

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБІРНО-РОЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РАМ КАРКАСІВ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ В РІЗНИХ СТАДІЯХ ЇХ РОБОТИ

Гнідець З.Б., Гнідець Б.Г., Гнідець Р.Б.

Національний університет «Львівська політехніка»
м. Львів, Україна

АНОТАЦІЯ: Наводяться результати розробки і дослідження нових конструкцій збірно-розбірних залізобетонних систем рам каркасів малоповерхових будинків в різних стадіях їх роботи.

АННОТАЦИЯ: Приведены результаты разработки и исследования новых конструкций сборно-разборных железобетонных систем рам каркасов малоэтажных зданий в разных стадиях их работы.

ABSTRACT: The article is devoted to elaborated and research a new construction of prefabricated-disassembling concrete systems of the framework for the little-stories housing in the veries stages of a working.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: збірно-розбірні рами каркасів, малоповерхові будинки, стадії роботи.

ВСТУП

В 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. При цьому 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]. Переважна більшість систем і конструкцій відомих каркасів, описаних в технічній літературі, з використанням різних матеріалів мають ряд недоліків, таких як: різнотипність елементів каркасів, складність в монтажі і з'єднанні елементів; сезонність виконання робіт, різнотипність технології виготовлення елементів, обмеженість щодо застосування їх для малоповерхового житлового та інших видів будівництва.

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 в порівнянні із загальновідомими має цілий ряд переваг і може бути застосований для малоповерхового індивідуального житлового та іншого будівництва з використанням сучасних нових ефективних матеріалів та технологій [5,6].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Поставлене завдання вирішується таким чином, що замість спорудження дорогих фундаментів з бетону і цегляних стін та залізобетонних перекриттів споруджується спочатку несучий просторовий каркас, який містить в собі 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 включають елементи стін, даху і перекриттів, складаються з однотипних елементів прямокутного перерізу. Їх виготовляють із залізобетону, металу чи дерева або в можливих їх комбінаціях. При монтажі всі елементи з'єднуються у вузлах за допомогою болтів без мокрих процесів і зварювання. Тому такі каркаси є легко-монтажні і збірно-розбірні, а елементи для них можуть виготовлятися із застосуванням сучасних технологій, а також на місці будівництва самими забудовниками.

Особливістю каркасів є придатність їх елементів до багаторазового використання із зміною призначення будинків, зокрема для мобільних поселень, при розгортанні 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 наступні роботи зі споруджених стін, перегородок та перекрить можуть виконуватись в різний час і різним способом, але вже під дахом із застосуванням різних сучасних ефективних, екологічно чистих і місцевих більш дешевих матеріалів.

На рис. 1 показана монтажна схема такого каркасу малоповерхового будинку для житлового та іншого будівництва за різної ширини B від 6,0 до 12,0 м.

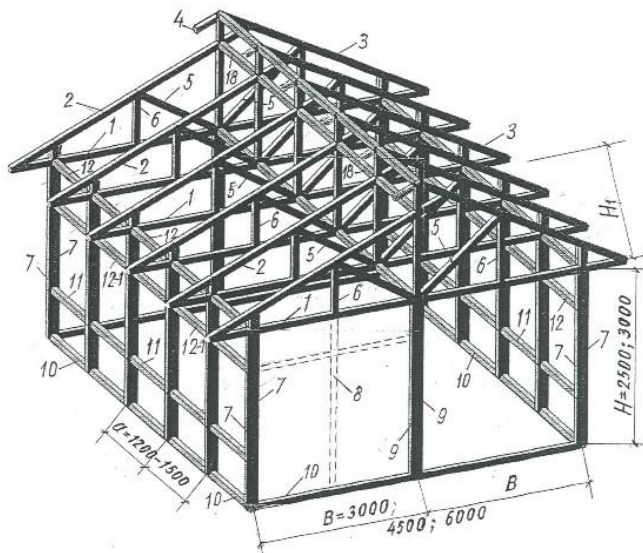


Рис. 1. Загальний вид легкомонтованої універсальної каркасної системи одноповерхових будинків для прольотів 6,9 і 12 м:

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;

9-двовіткові колони повздовжніх рам з елементів К-4;

10-фундаментні балки БФ; 11-віконні балки БВ; 12-підкров'яні балки БП;

12-1 надвіконні балки БН; 18-рамні зв'язки; 19-стояки С-3; 20-підвіски середні ПС

Каркаси таких будинків виконуються з однотипних прямокутних прямолінійних елементів перекриттів 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 підкроквяні балки 12, які опираються на розпірки двовіткових колон і утворюють разом жорсткі рами в площині стін. На підкроквяні 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 виді 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 в різних їх комбінаціях.

