

Б.Г. Гнідець, Р.Б. Гнідець¹, З.Б. Гнідець
Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра мостів і будівельної механіки,
¹кафедра реставрації та реконструкції архітектурних комплексів

ЛЕГКОМОНТОВАНІ УНІВЕРСАЛЬНІ КАРКАСНІ СИСТЕМИ ДЛЯ МАЛОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО ТА ІНШОГО ІНДИВІДУАЛЬНОГО БУДІВНИЦТВА

© Гнідець Б.Г., Гнідець Р.Б., Гнідець З.Б., 2013

Наведено результати розроблення і дослідження нових конструкцій збірно-розбірних залізобетонних систем рам каркасів малоповерхових будинків на різних стадіях їх роботи.

Ключові слова: збірно-розбірні рами каркасів, малоповерхові будинки, стадії роботи.

The article is devoted to elaboration and research of a new construction of prefabricated – disassembling concrete systems of the framework for the little-storied housing in the various stages of theirs work.

Key words: country-side building, load-bearing structure, skeleton structure, pre-cast member.

Вступ

У будівництві малоповерхових житлових, промислових і громадських будинків та будівель іншого призначення широко застосовують різні каркасні системи з використанням різних будівельних матеріалів: залізобетону, металу і дерева. З використанням залізобетону застосовують монолітні, збірні і збірно-монолітні конструкції каркасів, а металеві і дерев'яні конструкції збирають з елементів, виготовлених на заводах та підприємствах будівельних організацій, або з елементів, виготовлених на місці будівництва.

Аналіз відомих досліджень і публікацій

Конструкції каркасів широко описані в технічній літературі: монографіях, підручниках, посібниках і наукових статтях періодичних видань [1–4]. Більшість систем і конструкцій відомих каркасів, описаних у технічній літературі, з використанням різних матеріалів мають низку недоліків, таких як: різнотипність елементів каркасів, складність у монтажі і з'єднанні елементів; сезонність виконання робіт, різнотипність технології виготовлення елементів, обмеженість щодо застосування їх для малоповерхового житлового та інших видів будівництва.

Мета досліджень

Мета розроблення нової конструкції каркасу полягає у вирішенні проблеми будівництва доступного малоповерхового індивідуального житла, значного зменшення його вартості, часу будівництва і введення в експлуатацію. Запропонований збірно-розбірний каркас нової конструкції порівняно із загальновідомими має низку переваг і може бути застосований для малоповерхового індивідуального житлового та іншого будівництва з використанням сучасних нових ефективних матеріалів та технологій [5, 6].

Виклад основного матеріалу

Поставлене завдання вирішується так, що замість спорудження дорогих фундаментів з бетону і цегляних стін та залізобетонних перекриттів споруджують спочатку несучий просторовий каркас, який містить несучі елементи стін, даху і перекриттів, а пізніше вже під дахом завершується

спорудження стін, перегородок і перекриттів із застосуванням сучасних легких і ефективних матеріалів [7].

Конструкції каркасу, які містять елементи стін, даху і перекриттів, складаються з однотипних елементів прямокутного перерізу. Їх виготовляють із залізобетону, металу чи дерева або в можливих їх комбінаціях. Під час монтажу всі елементи з'єднуються у вузлах за допомогою болтів без мокрих процесів і зварювання. Тому такі каркаси є легкомонтовані та збірно-розбірні, а елементи для них можуть виготовлятися із застосуванням сучасних технологій, а також на місці будівництва самими забудовниками.

Особливістю каркасів є прийнятність їх елементів до багаторазового використання із зміною призначення будинків, зокрема для мобільних поселень, під час розгортання різних виробництв, організації масових заходів, зон відпочинку, зеленого туризму, а також на випадок надзвичайних ситуацій [8].

Елементи для таких каркасів будинків можна в майбутньому серійно виготовляти на заводах, доставляти і легко монтувати на підготовленій ділянці підрядним способом на замовлення, або ж власними силами забудовника. Усі подальші роботи зі спорудження стін, перегородок та перекриттів можна виконувати у різний час і різним способом, але вже під дахом із застосуванням різних сучасних ефективних, екологічно чистих і місцевих дешевших матеріалів.

На рис. 1 показано монтажну схему такого каркасу малоповерхового будинку для житлового та іншого будівництва за різних ширин B від 6,0 до 12,0 м.

