

УДК 624.072.33(045)

В.Н. Першаков, к.т.н., проф.
О.М. Романчук, студ.

ЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ ОДНОПОВЕРХОВИХ ДЕРЕВ'ЯНИХ РАМНИХ КАРКАСІВ

Проведено аналіз конструктивних рішень одноповерхових дерев'яних рамних каркасів промислових, цивільних і сільськогосподарських будинків. Розглянуто найбільш ефективні конструкції й напрямки їхнього розвитку.

Generalization and analysis of structural decisions of one-story wooden frame frameworks of industrial, civil and agricultural buildings is conducted. The most effective constructions and direction of their development are exposed.

конструкція арки, конструкція карнизного вузла, тришарнірні дерев'яні рами

Постановка проблеми

У колишньому СРСР у 70–80 роки ХХ ст. отримали широке поширення одноповерхові дерев'яні рамні каркаси для промислових, цивільних і сільськогосподарських будинків.

Нині виникла необхідність з'ясувати, які ефективні конструкції одноповерхових дерев'яних рамних каркасів розроблено в провідних країнах останніми роками.

На кафедрі комп'ютерних технологій будівництва Національного авіаційного університету провели аналіз ефективних конструкцій одноповерхових дерев'яних рамних каркасів в Україні, Росії, Білорусії, Казахстані, США, Франції, Німеччині, Великобританії, Японії [1; 2].

Узагальнення конструктивних рішень рамних каркасів

1. Сибірським науково-дослідним інститутом типового й експериментального проектування в 1981 р. для скорочення монтажу розроблено раму, яка включає стояк, ригель з'єднаних між собою додатковими кріпильним елементом, що, зокрема, центрується болтом і нагельними болтами (рис. 1).

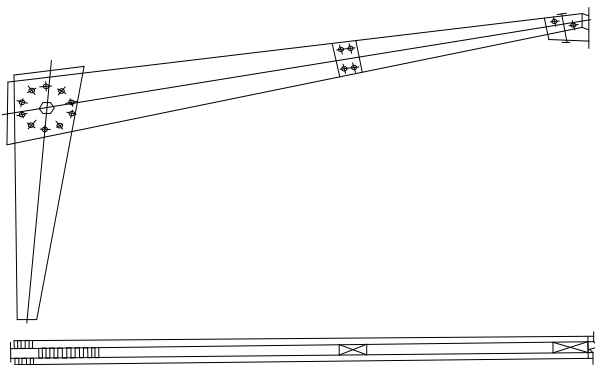


Рис. 1. Рама із прямолінійних елементів

Болт дає можливість взаємного обертання ригеля та стояка й складання рами без роз'єднання її елементів у компактний пакет.

Навколо болта у ригелі й стояку на окружності в заводських умовах пробурюють отвір.

Ригель рами складений із двох брусів, з'єднаних в єдине ціле за допомогою нагельних болтів та прокладок, що не мають взаємної рухливості відносно один одного. За рахунок цього не знижується твердість і міцність, тому що бруси рознесені щодо матеріальної осі. Отже, момент інерції й момент опору щодо цієї осі залишаються незмінними за різних розмірів зазору між брусами й рівними для елементів цільного перетину схожих розмірів і разом з тим дозволяють цілком розміщувати стояк під час складання рами в пакет без взаємного зміщення брусів ригеля.

Під час дії експлуатаційного навантаження на раму центруючий болт через його велику твердість може повністю прийняти поздовжні й поперечні сили, а нагельні болти – тільки зусилля від моменту в карнизному вузлі рами.

Цим істотно поліпшують умови роботи нагелів, розставлених на окружності, а отже, підвищується експлуатаційна надійність рами і її твердість.

2. Всесоюзним державним проектним інститутом «Теплоэлектропроект» у 1982 р. для спрощення й зручності монтажу розроблено тришарнірну раму, яка включає ригелі, стояки, знімні шарніри, що дозволяють транспортувати й збирати раму з окремих напіврам (рис. 2).

Карнизний вузол рами постачений металевими накладками і арматурними стрижнями, уклеєними в пази ригеля й стояки. Арматурні стрижні з'єднані шарнірно за допомогою валика з накладками.

