elements of the frame. The results of the experimental investigation of reinforced concrete slabs of a flat-slab constructive system of buildings are presented. In this case, the assessment of the main structural elements of the frame, the details of their construction are given. The uncapital ungirder frame constrictive system has already proved in practice the effectiveness of its application for the erection of multistory residential buildings. On the basis of the conducted research, constructive solutions for buildings of cottage type are proposed. Today, this frame has undergone many improvements, and therefore it can be offered for solving such problems. The proposed constructive decisions will facilitate the massive introduction of industrial frame structure in housing construction to solve the problem of providing affordable housing for the population.

Ключові слова: будинки котеджного типу, безкапітельно-безбалковий каркас, конструктивна система, залізобетонний елемент.

Вступ. Попит населення на комфортне житло, яке було б доступне громадянам середнього рівня матеріального забезпечення, як свідчить сьогоденна статистика, зростає. Нажаль, сучасні пропозиції будівельної галузі поки що суттєво відстають від такого побажання. На сьогодні, як свідчать самі виробничники, житло переважно зводиться із традиційних цегляних конструктивних елементів і в середньому складає до 8 тисяч гривень за один квадратний метр в будинках із найнижчими показниками архітектурно-планувальних рішень та до 15 тисяч гривень – з поліпшеними в так названих будинках елітного типу. Причин існування такої проблеми у сфері забезпечення людей житлом дуже багато. Основні серед них – висока трудомісткість будівельних робіт, низький рівень механізації технологічних процесів будівельного виробництва, малоповерховість житлових будівель, значна матеріалоємність та недосконалість конструктивних систем житлових будівель.

Постановка мети і задач досліджень. На українській містобудівній арені котеджне містечко як явище з'явилося порівняно недавно, а саме, тоді, коли стала можливою купівля землі у великих обсягах. Головною ознакою котеджного містечка є одночасне, або майже одночасне зведення усіх будинків у ньому. Головне, що містечка будують не поступово, а відразу, втілюючи цілісний архітектурний проект. Отримується ділянка, розробляється проект, будується комплекс будинків (рис. 1), а потім продається.



Рис. 1. Приклад генерального плану котеджного містечка

Будинки в таких котеджних містечках будуються не тими, хто в них житиме, а професійними спеціалізованими будівельними організаціями. Будівництво містечок – потужна індустрія, система, що починається з отримання великих ділянок і закінчується організованим продажем будинків. Такі спеціалізовані містечка часто облаштовують інфраструктурою такою як

магазини, дитячі майданчики, садочки і навіть школи. Надзвичайно зручним є їх розташування вздовж дорожнього полотна.

Дуже важливим питанням, із яким необхідно визначитися при плануванні проекту містечка, є також рівень готовності будинків при здачі їх покупцями. Як правило, майбутні власники таких котеджів прагнуть до реалізації своєї індивідуальності та втілення фантазії і неординарних дизайнерських рішень інтер'єрів. Стрімке зростання цін на квартири в обласних центрах поступово схиляє споживача до купівлі або будівництва власного замиського будинку. Тому, пошук конструктивного рішення такої забудови, котре надасть змогу вирішити питання придбання житла за доступними цінами є актуальною задачею.

Традиційні об'ємно-планувальні та конструктивні рішення котеджних будинків. Котеджі бувають переважно двоповерховими з внутрішніми сходами: зазвичай на першому поверсі розташовуються загальна кімната, кухня, господарські приміщення, на другому – спальні. Котедж призначений для проживання в ньому однієї родини.

Як правило, типове об'ємно-планувальне рішення котеджного будинку (рис. 2) виглядає таким чином: цокольний поверх висотою 2,80 м та один або два поверхи висотою 3,00 м. На цокольному поверсі можливе розташування басейну, лазня і бойлерної або ж гаражу.