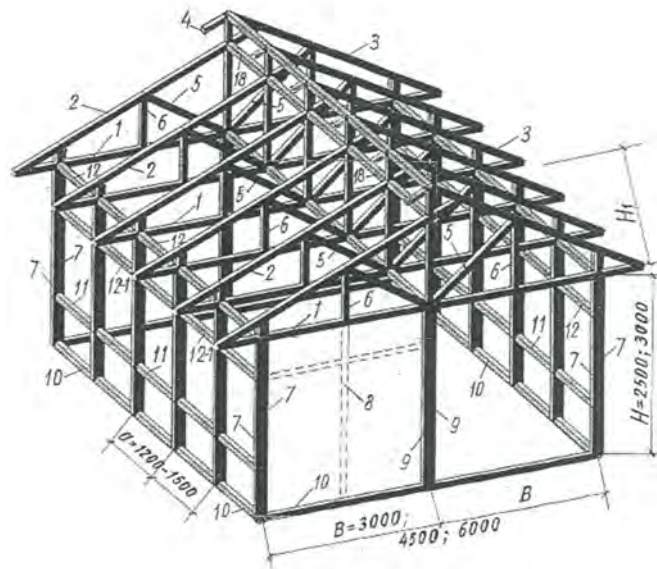


Рис. 1. Загальний вигляд легкомонтованої універсальної каркасної системи одноповерхових будинків для прольотів 6,9 і 12 м: 1 – нижній пояс ферми НП; 2 і 3 – верхні пояси ферми ВП-1 і ВП-2; 4 – дашок Д-1; 5 – розкоси Р-1 і Р-2; 6 – стояки С-1 і С-2; 7 – двовіткові колони з елементів К-1 і К-2; 8 – двовіткові колони поздовжніх рам з елементів К-4; 9 – двовіткові колони поздовжніх рам з елементів К-4; 10 – фундаментні балки БФ; 11 – віконні балки БВ; 12 – підкрів'яні балки БП; 12' – надвіконні балки БН; 18 – рамні зв'язки; 19 – стояки С-3; 20 – підвіски середні ПС

Каркаси таких будинків виконуються з однотипних прямокутних прямолінійних елементів перекриття 1, елементів даху 2, 3, 5 і 6 та колон 7, які утворюють разом безшарнірні поперечні рами просторової несучої системи, розміщені на віддальх 1,2–1,5 м і жорстко зв'язані болтами з окремими фундаментами і рамними зв'язками 18 між собою у верхній частині.

Колони рам двовіткові, виконуються зі стояків 7, між якими проходять фундаментні балки 10, підвіконні балки 11, і підкрів'яні балки 12, які опираються на розпірки двовіткових колон і утворюють разом жорсткі рами в площині стін. На підкрів'яні балки 12 встановлюються і прикріплюються на болтах у верхній частині до стояків колон 7 конструкції 2 і 3 даху і елементи перекриття 1, які утворюють разом ригелі рам у вигляді трикутних ферм з підкосами 5 і стояками 6. Конструкції даху у верхній частині в поздовжньому напрямку будинку об'єднуються рамними зв'язками 18, між якими розміщені отвори верхнього світла.

Такі системи каркасів з однотипних збірних елементів можуть застосовуватись для одноповерхових будинків з піддашами (мансардами), а також для двоповерхових будинків на всьому плані або його частині, які споруджуються одночасно або стадійно під час їх розбудови чи реконструкції.

Конструктивно-технологічним вирішенням запропонованих систем каркасів передбачено, що всі збірні елементи рам каркасів однотипні і прийняті з прямокутним перерізом. Вони можуть бути виконані з різних матеріалів: залізобетону, металу, дерева або пластмас або частково з заміною окремих елементів у різних їх комбінаціях.

Розміри прямокутного перерізу всіх збірних елементів з різних матеріалів, ширини і висоти будинків прийняті мінімальними 50×80 мм, а максимальними 120×200 мм.

Будівництво малоповерхових каркасних будинків із збірно-розбірними легкомонтованими каркасами передбачено проводити із застосуванням їх монтажу з раніш зібраних у горизонтальному положенні рамних плоских каркасів стін (РС) (рис. 2) і ригелів рам покрить (РП) у вигляді трикутних ферм, які містять елементи даху і перекриття. Для виготовлення всіх однотипних збірних елементів передбачається застосування стендові технології в збірно-розбірних формах, (схема А), а також конвеєрної технології з максимальною механізацією, а в майбутньому роботизацією всіх технологічних операцій (схема Б).

Рамні плоскі каркаси стін (РС) виготовляють у заводських умовах або на місці будівництва і збирають їх із елементів колон 7, фундаментних 10, віконних 11, надвіконних і підкроквяних балок 12 (рис. 1). Ригелі перекриттів і покрить РП збирають з елементів трикутних ферм: нижнього поясу 1, верхнього поясу 2 і 3, розкосів 5 і стояків 6 з застосуванням металевих трикутних фасонки на болтах.