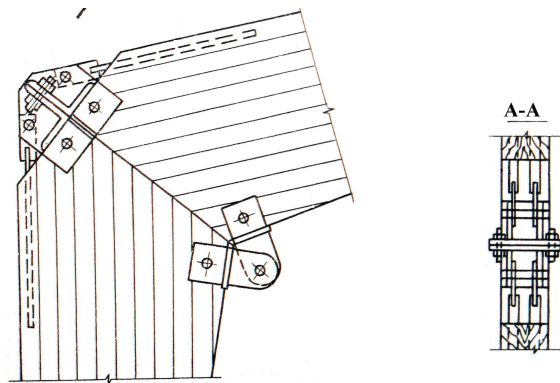
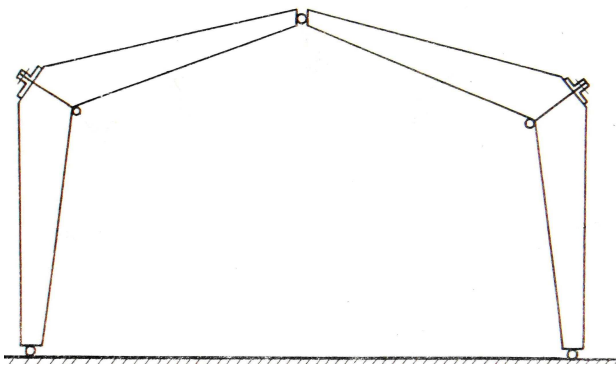


Рис. 2. Тришарнірна рама

За жорсткого сполучення ригеля та стояка через накладки за допомогою болтів шарнірне з'єднання арматури з накладками дозволяє вільно затискатися деревині в стислій зоні на бісектрисній поверхні й виключає вигин арматури, що викликає виколування деревини в розтягнутій зоні вузла. Перевага такого конструктивного виконання вузлів тришарнірної рами проявляється під час використання її для каркасу збірно-розбірних будинків невеликої висоти, для яких вирішальним є сполучення навантажень від власної ваги, крану та снігу, що забезпечує стабільність знака згинального моменту в карнизному вузлі.

3. Білоруським політехнічним інститутом у 1983 р. для зниження витрат матеріалів шляхом регулювання згинальних моментів і створення попередньої напруги в ригелі розроблено дерев'яну раму, яка включає стояки, підкоси, ригель, додаткову балку, розміщену під ригелем, а також вкладиші (рис. 3).

Усі елементи рами можуть бути брусчатыми із колод або із клеєних дощок та можуть з'єднуватися між собою болтами, сталевими смугами на ригелях, а також іншими з'єднувальними деталями.

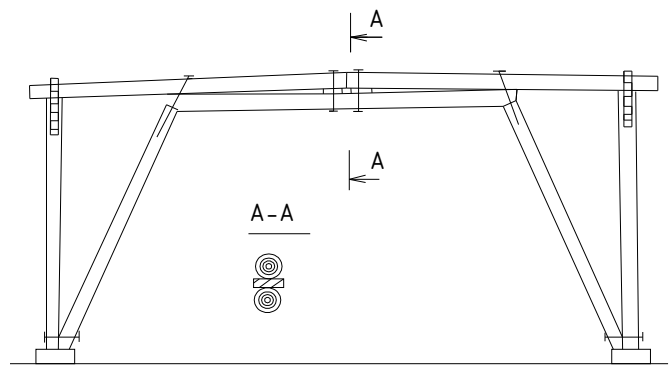


Рис. 3. Дерев'яна рама

Величина прольоту для брусчатих і рам із колод дорівнює 9–12 м, для клеєтодощатих і комбінованих рам із клеєтодощатих ригелем до 24 м. Регулювання згинальних моментів і напруг у ригелі й вибір розмірів поперечного перерізу залежить від зміни висоти й знаходження вкладишів. Під час збільшення або зменшення висоти вкладишів порівняно з їх необхідною геометричною висотою після зборки рами й затягування всіх з'єднаних болтів відбувається попередня напруга ригеля. У результаті цього під навантаженням ригель може розвантажуватись за рахунок балки. Розсунення вкладишів від місця стику дозволяє додатково змінювати співвідношення напруг у різних місцях ригеля. Наявність вкладишів дозволяє одержати універсальний за обрисом, дешевий і простий за технологією безвирубочний каркас будинку з раціональним використанням колод різних діаметрів.

