

БЕЗКАПІТЕЛЬНО-БЕЗБАЛКОВА КАРКАСНА КОНСТРУКТИВНА СИСТЕМА БУДІВЛІ: ОСОБЛИВОСТІ ТА ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ПІД ДОСТУПНЕ ЖИТЛО

Павліков А.М.
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка
м. Полтава, Україна

Бабич Є.М.
Національний університет водного господарства та природокористування
м. Рівне, Україна

Петтер Б.М.
Державний проектний інститут містобудування „Міськбудпроект“
м. Полтава, Україна

АНОТАЦІЯ: Викладено особливості конструкції безкапітельно-безбалкового каркасу будівлі: складові елементи, переваги та недоліки, досвід застосування.

АННОТАЦИЯ: Изложены особенности конструкции безкапительно-безбалочного каркаса здания: составляющие элементы, преимущества и недостатки, опыт использования.

ABSTRACT: The features of prefabricated-monolithic framework constructions of buildings: composite elements, positive qualities, methods of calculation, are represented.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Безкапітельно-безбалковий каркас, конструктивна система, залізобетонний елемент.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

На сучасному етапі будівельна галузь в Україні характеризується однаково актуальними проблемами як із забезпечення доступним житлом середніх за матеріальним рівнем верств населення, так і створення конструкцій будівель високої енергоефективності. Адже, за твердженнями самих виробників, вартість житла сьогодні в середньому складає майже 8 тисяч гривень за один квадратний метр в будинках зі звичайними

показниками архітектурно-планувальних рішень та не менше 10 тисяч гривень – з поліпшеними, в так званих будинках елітного типу [1 – 4].

Причин існування такої насущної проблеми у сфері забезпечення людей житлом дуже багато. Основні серед них – це висока трудомісткість зведення будівель через переважне застосування недосконалих конструктивних систем, низький рівень механізації технологічних процесів будівельного виробництва, мала поверховість житлових будівель та значна їх матеріалоемність.

Є багато досліджень, у котрих в тій чи іншій мірі викладено аспекти з розв'язання існуючих проблем. Але навіть короткий їх аналіз показує [5 – 11], що найдоцільніше їх вирішувати за рахунок упровадження нових технологій будівництва, серед яких найпершої уваги заслуговує напрям з подальшого удосконалення відомої ще з 1940 року пропозиції використання в будівництві безкапітельно-безбалкового каркасу [5 – 7], що також підтверджується сучасними проектними розробками [8 – 11].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

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 безкапітельно-безбалковий каркас з мінімальною кількістю типорозмірів збірних конструкцій (рис. 1).

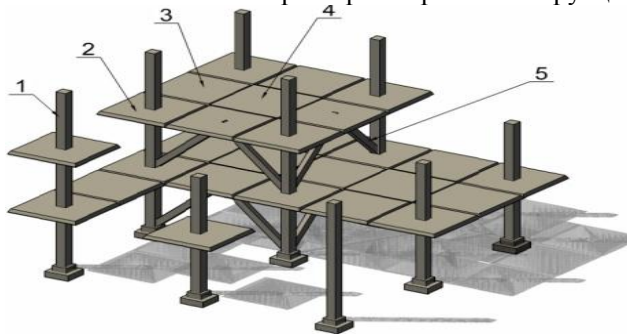


Рис. 1. Схема безкапітельно-безбалкової конструктивної системи житлової будівлі: 1 – колона; 2 – надколонна плита; 3 – міжколонна плита; 4 – середня плита; 5 – елемент жорсткості

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 замонолі-

чужання 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.

З метою апробації ефективності безкапітельно-безбалкового каркасу у 2008 році за проектом державного проектного інституту містобудування «Міськбудпроект» вперше у м. Полтаві були зведені будівлі під соціальне (доступне) житло (рис. 2), а також будівлі іншого призначення. Практика підтвердила його суттєві переваги в архітектурно-планувальних та конструктивних рішеннях порівняно з будівлями, котрі будуються на основі інших прототипів каркасної та стінової конструктивних систем.



Рис. 2. Загальний вигляд житлових 16-ти поверхових будинків у м. Полтаві по вул. Богдана Хмельницького, 21 (зліва) та по вул. Жовтневій, 60-д (справа) у процесі зведення

Міжповерхові перекриття у будівлях із застосованим каркасом (рис.1) 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 забетонованих проміжках утворюються шпонки (3), бетон котрих самозміцнюється 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 з 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.