Плоскі каркаси стін РС під час монтажу каркасів будинків встановлюють у вертикальне положення із з'єднанням їх анкерними болтами до фундаментів.

Ригелі перекриттів і покрить РП встановлюють на підкроквяні балки 12 і з'єднують на болтах нижній 1 і верхні пояси 2 і 3 ферм з стояками 7 колон рам каркасу. Ферми у верхній частині з'єднуються між собою рамними зв'язками 18, які утворюють ригелі повздожніх рам каркасу з'єднані з колонами 9.

Для практичної перевірки запропонованих конструктивно-технологічних вирішень нових каркасних систем малоповерхових будинків, вивчення їх роботи в різних стадіях та розроблення рекомендацій для впровадження у виробництво, запроєктовано дослідні конструкції з прольотами 6,0 і 9,0 м, призначені для проведення натурних випробувань і експериментального будівництва.

Дослідна конструкція каркасу будинку для прольоту 5,36 м, яка показана на рис. 3, виконана з двох плоских рам, опертих на окремі фундаменти, і додаткової ферми прольотом 6,0 м, опертої на стіні існуючого будинку через додаткові опори з коротких колон Кс-1 і Кс-2. Плоскі рами зібрані з однотипних залізобетонних елементів з поперечним перерізом 160 × 100 мм. Колони рам двовіткові, виконані з двох збірних елементів К-1 і К-2 з металевими розпівками. Між вітками колон розміщені по висоті фундаментні балки БФ, віконні балки БВ, надвіконні балки БН і підкроквяні балки БП. Колони рами жорстко з'єднуються з окремими фундаментами за допомогою анкерних болтів через закладні деталі.

На підкроквяні балки БП, які з'єднують попередньо дві колони повздожніх стінових рам РС, встановлені ригелі рам у вигляді трикутних ферм, нижній і верхній пояс яких з'єднується за допомогою болтів із збірними елементами К-1 і К-2 колон, утворюючи жорсткий вузол.

Ригель плоских рам каркасу у вигляді трикутних ферм збирається в горизонтальному положенні до монтажу з однотипних елементів: нижнього поясу НП, верхнього поясу ВП-1 і ВП-2, розкосів Р-1 і Р-2 і стояків С-1 і С-2. Верхній жорсткий вузол ферми утворюється з'єднанням поясів трикутником за допомогою стояка С-3 виконаного з двох металевих кутників 50 × 75 мм.

Оскільки всі елементи ферм з'єднуються у вузлах болтами шарнірно, було передбачено регулювання проектного вигину ферм за допомогою середньої металевої підвіски ПС ферми в нижньому вузлі. Дві плоскі ферми, з'єднані у верхній частині за допомогою металевих рамних зв'язків у площині стояка С-3, утворюють просторову систему каркасу.