4. Якутським науково-дослідним інститутом сільського господарства НПО «Якутське ЗВАСХНЛ» у 1992 р. для зниження трудомісткості виготовлення за рахунок використання властивостей деревини розроблено спорудження, яке складається із дерев'яних напіварок змінного перетину, які встановлені на фундамент і з'єднані в ковзані шарнірно (рис. 4).

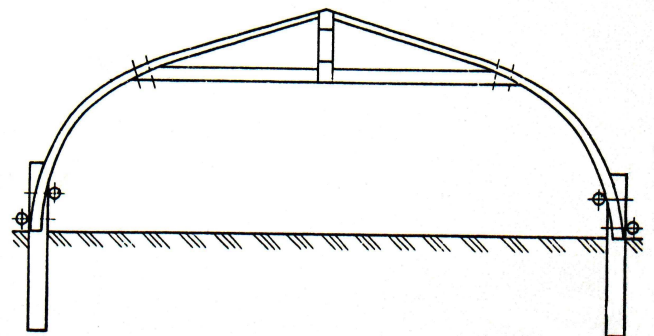


Рис. 4. Спорудження

Піварки виконані зі свіжозрубаного круглого лісо-матеріалу зі стоком, а фундамент – у вигляді паль-стояків з виступальною наземною частиною. Спорудження має прогони, які закріплені на наземній частині паль-стояків із зовнішнього й внутрішнього їхнього боку. Внутрішній прогін розміщений вище зовнішнього прогону, а опорні частини піварок за-тиснені між прогонами й закріплені до паль.

Спорудження зводять у такий спосіб. На площадці в пробурені отвори встановлюються сваї-стояки, закріплюють до них болтами зовнішні й внутрішні прогони. Свіжозрубану заготівлю піварок оброблюють (ошкурювання, розкряжування, буріння отворів) і опорним кінцем закріплюють до зовнішнього прогону болтами. Використовуючи спеціальні пристрої для вигину піварок і пересувну платформу, з'єднують піварки між собою заздалегідь заготовленими затягуванням і стояком за допомогою болтів і плоских хомутиків.

5. Для досягнення економії матеріалів за рахунок розвиненості загальних габаритів рами Н.С. Москалевым, Л.В. Козиною (Росія) в 1996 р. розроблено рамну конструкцію, яка складається з ригеля ламаного обрису, пов'язаних з ним похилих і горизонтальних затягувань та розкосів (рис. 5).

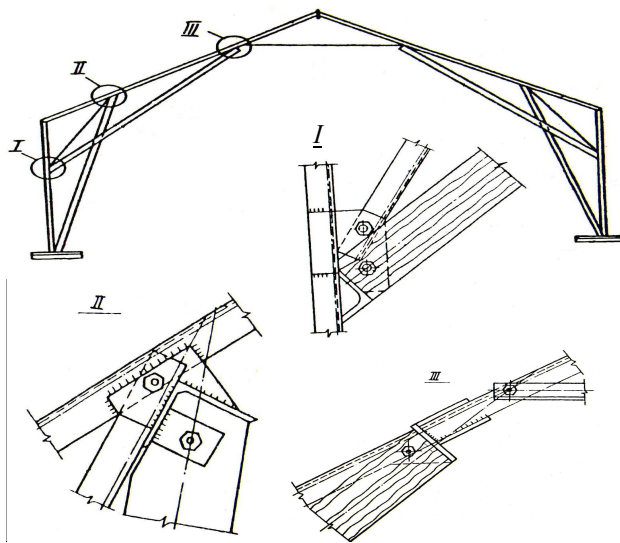


Рис. 5. Рамна конструкція

Розкіс з'єднує стик ригеля з горизонтальним і вертикальним затягуванням. Кожне вертикальне затягування з'єднане з кінцем консолі ригеля й з опорною плитою з зовнішнього боку стояка. Кожне похиле затягування прикріплене кінцями до вузлів з'єднання розкосу з вертикальним затягуванням і розкосу в одній точці.

