УДК 624.012.4

ГНІДЕЦЬ Б.Г.
Д-р технічних наук, проф., проф. кафедри,
Національний університет "Львівська політехніка",
м. Львів, Україна,
e-mail: ibid-ad@ukr.net, тел.: +38 (097) 548-72-83

ЗБІРНІ КАРКАСИ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ З НЕРЕГУЛЯРНОЮ СІТКОЮ КОЛОН І ЗМІННОЮ ВИСОТОЮ ПОВЕРХІВ

АНОТАЦІЯ

У будівництві багатоповерхових будинків різного призначення, протягом багатьох десятиліть застосовували переважно збірні типові каркаси з регулярною сіткою колон і постійною висотою поверхів. Такі типові збірні і нетипові каркаси мають ряд недоліків, таких як: різнотипність збірних елементів, складність в монтажі, висока трудомісткість і вартість будівництва.

Для уникнення цих недоліків запроектовано і розроблено нову систему каркасів із нерегулярною сіткою колон і змінною висотою поверхів. У цій системі каркасів прийнято нову, відмінну від типових та інших відомих, схему поділу рам каркасів на збірні елементи, а саме – поділ на великорозмірні однотипні елементи ригелів і колон. Такі однотипні великорозмірні елементи каркаса з'єднуються між собою у вузлах і стикуються в багатопрогонові не у вузлах, а в зонах нульових моментів у прогонах ригелів або колон. Однотипність збірних елементів ригелів і колон нових каркасів створює умови для виготовлення всіх типорозмірів на одній технологічній лінії на заводах або на місці будівництва.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: каркас, багатоповерхові системи, будинки, збірні елементи, вузли, з'єднання, перекриття.

PREFABRICATED CARCASSES FOR HIGH-RISE BUILDINGS WITH IRREGULAR GRIDS OF COLUMN AND VARIABLE HEIGHT OF FLOORS

HNIDETS B.G. Dr., Prof., Prof. of Chair, National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine,
e-mail: ibid-ad@ukr.net, tel.: + 38 (097) 548-72-83

ABSTRACT

Typical prefabricated carcasses with a regular grid of columns and a constant height of floors were used mostly in the construction of multi-storey buildings for different purposes, for many previous decades. Such typical prefabricated and non-typical carcasses have several drawbacks: diversity of the prefabricated elements, complexity of installation, high work content and cost of construction.

A new system of carcasses with irregular grid of columns and variable height of floors is proposed to avoid these drawbacks. In this carcass system a new (distinct of other known and typical examples) scheme of carcass frames dividing on prefabricated elements was accepted, namely: the dividing on large-size identical elements of the beams and columns. These the identical large-size carcass elements are interconnected in nodes and joined into multi-span system not in the knots, but in the points of zero moments in the span of beams or columns. The identity of prefabricated elements of beams and columns for new carcasses creates conditions for manufacturing all types and sizes on the same production line at the factory or at the construction site.

KEY WORDS: carcass, multi-storey system, buildings, prefabricated elements, nodes, joins, floors.

ВСТУП

У сучасному будівництві багатоповерхових житлових, громадських і промислових будинків та будівель іншого призначення широко застосовують різні каркасні системи з залізобетону, а також із металу і дерева.

При цьому, з використанням залізобетону для житлового багатоповерхового будівництва застосовують переважно монолітні конструкції, а збірні і збірно-монолітні відносно в меншій кількості. Як відомо із досвіду будівництва минулого століття [1], в Україні для промислових і громадських будинків широко застосовували переважно типові конструкції каркасів серій ИИ-20 та ИИ-04, а в житлових будинках типові збірні каркаси використовувались рідко.

АНАЛІЗ ВІДОМИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Конструкції збірних типових і нетипових монолітних каркасів багатоповерхових будинків різного призначення широко описані в технічній літературі [1-5]. Переважна більшість сис-тем і конструкцій відомих каркасів із використанням різних матеріалів ма-