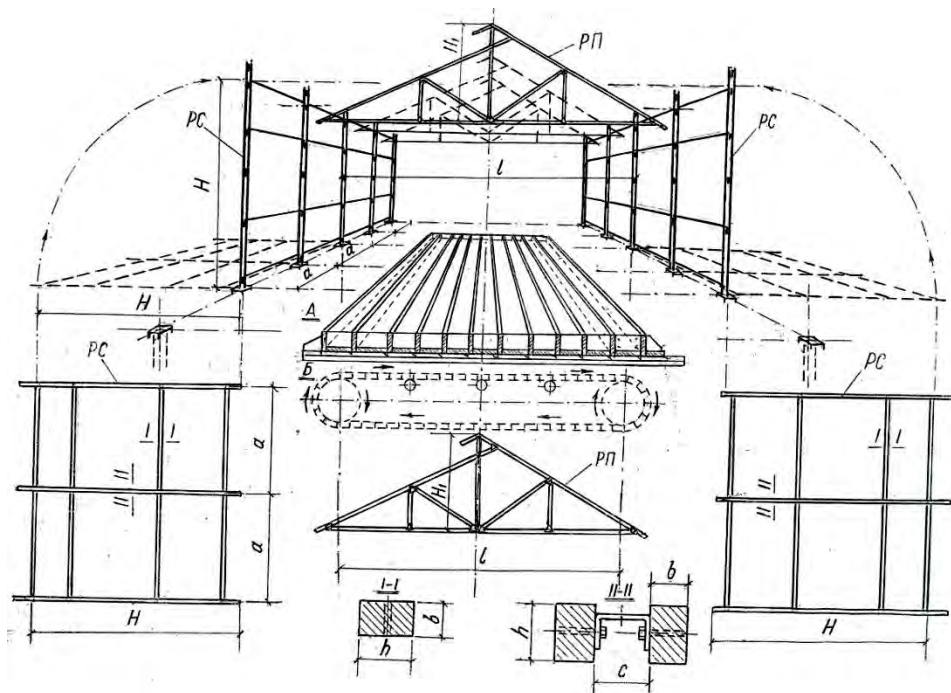


Рис. 2. Схеми до технології монтажу каркасної системи одноповерхового будинку і виготовлення однотипних збірних елементів: РС – рами стін; РП – ригель рами – покриття і перекриття у вигляді трикутної ферми; А – збірно-розбірні форми для стендового виготовлення збірних елементів; Б – схема пластинчатого конвеєра для автоматизованої технологічної лінії з виготовленням збірних елементів

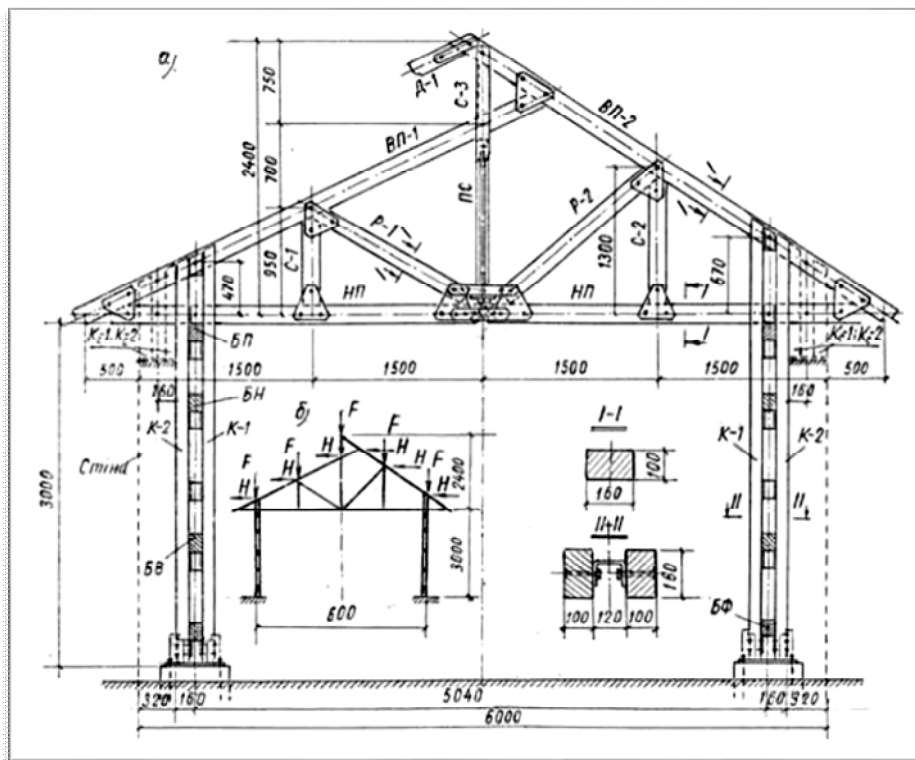


Рис. 3. Дослідна конструкція рами каркасу одноповерхового будинку прольотом 6,0 м з однотипних збірних залізобетонних елементів перерізом 160×100 мм. К-1 і К-2 – збірні елементи двовіткових колон; БФ, БВ; БН і ПБ – фундаментні, віконні, надвіконні і підкроквяні балки стінових рам; НП; ВП-1; ВП-2; С-1; С-2; Р-1 і Р-2 елементи ригеля рами у вигляді трикутних ферм



Рис. 4. Дослідна конструкція рами каркасу одноповерхового будинку

Завантаження при випробуванні проводилась вертикальними силами F і горизонтальними силами H , як показано на схемі рис. 2, б.

Для випробувань дві плоскі рами каркасу були змонтовані як показано на рис. 3, на окремих фундаментах на віддалі 1,50 м. Зверху рами були з'єднані рамними зв'язками в площині стояка С-3, виготовленими з кутника 75×50 мм. Для випробувань окремо ригеля рам, одна із плоских ферм була змонтована і встановлена на стінах існуючого будинку, до якого добудовувалась вся просторова дослідна система каркасу на віддалі 1,50 м.