Для фіксації стрижневих елементів у вузлах поставлені фасонки, приварені до затягувань. У фасонках є отвори, що відповідають виїмкам у дерев'яних елементах для встановлення фіксуючих болтів.

До фасонки приварені куточки, до яких приторцьовані дерев'яні розкоси і похилі стояки під кутами, близькими до прямого. Таке з'єднання забезпечує максимальний опір деревини зминанню під час передачі зусиль стиску.

Обрис стислих стояків, розкосів і верхньої частини ригеля утворюють у вертикальній площині ламану лінію, що відповідає кривій тиску, в результаті досягаються мінімальні зусилля за рахунок наближення моментів у стрижневих елементах до нуля.

Отже, стрижневі елементи розраховують тільки на центральні зусилля без обліку ексцентриситету й додатка навантаження, що викликається дією моменту. Завдяки геометрії рами досягають мінімальних значень зусиль, що веде до економії використаного матеріалу під час виготовлення й зменшує кількість вузлів з'єднання стрижневих елементів, що забезпечує швидкість й технологічність виготовлення.

Пропонована конструкція дозволяє досягти економії матеріалів за рахунок розвинутості загальних габаритів рами, що знизить до мінімуму зусилля, які виникають в елементах за будь-яких сполучень навантаження (економія 70 % порівняно з аналогічними сталевими рамами), застосування ходових перетинів для 50 мм), простоти виготовлення (без врубок, без нагелів, без клейової технології), транспортабельності (перевезення пакетами), легкості монтажу (застосування тільки анкерних болтів і фіксуючих болтів).

6. Красноярською державною архітектурно-будівельною академією в 2005 р. для використання міцнісних властивостей конструкції за рахунок збереження зусилля попередньої напруги запропоновано опорний вузол попередньо напруженої рами, яка включає металеву пластину з розташованими на ній упорами і привареними на кінцях валиками і стояк, встановлений у башмак і закріплений за допомогою нагелів (рис. 6). Башмак із шарніром обпертий на металеву пластину з можливістю вільного обертання між упорами.

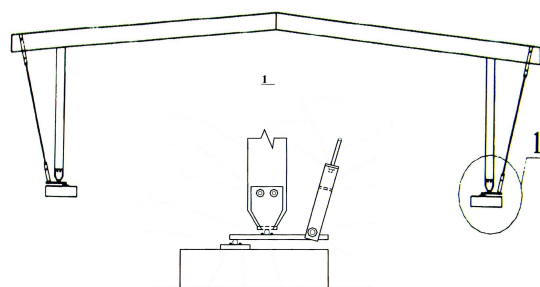


Рис. 6. Опорний вузол попередньо напруженої рами

Металева пластина шарнірно оберта одним кінцем за допомогою валика на фундаментний блок, що містить опорну пластину з упорами, приварену до закладних деталей блоку з можливістю вільного обертання валика між упорами. Інший кінець металевої пластини шарнірно підтримується контрфорсом. На валику встановлена фасонна скоба з розпіркою і отвором, через які пропущений контрфорс, закріплений гайкою.

У процесі експлуатації конструкції контрфорсом здійснюється регулювання зусилля попереднього напруження й збереження його незважаючи на повзучі й волого-температурні деформації в деревині та температурні деформації металу. Використання пропонованого винаходу порівняно із прототипом зберігає зусилля попереднього напруження в процесі експлуатації.

7. Оренбурзьким державним університетом (АНО НТН) «Технопарк ОГУ» в 2007 р. для зниження трудомісткості виготовлення, монтажу, скорочення витрат матеріалів на будинок та фундамент запропоновано просторову збірно-розбірну раму з двома ригелями, двома стояками і чотирма підкосами (рис. 7).