ють ряд недоліків, таких як: різнотипність збірних елементів, складність монтажу і з'єднання у вузлах, сезонність виконання будівельних робіт, різнотипність технології виготовлення елементів і обмеженість щодо застосування їх для багатоповерхового житлового будівництва. Крім цього жодна із систем збірних каркасів багатоповерхових будинків не відповідає вимогам збірно-розбірності, які можуть виникати після певного періоду експлуатації будинків і необхідності їх демонтажу з різних причин.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Розроблення нової конструкції каркаса полягає у вирішенні проблеми застосування збірних залізобетонних каркасів у багатоповерховому житловому та іншому будівництві, значного зменшення його вартості, трудомісткості, часу будівництва і введення в експлуатацію порівняно з монолітними конструкціями каркасів. Запропонований збірний каркас нової конструкції порівняно з відомими має цілий ряд переваг і може бути ефективно застосований для багатоповерхового житлового та іншого будівництва з використанням сучасних нових ефективних матеріалів і технологій.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Для застосування збірних каркасів у багатоповерховому житловому та іншому будівництві замість монолітних і збірних залізобетонних та відомих металевих конструкцій пропонується нова система каркасів з нерегулярною сіткою колон і використанням великорозмірних збірних елементів.

У новій системі каркасів з метою забезпечення можливості зміни сітки колон і застосування великорозмірних збірних елементів прийнята нова, відмінна від типових та інших відомих, схема поділу рам каркасів на збірні елементи.

Збірний каркас запропонованої системи з нерегулярною сіткою колон і змінною висотою поверхів для багатоповерхового житлового, громадського, промислового та інших видів будівництва виконують з однотипних великорозмірних збірних елементів колон і ригелів із застосуванням різних матеріалів: залізобетону, металу і дерева.

Збірні елементи каркаса, виготовлені з одного з цих матеріалів, або ж в різних можливих комбінаціях, з'єднуються між собою в однотипних вузлах рам, а по довжині – в зонах нульових моментів у прогонах.

На рис. 1 показана схема каркаса багатоповерхового будинку в поперечному розрізі для нерегулярної сітки колон і змінної висоти поверхів і для прикладу показано чотири можливі комбінації величин прогонів у межах осей від 1 до 11 при ширині будинку 24 м, а саме:

- 7,50+9,00+7,50 (м);
- 6,00+6,00+6,00+6,00 (м);
- 6,00+12,00+6,00 (м);
- 4,50+4,50+7,50+3,00+4,50 (м).

Такі каркаси багатоповерхових будинків виконують з однотипних великорозмірних елементів: двовіткових колон, складених із збірних елементів 1 і