Розміри прямокутного перерізу всіх збірних елементів з різних матеріалів, ширини і висоти будинків прийняті мінімальними 50x80 мм, а максимальними 120x200 мм.

Будівництво малоповерхових каркасних будинків із збірно-розбірними легкомонтованими каркасами передбачено проводити із застосуванням їх монтажу з раніш зібраних в горизонтальному положенні рамних плоских каркасів стін (РС) (рис. 2) і ригелів рам покрить (РП) у виді трикутних ферм, які включають елементи даху і перекриттів. 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 в 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 фасонів на болтах.

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

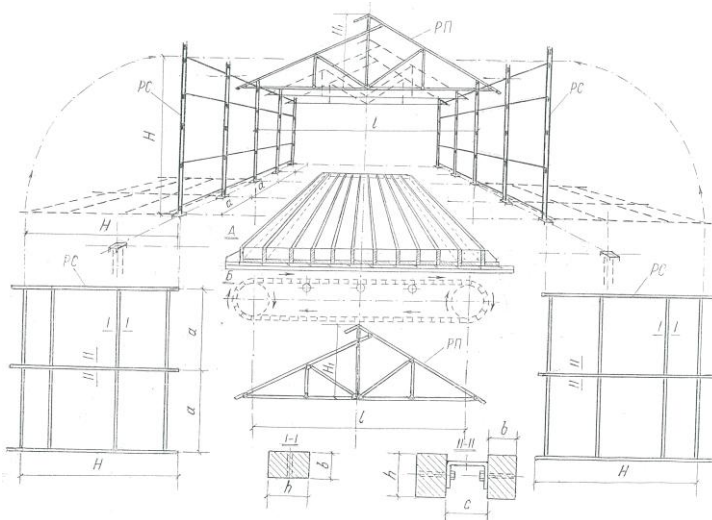


Рис. 2. Схеми до технології монтажу каркасної системи одноповерхового будинку і виготовлення однотипних збірних елементів. РС- рами стін; РП- ригель рами – покриття і перекриття у виді трикутної ферми; А-збірно-розбірні форми для стендового виготовлення збірних елементів : Б-схема пластинчатого конвеєра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

Ригелі перекриттів і покриття 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 повздовжніх 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 розробки рекомендацій для впровадження у виробництво, були запроектовані 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 двохвіткові, виконані з двох збірних елементів К-1 і К-2 з металевими розпірками. 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.