Рис. 2. Типове проектне рішення котеджного будинку

Малоповерхові житлові будинки котеджного типу традиційно зводять за стіновою конструктивною системою. В цьому випадку вартість фундаменту становить близько 15-20% від вартості будинку. При використанні стінової конструктивної системи стіни одночасно виконують огорожувальні та несучі функції. Матеріали для зведення стін обирають залежно від

кліматичних умов, призначення та капітальності будівлі, його поверховості, від технічної та економічної доцільності. Стіни можуть бути виконані із залізобетонних панелей з ефективним утеплювачем, блоків з особливо легких бетонів, але найпоширенішим матеріалом є цегла. В якості конструкцій перекриття зазвичай використовуються багатопустотні залізобетонні панелі. Найбільш поширені горищні скатні дахи і суміщені покриття.

З наведеного вище опису конструктивного вирішення будівлі очевидним є різноманіття будівельних матеріалів та велика кількість номенклатури будівельних виробів для її зведення, окрім того виконання робіт з цегляної кладки стін надзвичайно трудомістке і потребує багато часу та робітників високої кваліфікації. Все це суттєво впливає на вартість такої будівлі та робить її недоступною для верств населення із середнім матеріальним достатком. Держава вирішує цю проблему шляхом надання іпотечних кредитів на житло, але більш ефективним є подолання цієї проблеми шляхом застосування нових інженерних рішень та досягнень будівельної галузі. Зокрема, ми пропонуємо застосовувати для зведення таких будівель індустріальний безбалковий безкапітільний каркас, котрий ефективно зарекомендував себе при зведенні багатопверхових житлових будівель [1, 2].

Безбалкова безкапітільна конструктивна система. Розв'язання існуючої проблеми забезпечення населення доступним житлом можливе за рахунок удосконалення технології будівництва житлових будівель на основі впровадження конструктивних систем, серед котрих найпривабливішою є збірно-монолітний безкапітільно-безбалковий каркас з мінімальною кількістю типорозмірів збірних конструкцій (рис. 3).

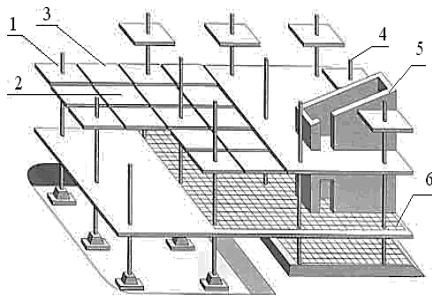


Рис. 3. Схема безкапітільно-безбалкової конструктивної системи будівлі:
1 – надколонна плита; 2 – середня плита; 3 – міжколонна плита; 4 – колона;
5 – діафрагма жорсткості; 6 – покриття поверху

За своєю сутністю дана конструктивна система являє плоскі залізобетонні перекриття безпосередньо поєднані з колонами за рахунок прогресивних вирішень їх стиків. У будівлях з такими каркасами відсутні балки, консолі колон, капітелі. Вона дозволяє швидко трансформувати приміщення під нове призначення, забезпечує автономізацію їх обігріву. А

оскільки окремі елементи просторового каркасу мають максимальну заводську готовність і їх поєднання між собою передбачає замонолічування монтажних проміжків на незначних за площею ділянках, то застосування даної конструктивної системи – також один із шляхів реанімації індустріального виробництва на заводах із виготовлення збірного залізобетону, що дозволить значно економити енергоресурси.

Міжповерхові перекриття у будівлях із каркасом, що пропонується до застосування, (рис. 3) складаються з трьох типів збірних залізобетонних плит: надколонних (поз. 2), міжколонних (поз. 3) та середніх (поз. 4). Товщина усіх плит – 160 мм, їх розміри в плані, з метою уніфікації опалубки, прийняті однаковими – 3000×3000 мм. Надколонні плити (2) кріпляться (рис. 3) за допомогою зварювання закладених в них обойм (4) до арматури колони (1), а передбачені монтажні проміжки в 20 мм між колоною та обоймою, а також між плитами заповнюються високоміцним дрібнозернистим бетоном. При цьому в забетонуваних проміжках утворюються шпонки (3), бетон котрих додатково зміцнюється за рахунок роботи в умовах всебічного обтиснення, сприяючи замість ванного зварювання арматурних випусків у колонах використовувати тільки монтажні шви. Вертикальними несучими елементами каркасу є збірні залізобетонні двоярусні колони розмірами перерізу 400×400 мм, а також частково залізобетонні діафрагми жорсткості. Стикування колон примусове за рахунок входження стержня-фіксатора нижнього торця верхньої колони в гніздо верхнього торця нижньої колони