Спочатку проводили завантаження лівої сторони силами F (несиметричне), на другому етапі завантажували рами симетрично вертикальним навантаженням, а на третьому етапі – горизонтальним навантаженням H . Відповідно в такій послідовності завантажували під час випробування окремо третю ферму, оперту на стіни будинку. Вертикальні навантаження F під час випробування створювали за допомогою вантажів, підвішуваних у вузлах ферм, а горизонтальні H за допомогою відтягувальних пристроїв, заанкерованих до фундаментів, влаштованих поряд.

Випробування дослідної конструкції рам каркасу на всіх етапах їх монтажу і завантаження підтвердили їх надійну роботу, міцність, тріщиностійкість і деформативність при дії нормативних вертикальних навантажень, що дорівнюють $3,0 \text{ кН/м}^2$ і горизонтальних вітрових навантажень. Загальний вигляд дослідної конструкції каркасу під час випробувань показано на рис. 4.

4. Висновки

Проведені дослідження і випробування дослідної конструкції каркасу з об'єднаних двох плоских одноповерхових рам, змонтованих з однотипних збірних залізобетонних елементів, з болтовими з'єднаннями у вузлах, підтвердили загалом повну відповідність їхньої роботи на різних стадіях з прийнятим передумовам під час проектування і розрахунковим даним.

Запропонована система каркасів порівняно з відомими конструкціями і аналогами відрізняється такими перевагами:

1) однотипністю збірних елементів і технологій їх виготовлення, яку можна застосовувати на заводах з використанням сучасних автоматизованих і роботизованих систем та на підприємствах будівельних організацій, а також на місці будівництва господарським способом самими забудовниками.

- 2) простотою в монтажі із з'єднанням усіх елементів на болтах, без зварювання і замонолічування, тому їх можна вважати легко монтованими;
- 3) можливістю ведення монтажних робіт цілорічно, які не пов'язані з мокрими процесами і сезонністю будівництва;
- 4) універсальністю щодо застосування – як для індивідуальних малоповерхових житлових, так і для промислових і громадських будинків та будинків іншого різного постійного або тимчасового призначення;
- 5) гнучкістю каркасів як збірно-розбірних конструкцій, які можуть бути розібрані і застосовані для багаторазового використання, так із зміною призначення будинків;
- 6) забезпеченням просторовості роботи каркасу, в якому всі елементи стояків і ригелів, які утворюють плоскі поперечні рами і елементи в площині стін та зв'язків разом утворюють також поздовжні рами і об'єднують їх в просторовий каркас;
- 7) придатністю збірно-розбірних легкомонтованих каркасів для забудови мобільних поселень в місцях розгортання різних виробництв, спортивних олімпіад, виставок і фестивалів, а також для розвитку зеленого туризму і зон відпочинку та на випадок надзвичайних ситуацій.

1. Барашиков А.Я., Будникова Л.В., Кузнецов и др. Железобетонные конструкции. – К.: Вища школа, 1984. – 352 с. 2. Бирюлев В.В., Кошин И.И., Крылов И.И., Сильвестров А.С. Проектирование металлических конструкций. Специальный курс.– Ленинград: Стройиздат, 1990. – 432 с. 3. Гетс К-Г, Хоор Д., Мелер К., Наттер. Атлас деревянных конструкций. – М.: Стройиздат, 1985. – 272 с. 4. Меркулов О., Дермановський І., Дерев'яно-каркасний будинок. Технологія доступного житла. журнал. – К., 2008. – № 11. – С. 18–19. 5. Гнідець Б.Г. Нові конструктивно-технологічні системи в проектуванні, виготовленні і монтажі залізобетонних конструкцій: мат. 1-ї української наукової конференції. «Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону». – К., 1996. – С. 78–80; 280–282. 6. Гнідець Б.Г. Нові конструктивно-технологічні системи для індивідуального житлового сільськогосподарського будівництва // Вісник Львівського державного аграрного університету «Архітектура і сільськогосподарське будівництво». – № 3. – Львів, 2002. – С. 12–18. 7. Гнідець Б.Г., Гнідець Р.Б. Конструктивно-технологічні системи для малоповерхового житлового та іншого індивідуального будівництва зі збірно-розбірними легкомонтованими каркасами з однотипних збірних елементів: зб. наук. пр. // ДП НДІ БК. – К., 2011. – Вип. 74. – Кн. 2. – С. 152–158. 8. Гнідець Б.Г., Гнідець З.Б., Гнідець Р.Б. Легкомонтована універсальна каркасна система для малоповерхового житлового та іншого індивідуального будівництва // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” № 737 “Теорія і практика будівництва”. – Львів, 2011. – С. 58–64.