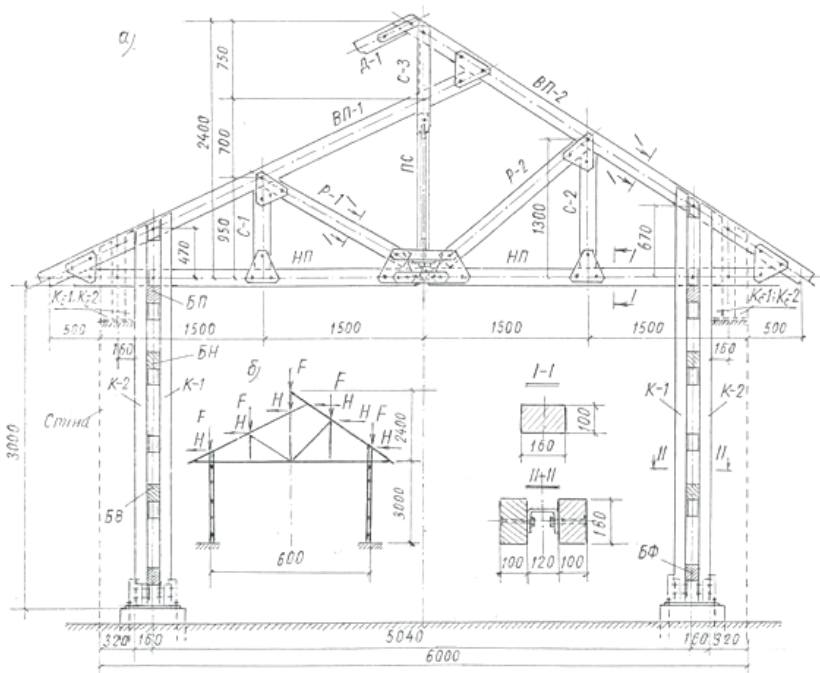


Рис. 3. Дослідна конструкція рами каркасу одноповерхового будинку прольотом 6,0 м з однотипних збірних залізобетонних елементів перерізом 160х100 мм: К-1 і К-2 – збірні елементи двовіткових колон; БФ, БВ; БН і ПБ – фундаментні, віконні, надвіконні і підкроквяні балки стінових рам; НП; ВП-1; ВП-2; С-1; С-2; Р-1 і Р-2 елементи ригеля рами у виді трикутних ферм

На підкроквяні балки БП, які з'єднують між собою попередньо дві колони повздовжніх стінових рам РС, встановлені ригелі рами у виді 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 виді 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 між собою за допомогою металевих рамних зв'язків в площині стояка С-3, утворюють просторову систему каркасу.



Рис. 4. Дослідна конструкція каркасу одноповерхового будинку

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

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 Н. Відповідно в такій послідовності завантажували при випробуванні окремо третю ферму, оперту на стіни будинку. Вертикальні навантаження F при випробуванні створювались за допомогою вантажів, підвішуваних у вузлах ферм, а горизонтальні Н за допомогою відтягувальних пристроїв, заанкерених до поруч влаштованих фундаментів.

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, прийнятих рівними $3,0 \text{ кН/м}^2$ і горизонтальних вітрових навантажень. Загальний вид дослідної конструкції каркасу в процесі випробувань показано на рис. 4.

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження і випробування дослідної конструкції каркасу з об'єднаних між собою двох плоских одноповерхових рам, змонтованих з однотипних збірних залізобетонних елементів, з болтовими з'єднаннями у вузлах, підтвердили в цілому повну відповідність їх роботи в різних стадіях з прийнятими передумовами при проектуванні і розрахунковими даними.

Запропонована система каркасів в порівнянні з відомими конструкціями і аналогами відрізняються наступними перевагами:

1. Однотипністю збірних елементів і технологій їх виготовлення, яка може бути застосована 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 всіх елементів на болтах, без зварювання і замонолічування, тому їх можна вважати легкомонтованими.

3. Можливістю ведення монтажних робіт круглорічно, 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, як також із зміною призначення будинків.

6. Забезпеченням просторового характеру 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.

ЛІТЕРАТУРА

1. Железобетонные конструкции / [Барашиков А.Я., Будникова Л.В., Кузнецов и др.]. – К.: Вища школа, 1984. – 352 с.
2. Проектирование металлических конструкций. Специальный курс / [Бирюлев В.В., Кошин И.И., Крылов И.И., Сильвестров А.С.]. -Ленинград: Стройиздат, 1990. – 432 с.
3. Атлас деревянных конструкций / [Гетс К-Г, Хоор Д., Мелер К., Наттерер]. – М.: Стройиздат, 1985. – 272 с.
4. Меркулов О. Дерев'яно-каркасний будинок /Меркулов О., Дермановський І. // Технологія доступного житла. - №11. - 2008. – К., 2008. - С.18-19.
5. Гнідець Б.Г. Нові конструктивно-технологічні системи в проектуванні, виготовленні і монтажі залізобетонних конструкцій / Гнідець Б.Г. // Матеріали 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 / Гнідець Б.Г. // Вісник львівського державного аграрного університету «Архітектура і сільськогосподарське будівництво». Львів, 2002. - №3. - 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 / Гнідець Б.Г., Гнідець Р.Б. // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: ДП НДІБК, 2011. - Вип.74.- кн.2. - С.152-158.
8. Гнідець Б.Г. Легкомонтована універсальна каркасна система для малоповерхового житлового та іншого індивідуального будівництва /Гнідець Б.Г., Гнідець З.Б., Гнідець Р.Б. // Вісник національного університету «Львівська політехніка» №737 “Теорія і практика будівництва”. –Львів, 2011.- С.58-64.

Стаття надійшла до редакції 06.03.2013 р.