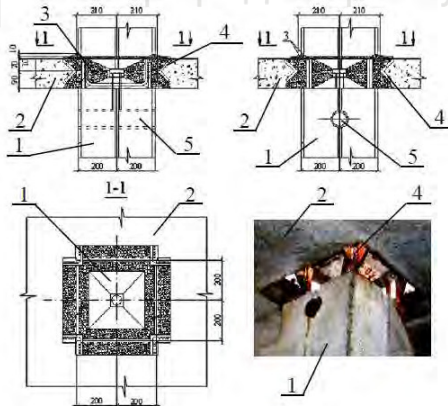


Рис. 4. Схеми з'єднання надколонної плити з колоною: 1 – колона; 2 – плита (вид знизу); 3 – бетон; 4 – сталевая обойма; 5 – монтажний отвір

Просторова жорсткість та стійкість застосованого каркасу будівель забезпечується як за рахунок лінійних в'язів (залізобетонних або металевих кісців) так і суцільних залізобетонних діафрагм жорсткості. В елементах каркасу від дії зовнішніх навантажень внутрішні зусилля підраховуються за

допомогою ПЕОМ в програмному комплексі „Structure CAD 11.1“, оснований на методі просторових скінчених елементів, які моделюють роботу матеріалів несучих конструкцій та ґрунтової основи. У розрахункових схемах просторового каркасу стійками служать колони, горизонтальними дисками – перекриття, складене з плит. Експериментально-теоретичні дослідження показали, що зусилля в елементах безкапітельно-безбалкового каркасу можна розраховувати простими інженерними методами [3, 4], попередньо розчленувавши просторовий каркас на плоскі ортогональні рами у вигляді ригелів-плит, що підтримуються колонами. При цьому вертикальні навантаження сприймаються колонами, умовними ригелями-плитами та частково діафрагмами жорсткості, а горизонтальні – тільки елементами жорсткості.

Запроектовані до використання в каркасі будівлі елементи були випробувані в ПолтНТУ в лабораторії кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій та опору матеріалів. При цьому для кожного з елементів, тобто колон, плит та сходових маршів були розроблені окремі можливі розрахункові схеми та виготовлене випробувальне устаткування.

У зведених будинках в колонах застосовуються стержньова арматура класу А500С в кількості $4\varnothing 28 - 6\varnothing 28$. Надколонна плита в розтягнутій має дві сітки з арматури класу А-500С: одна містить стержні в обох напрямках по $16\varnothing 14$, а друга – по $12\varnothing 14$; стиснута зона армована сіткою з дроту класу Вр-І по $20\varnothing 4$ в обох напрямках (рис. 5).

У міжколонній плиті в розтягнутій зоні дві сітки з арматури класу А-500С. Стержні: в одній по $16\varnothing 14$, у другій – по $12\varnothing 14$ в обох напрямках; стиснута зона армувалась в обох напрямках $20\varnothing 4$ сіткою з дроту класу Вр-І (В 500). У середній плиті у розтягнутій зоні у сітках з дроту класу Вр-І по $12\varnothing 8$ та $7\varnothing 8$ в обох напрямках в кожній, стиснута зона запроектована без арматури.

Для надколонної плити реалізовувана розрахункова схема плити не тільки у вигляді обпертої по контуру (рис. 5), але й як балки – частини ригеля між його нульовими точками на обвідній епюрі згинальних моментів (для плоскої рами каркасу). Випробовування здійснено на дію розрахункових значень навантажень. Завантаження здійснювалось гідравлічними домкратами (8) потужністю 500 кН за допомогою насосної станції (10).