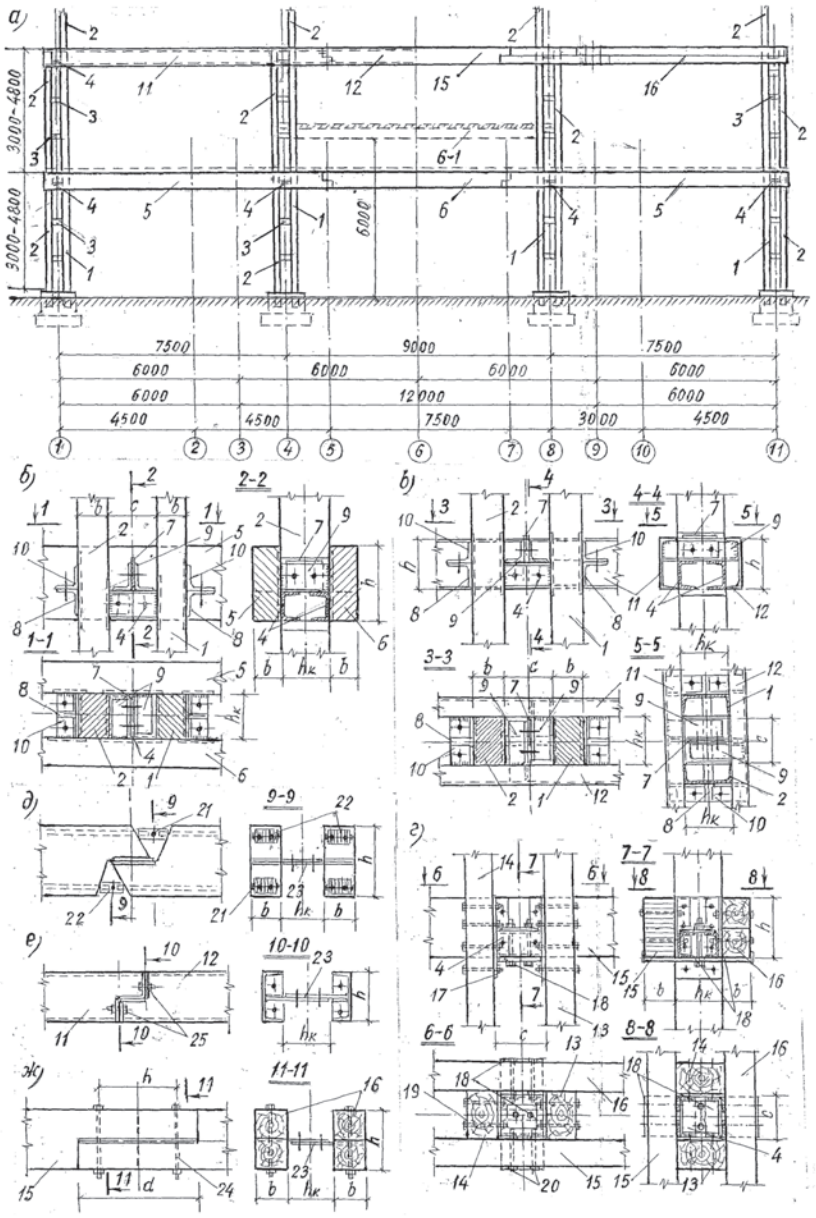

Рис. 1. Збірний каркас багатоповерхових будинків з нерегулярною сіткою колон:
а – поперечний розріз каркаса; б – вузли з'єднання елементів 1, 2, 5, 6 рам залізобетонного каркаса; в – вузли з'єднання елементів 1, 2, 11, 12 рам металевого каркаса; г – вузли з'єднання елементів 13, 14, 15, 16 рам дерев'яного каркаса; 1, 2 – колони каркаса; 3, 4 – розпірки двовіткових колон; 5, 6 – ригелі рам; 7-10 – монтажні деталі вузлів; 11, 12 – металеві ригелі; 13, 14 – дерев'яні колони; 15, 16 – дерев'яні ригелі; 17-20 – монтажні деталі вузлів дерев'яних рам; 21, 22 – стики випусків арматури; 23-25 – монтажні деталі стиків ригелів

2, об'єднаних розпірками 3 і 4 і двобалкових ригелів, складених із великорозмірних збірних елементів 5 і 6.

Двобалкові ригелі рам у вузлах об'єднують із двовітковими колонами на рівні розпірок 3 або 4, чим досягається зміна висоти поверхів; наприклад, ригель середнього прогону 6-1 для сітки колон 7,50+9,00+7,50 (м) може бути піднесений до висоти 6,00 м.

Конструктивне вирішення вузлів рам каркаса, в яких з'єднуються між собою двовіткові колони і двобалкові ригелі показано на рис. 1: колони і ригелі для залізобетонного каркаса, виконані з однотипних великорозмірних збірних елементів прямокутного перерізу; для металевого каркаса, з однотипних великорозмірних прокатних профілів (швелерів); для дерев'яних каркасів, з однотипних великорозмірних елементів колон та ригелів, із клеєних елементів прямокутного перерізу або складених з двох суцільних елементів прямокутного перерізу.

Приклад поєднання збірних елементів каркасу, виконаних із різних матеріалів, показаний на розрізі 3-3 рис. 1в, в якому збірні елементи двовіткових колон 1 і 2 залізобетонні, а ригелі 11 і 12 металеві з прокатних профілів.

Конструктивне вирішення об'єднання елементів у вузлах рам каркасів, виконаних з різних матеріалів, прийняте однаковим, додаткові елементи яких розміщені скрито між двовітковими колонами і двобалковими ригелями.

При цьому до вузлових розпірок 4 зверху (рис. 1б і рис. 1в) приварене ребро 7, а на бокових гранях колон кутники 8, на яких опираються консольні кутники 9 і 10, приварені до закладних деталей ригелів, і з'єднані монтажними болтами з елементами 7 і 8.

Конструктивне вирішення вузлів рам дерев'яних каркасів (рис. 1г) виконують із заміною елементів 7, 8, 9 і 10 на закладну деталь коробчастої конструкції, що включає вузлову розпірку 4 і бокові вертикальні 17 та горизонтальні листи 18 для прикріплення їх на болтах 19 і 20 до елементів двовіткових колон 13 і 14 і двобалкових ригелів 15 і 16.