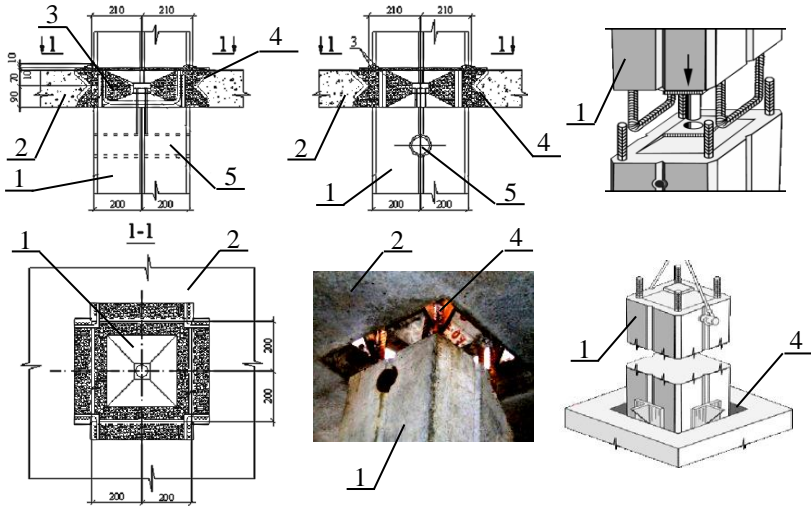


Рис. 3. Схеми з'єднання надколонної плити з колоною: 1 – колона; 2 – плита (вид знизу); 3 – бетон; 4 – сталева обойма; 5 – монтажний отвір

Каркас, розроблений для зведення будівель висотою в 16 поверхів у районах зі сейсмічністю до 9 балів, швидко монтується і наділений значною простотою при виготовленні окремих елементів.

Просторова жорсткість та стійкість застосованого каркасу будівель забезпечена головним чином за рахунок лінійних в'язів (залізобетонних або металевих кісців) та суцільних залізобетонних діафрагм жорсткості.

В елементах каркасу від дії зовнішніх навантажень внутрішні зусилля підраховувалися за допомогою ПЕОМ в програмному комплексі „Structure CAD 11.1“, основаному на методі просторових скінчених елементів для випадку як лінійної, так і нелінійної роботи матеріалів несучих конструкцій та ґрунтової основи. У розрахункових схемах просторового каркасу стійками служили колони, горизонтальними дисками – перекриття, складене з плит. За в'язі приймалися вертикальні залізобетонні діафрагми та підкоси.

Експериментально-теоретичні дослідження показали, що зусилля в елементах безкапітельно-безбалкового каркасу можна розраховувати простими інженерними методами, 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. Наприклад, для надколонної плити реалізовувалась розрахункова схема плити не тільки у вигляді обпертої по контуру (рис. 4), 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).

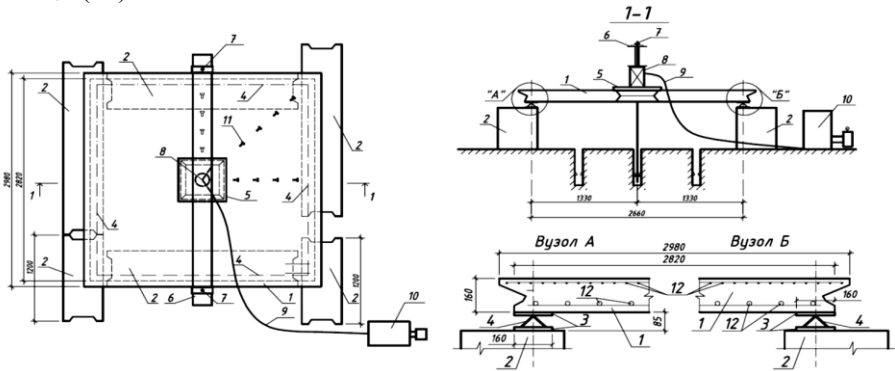


Рис. 4. Схема устаткування для випробовування надколонної плити:
 1 – плита; 2 – опора; 3 – сталеві підкладка; 4 – шарнірно-нерухома опора; 5 – сталеві пластина; 6 – траверса; 7 – металеві тяжі;
 8 – гідравлічний домкрат $F=500$ кН; 9 – маслопровід; 10 – насосна станція; 11 – тензодатчики; 12 – робоча арматура

У зведених будинках (рис. 2) в колонах застосована стержньова арматура класу А500 в кількості $4\emptyset 28 - 6\emptyset 28$. Надколонна плита в розтягнутій мала дві сітки з арматури класу А-500: одна містила стержнів в обох напрямках по $16\emptyset 14$, а друга – по $12\emptyset 14$; стиснута зона армована сіткою з дроту класу Вр-I по $20\emptyset 4$ в обох напрямках.

У міжколонній плиті в розтягнутій зоні у двох сітках з арматури класу А-500 в обох напрямках стержнів: у одній по $16\emptyset 14$, у другій – по $12\emptyset 14$; стиснута зона армувалась в обох напрямках $20\emptyset 4$ сіткою з дроту класу Вр-I. У середній плиті у розтягнутій зоні у сітках з дроту класу Вр-I було по $12\emptyset 8$ та $7\emptyset 8$ в обох напрямках в кожній, стиснута зона запроектована без арматури.

Руйнування надколонних плит відбувалося при загальному навантаженні $3,02$ т/м², середніх – при $2,4$ т/м², міжколонних – при $1,8$ т/м².