Руйнування надколонних плит відбувалося при загальному навантаженні $3,02 \text{ т/м}^2$, середніх – при $2,4 \text{ т/м}^2$, міжколонних – при $1,8 \text{ т/м}^2$. Отже, безбалкова безкапітельна конструктивна система для зведення житлових будівель пройшла лабораторні всебічні випробування всіх конструктивних елементів. До кожного конструктивного елемента (колона, надколонна плита, міжколонна плита, середня плита, сходовий марш) на кафедрі залізобетонних і кам'яних конструкцій та опору матеріалів Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка розроблено



технічні умови. Виконано техніко-економічне порівняння з іншими конструктивними системами [5].

У місті Полтава вже зведено декілька 16-ти та 9-ти поверхових житлових будівель за цією конструктивною системою, що успішно експлуатуються мешканцями. Тому використання цієї конструктивної системи доцільно пристосувати і під малоповерхове житло котеджного типу.

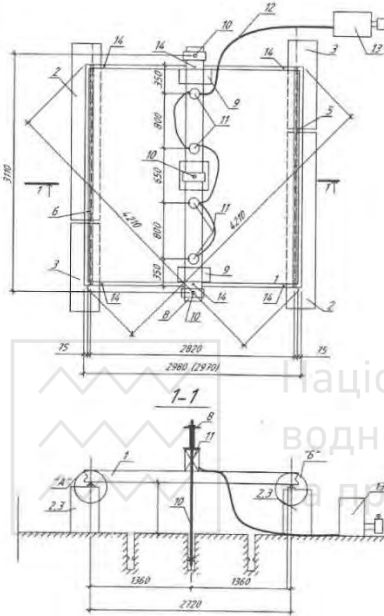


Рис. 5. Схема та загальний вигляд устаткування для випробовувань надколонної плити: 1 – плита; 2, 3 – опори; 4, 7 – металеві пластини; 5, 6 – рухома та нерухома опори; 8 – траверса зі швелера №30; 9 – монтажні опори; 10 – тяжі; 11 – гідродомкрати; 12, 13 – насосна станція; 14 – прогиноміри

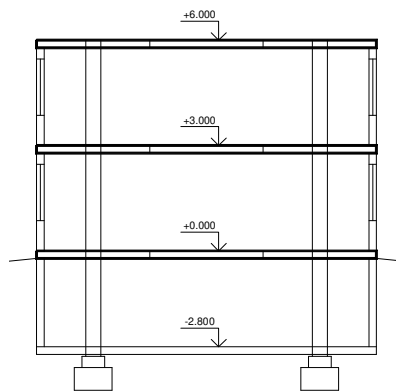
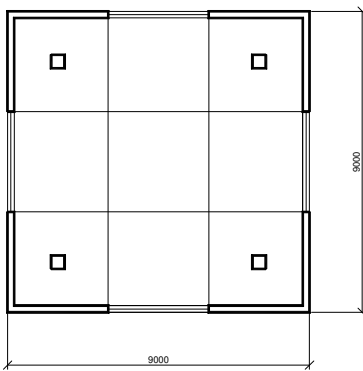


Рис. 6. Приклад плану та розрізу котеджного будинку зведеного за безбалковою безкапітельною конструктивною системою

Для прикладу розроблено схематичний план типового котеджного будинку розмірами 9х9м, котрий представлений на рис. 2. В результаті оримаємо будівлю (рис. 6), каркас котрої складається з мінімальної кількості конструктивних елементів, що є індустріальними (виготовляються на заводах залізобетонних виробів, а отже мають високу якість) та швидко монтуються за допомогою мобільних кранів. Простір всередині будівлі власник може вільно розпланувати за своїми вподобаннями.