Принципові схеми вузлів для об'єднання великорозмірних збірних елементів ригелів по довжині, розміщених в прогонах в зонах нульових моментів, показані на рис. 1д – для залізобетонних конструкцій. рис. 1е – для металевих конструкцій, рис. 1ж – для дерев'яних конструкцій.

Монтаж нових запропонованих конструкцій каркасів для багатоповерхових будинків з нерегулярною сіткою колон і змінною висотою поверхів передбачається виконувати у такій послідовності:

- встановлення і закріплення у фундаментах збірних одноповерхових елементів колон 1 і двоповерхових елементів колон 2 з об'єднанням їх за допомогою проміжних 3 і вузлових розпірок 4 в двовіткові конструкції;
- встановлення збірних великорозмірних елементів 5 і 6 двобалкових ригелів із з'єднанням їх з вузловими (рис. 1б і рис. 1в) розпірками 4 колон до деталей 7 і 8 за допомогою кутників 9 і 10 на монтажних болтах і з проварюванням, а також в стиках по довжині в зонах нульових моментів (рис. 1 д, е, ж);
- спорудження збірних, монолітних або збірно-монолітних перекриттів (рис. 2) з об'єднанням їх між собою і з ригелями для спільної роботи;
- монтаж методом нарощування збірних елементів колон 2 з об'єднанням їх з розпірками 3 і 4 і стиками до раніш встановлених елементів в двовіткові конструкції;
- монтаж збірних великорозмірних елементів двобалкових ригелів (наприклад: залізобетонних 5 і 6, металевих 11 і 12 або дерев'яних 15 і 16) і перекриттів.

Перекриття в запропонованих нових системах каркасів багатоповерхових будинків можуть виконуватись у багатьох конструктивних, технологічних і архітектурних рішеннях із застосуванням монолітного, збірного або збірно-монолітного залізобетону, а також металевих і метало-дерев'яних конструкцій, а саме:

- із збірних плоских суцільних, багатошарових або пустотних плит, а також монолітних конструкцій в житлових будинках із нерегулярною сіткою колон і перекриттями в різних рівнях;
- збірних і збірно-монолітних кесонних або складчастих конструкцій в громадських будинках при збільшеній сітці колон (рис. 2а);
- із збірних ребристих або пустотних плит перекриттів в промислових будинках (рис. 2б).

Однією з основних переваг запропонованих нових конструктивно-технологічних рішень каркасів багато-

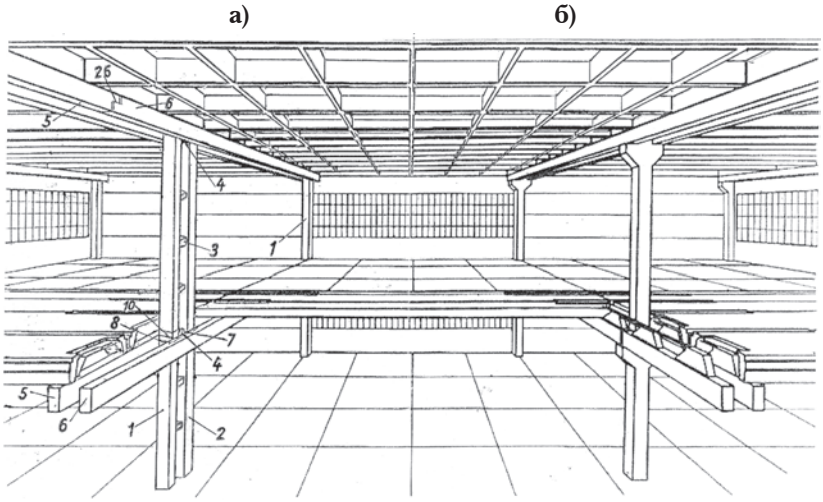

Рис. 2. Каркаси багатоповерхових будинків для сітки колон від 9х12 до 18х24, з великорозмірними збірними елементами двовіткових колон 1 і 2 і ригелів 5 і 6 (а); з типовими колонами і збірно-монолітними ригелями (б)

поверхових будинків є те, що вони відповідають вимогам збірно-розбірності, які можуть виникати при проектуванні і необхідності їх демонтажу з різних причин. Такі каркаси можуть бути запроектовані як збірно-розбірні, в яких вузли виконують не зварними, а на болтах, не змінюючи принципово конструктивних рішень.