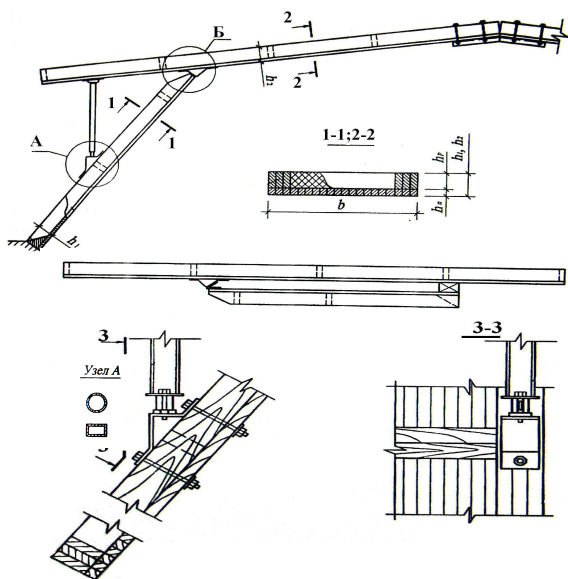


Рис. 7. Просторова збірно-розбірна рама

Ригель і стояк виконані з ребристих плит П-подібного поперечного перерізу, що складаються із двох поздовжніх ребер і полиці, орієнтованої усередину рами й жорстко з'єднаної із поздовжніми ребрами.

Можливість збирання, розбирання й повороту відносно один до одного елементів рами забезпечують, наприклад, натяжні різьбові пристрої, що знаходяться на нижніх кінцях підкосів, і накладні шарніри у вузлах з'єднання ригелів і стояків. Полиці клеєних ребристих плит стояків в опорній зоні мають вставки у формі прямокутного трикутника.

В опалювальних будинках у межах висоти поздовжніх ребер на полиці розміщається утеплювач. Просторова збірно-розбірна рама працює в такий спосіб. Під час дії вертикального й горизонтального навантажень відбувається поперечний вигин і стиск ригелів і стояків. Напруги, що виникають, сприймаються поздовжніми ребрами і полицями клеєних ребристих плит ригелів стояків за рахунок твердого з'єднання поздовжніх ребер і полиць. Включення полиці в загальну роботу плит-ригелів і стояків призводить до збільшення на 20–30 % геометричних характеристик поперечного перерізу плити й, таким чином, дозволяє знизити витрату клеєної деревини на конструкцію, зокрема, за рахунок відмови від додаткових несучих масивних елементів. За рахунок поєднання в плитах рами несучих конструкцій і функцій, що огорожують, скорочується трудомісткість виготовлення монтажу конструкції.

Пропонована конструкція просторової збірно-розбірної рами дозволяє знизити трудомісткість монтажу в два-три рази, полегшити весь будинок на 15–20 %, відмовитися від постановки зв'язків, що забезпечують просторову твердість будинку, знизити трудомісткість виготовлення конструкції на 20–30 %, збільшити габарит приміщень на 4–7 %, скоротити витрату матеріалів на будинок та фундаменти на 20–35 %.

Аналіз досліджень

Проаналізовані за 1981–2008 рр. винаходи колишнього СРСР – 4 (Росія – 3, Білорусь – 1) та патенти Росія – 3, присвячені конструкціям карнизного вузла, підкосів, затягувань у рівні мінімальних моментів у ригелях, із зовнішнього боку стінових панелей, конструкція арки.

Висновки

1. За останні 20 років тришарнірні дерев'яні рами й арки для каркасів одноповерхових будинків продовжують розвиватися й удосконалюватися в Росії та Білорусії.
2. Одержало поширення конструкції різних затягувань для сприйняття розпору однопрогонових будинків.
3. Особливої уваги заслуговують конструкції рами з похилими й горизонтальними затягуваннями, із затягуваннями, що з'єднують опорні вузли й консолі ригелів, із натяжними різьбовими пристроями в підкосах.

Література

1. *Першаков В.М.* Каркасні будинки з тришарнірних залізобетонних рам: монографія / В.М. Першаков. – К: Кн. вид-во НАУ, 2007. – 301 с.
2. *Промислова власність: Офіційний патентний бюлетень України.* – К., 1993–2007.