Висновки. Експериментальні дослідження показали, що застосування безкапітально-безбалкових каркасів для зведення житлових будівель котеджного типу дозволяє реалізовувати на практиці такі основні їх переваги:

- 1) ландшафт забудови привабливо урізноманітнюється за рахунок надання кожній будівлі неповторних архітектурних форм;
- 2) будівлям притаманна автономність у архітектурно-планувальних рішеннях;
- 3) значно скорочується строк будівництва;
- 4) запуск виробничої лінії з виготовлення збірних елементів є достатньо простим і здійснюється у мінімальні строки;

1. Павліков А. М. Особливості конструктивної системи збірно-монолітних каркасних багатопверхових будівель під соціальне житло / А. М. Павліков, В. А. Пашинський, С. М. Микитенко, М. М. Губій, Є. М. Бабич, Б. М. Петтер // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2009. – Вип. 18. – С. 390–395.

2. Павліков А. М. Безкапітально-безбалкова каркасно-конструктивна система будівлі: особливості та досвід викорис-тання під доступне житло / А. М. Павліков, Є. М. Бабич, Б. М. Петтер // Будівельні конструкції : міжвід. наук.-техн. зб. наук. пр. (будівництво) / ДП ДНД ІБК. – Вип. 78: в 2-х кн. Кн. 1. – К.: ДП НДІБК, 2013. – С. 28 – 46.

3. Павліков А. М. Безкапітально-безбалкові конструктивні системи для будівель доступного житла: конструктивні особливості, умо-вності 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.

4. Павліков А. М. Конструювання та розрахунок плит збірно-монолітних конструктивних систем житлових будівель / А. М. Павліков, С. С. Жарий // Галузеве машинобудування, будівницт-во : зб. наук. пр. – Полтава : ПолтНТУ, 2009. – Вип. 24. – С. 8–13.

5. Павліков А. М. Конструктивні системи швидкого зведення житлових будівель / А. М. Павліков, Н.М. Пінчук, Т.Ю. Качан // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди.-2016.-Вип. 32.-С. 373-380.-Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/rmkbs_2016_32_53

1. Pavlikov A. M. Osoblyvosti konstruktyvnoi systemy zbirno-monolitnykh karkasnykh bahatopoverkhovykh budivel pid sotsialne zhytlo / A. M. Pavlikov, V. A. Pashynskiy, S. M. Mykytenko, M. M. Hubii, Ye. M. Babych, B. M. Petter // Resursoekonomni materia-ly,

2. Pavlikov A. M. Bezkapitelno-bezbalkova karkasno-konstruktyvna systema budivli: osoblyvosti ta dosvid vykorys-tannia pid dostupne zhytlo / A. M. Pavlikov, Ye. M. Babyeh, B. M. Peter // Budivelni konstruktsii : mizhvid. nauk.-tekhn. zb. nauk. pr. (budivnytstvo) / DP DND IBK. – Vyp. 78: v 2-kh kn. Kn. 1. – K. : DP NDIBK, 2013. – S. 28 – 46.

3. Pavlikov A. M. Bezkapitelno-bezbalkovi konstruktyvni systemy dlia budivel dostupnogo zhytla: konstruktyvni osoblyvosti, umo-vnosti rozrakhunkiv, propozytsii z udoskonalennia / A. M. Pavlikov, Ye. M. Babyeh, S. M. Mykytenko // Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy : zb. nauk. prats. – Rivne : NUVHP, 2014. – Vyp. 29. – S. 451–460.

4. Pavlikov A. M. Konstruiuvannia ta rozrakhunok plyt zbirno-monolitnykh konstruktyvnykh system zhytlovykh budivel / A. M. Pavlikov, S. S. Zharyi // Haluzeve mashynobuduvannia, budivnytst-vo : zb. nauk. pr. – Poltava : PoltNTU, 2009. – Vyp. 24. – S. 8–13.

5. Pavlikov A. M. Konstruktyvni systemy shvydkoho zvedennia zhytlovykh budivel / A. M. Pavlikov, N.M. Pinchuk, T.Iu. Kachan // Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy.-2016.-Vyp. 32.-S. 373-380.