Як показали дослідження застосування безкапітельно-безбалкових каркасів дозволяє реалізовувати на практиці такі основні їх переваги [9-11]:

1) консольна частина перекриття уздовж його периметру надає кожній будівлі неповторних архітектурних форм, привабливо урізноманітнюючи цим самим міський ландшафт;

2) будівлям притаманна автономність у архітектурно-планувальних рішеннях;

3) строк будівництва значно скорочується;

4) запуск виробничої лінії з виготовлення збірних елементів є достатньо простим і здійснюється у мінімальні строки;

5) для будівництва існує багато готових проектних рішень.

Безкапітельно-безбалкова конструктивна система позитивно зарекомендувала себе на зведенні будівель більш ніж у 30 регіонах Росії [9-11]. Об'єми її освоєння щорічно збільшуються.

За даними багатьох проектів та інформаційних джерел [8-11] у табл.1 наведено основні показники, котрі достатньо повно характеризують переваги розглянутої у даній статті безкапітельно-безбалкової каркасної конструктивної системи у порівнянні з найбільш відомими.

Таблиця 1

Порівняння основних показників безкапітельно-безбалкової каркасної конструктивної системи

Показник	Конструктивні системи		
	Моноліт	КПБ-135	КУБ
Усього сталі на 1 м ² перекриття	27 кг/м ²	48 кг/м ²	18 кг/м ²
Усього бетону на 1 м ² перекриття	0,28 м ³ /м ²	0,8 м ³ /м ²	0,2 м ³ /м ²
Товщина перекриття	200 мм	160 мм	160 мм
Сітка колон	6,3×6,3 м	6×3 м	6×6 м
Арх.-планувальне рішення	вільне	фіксоване	вільне
Затрати на монтаж 1 м ² перекр. (подача бетону бетононасосом)	21 люд./год·м ²	1,1 люд./год·м ²	0,7 люд./год·м ²
Строк монтажу 12-ти поверхів	6 місяців	3 місяці	3 місяці

ВИСНОВКИ

Упровадження безкапітельно-безбалкової каркасної конструктивної системи у будівництво багатоповерхових будівель під житло дозволяє зменшити його вартість 1м² майже на 40% у порівнянні з будівлями, що зводяться за традиційними стіновими та каркасними конструктивними системами. При цьому швидкість зведення будівлі зростає на 50%, інтенсивність забезпечення населення житлом збільшується і можливості населення, з огляду доступності його придбання, значно розширюються.

Виконання розробок, націлених на масове впровадження безкапітельно-безбалкової каркасної конструктивної системи в будівництво сприятиме відновленню роботи заводів з випуску збірних залізобетонних конструкцій.

З метою розширення об'ємів застосування безкапітельно-безбалкової каркасної конструктивної системи у галузі будівництва необхідно розробити технічні умови на виготовлення її збірних елементів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ярошенко Ганна. Найбільше будуємо соціального житла, бо поки що у нас не так багато людей, які можуть дозволити собі елітне / Ганна Ярошенко // Вечірня Полтава. – 2008. – №22. – С. 4.
2. Цветов Олександр. Будівництво: традиційне чи інноваційне / Олександр Цветов // Вечірня Полтава. – 2008. – №27. – С. 6.
3. Москаленко Марія. Будинки, побудовані за системою КУБ-2.5, здатні забезпечити споживачів доступним і, головне, якісним житлом / Марія Москаленко // Вечірня Полтава. – 2010. – №49 (929). – С. 2.
4. Ключко Оксана. Переживаючи економічну кризу, «Полтавабудінвест» розробляє нові технології, що здешевлюють будівництво на третину, і зводять сейсмостійкі багатоповерхівки / Оксана Ключко // Вечірня Полтава. – 2009. – №7 (834). – С. 5.
5. Blekey F.A. Towards an Australian structural form – the flat plate / F.A. Blekey // Architecture in Australia. – 1965. – P. 115 – 127.
6. Stasio J. Di. Flat plate rigid frame design of low coshosing project in Newark and Atlantik Citi / Stasio J. Di, F. A. Blekey // N. J. Proc. American Concrete Institute. – 1941. – V. 37. – P. 309 – 324.
7. Коуэн Г. Дж. Строительная наука XIX–XX вв. : Проектирование сооружений и систем инженерного оборудования / Генри Дж. Коуэн; пер. с англ. В. А. Коссаковского; под ред. Л.Ш. Килимника. – М. : Стройиздат, 1982. – 359 с.
8. Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса. Основные положения по расчету, монтажу и компоновке зданий: рабочий проект : у 9-ти выпусках. / Фирма „КУБ“ СП „ИНЭКС“, Научно-проектно-строительное объединение монолитного домостроения. – М. : НСПО „МОНОЛИТ“, 1990. – (Серия КУБ-2,5).
9. Что такое «КУБ-2,5»: электронные ресурсы. – Режим доступа: Google: zavod-zhbi.com.ua/tehnologiya-kub-2-5/.
10. Научно-проектное-объединение «КУБ» ООО ("НПО КУБ"): – Режим доступа : Google: www.kub-25.ru/.
11. Описание системы по информации НПО "КУБ": электронные ресурсы – Режим доступа : Google: kub-invest.ru/sist.html.

Стаття надійшла до редакції 26.02.2013 р.