Ще одна особливість запропонованих нових рішень каркасів багатоповерхових будинків полягає в тому, що всі великорозмірні однотипні елементи колон і ригелів передбачено виготовляти не тільки на заводах і виробничих базах на одній технологічній лінії, а також на місці будівництва самими забудовниками в одній збірно-розбірній формі стендовим способом.

Це ж стосується також каркасів із застосуванням металу, дерева, або їх можливих комбінацій.

При цьому всі типи конструкцій рам і перекриття для різних сіток колон придатні для зведення їх із застосуванням усіх відомих методів монтажу, в тому числі і методом підйому перекриттів.

ВИСНОВКИ

Запропоновано і розроблено систему каркасів багатоповерхових будинків із нерегулярною сіткою колон і змінною висотою поверхів, що дозволяє позбутися основних недоліків типових і відомих нетипових систем каркасів і при її запровадженні в будівництво досягти високих техніко-економічних показників за рахунок:

- можливості застосування каркасів для нерегулярної сітки колон і змінної висоти поверхів;
- можливості застосування великорозмірних однотипних збірних елементів, які можуть виготовлятись не тільки на заводах, а також на місці будівництва;
- однотипності збірних елементів і стиків ригелів і колон каркасів, виконаних із залізобетону (прямокутного перерізу), різних прокатних профілів з металу і дерев'яних прямокутних суцільних або клеєних елементів;
- легкості монтажу і з'єднання збірних великорозмірних елементів ригелів і колон в однотипних вузлах рам, в яких не стикуються збірні елементи по довжині;
- можливості застосування таких систем каркасів для багатоповерхового житлового, громадського, промислового та інших видів будівництва;
- придатності конструктивного вирішення каркасів для можливої заміни окремих елементів і поєднанням їх із залізобетонними, металевими, а також дерев'яними елементами;
- можливості виконання каркасів у збірно-розбірному варіанті для повторного використання, а також у збірно-монолітному варіанті при великих навантаженнях і нерегулярних сітках колон;
- заміни форми поперечного перерізу ригелів типових конструкцій на двобалкові, що створює умови для вільного пропуску по висоті поверхів і по довжині між збірними елементами ригелів різних комунікацій, а також для перетворення ригелів в збірно-монолітну конструкцію П–видного профілю для кращого сприйняття крутних моментів при великих прогонах.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Вахненко П.Ф., Павліков А.М., Горик О.В. та ін. Залізобетонні конструкції. - Київ: Вища школа, 1999. - 508 с.
2. Гнідець Б.Г. Нові конструктивно-технологічні системи в проектуванні, виготовленні і монтажі залізобетонних конструкцій // Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону: матеріали 1-ї Української наукової конф. – Київ, 1996. - С. 278-282.
3. Hnidets B. Structural and Technological Systems for Automatization and Robotization of Production and Mounting RC Elements of Buldings and Structures // Challenges to civil and mechanical engineering in 2000 and beyond June 2-5. 1997, Wroclaw. - P. 495-503.
4. Гнідець Б.Г. Залізобетонні конструкції з напружуваними стиками і регулюванням зусиль. Монографія. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2008. – 548 с.
5. Гнідець Б.Г. Збірно-монолітні залізобетонні конструкції. Навчальний посібник. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2014. - 260 с.

REFERENCES

1. Vakhnenko P.F., Pavlikov A.M., Goryk A.V., etc. Reinforced concrete structures. - Kyiv: High School, 1999. - 508 p. [in Ukrainian].
2. Hnidets B.G. New structural and technological systems in the design, manufacture and installation of reinforced concrete structures. Proc. of the 1st Ukrainian conf. "Scientific and technical problems of modern concrete". – Kyiv, 1996. - P. 278-282 [in Ukrainian].
3. Hnidets B. Structural and Technological Systems for Automatization and Robotization of Production and Mounting RC Elements of Buldings and Structures. Challenges to civil and mechanical engineering in 2000 and beyond June 2-5. 1997, Wroclaw. - P. 495-503 [in English].
4. Hnidets B.G. Concrete structure with a strained joints and control efforts. The book. - Lviv. Publ. NU "Lviv Polytechnic", 2008. - 548 p. [in Ukrainian].
5. Hnidets B.G. Prefabricated monolithic concrete structures. The manual. - Lviv. Publ. NU "Lviv Polytechnic", 2014. - 260 p. [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 28.08.2017.