

ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 624.011

Михайловський Д.В., канд. техн. наук, доцент;

Матющенко Д.М., аспірант,

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ЕВОЛЮЦІЯ КАРНИЗНИХ ВУЗЛІВ РАМ З КЛЕЄНОЇ ДЕРЕВИНИ

В останні десятиріччя все ширшого застосування в багатьох країнах світу набувають конструкції з клеєної деревини. Найчастіше застосовуються прольотні конструкції (ферми, арки, рами тощо). З 50-х років минулого сторіччя в Західній Європі широко використовуються рами [1], з яких побудовано багато складських, сільськогосподарських, будівель спортивного призначення тощо. В даній роботі простежено еволюцію застосування різних типів рам з клеєної деревини.

З використанням гнукотклеєних рам були побудовані десятки сільськогосподарських будівель на теренах колишнього Радянського союзу [2]. Полурами виконувалися з суцільноклеєного блоку заводського виготовлення (рис. 1, а) та мали малу висоту стійки, тому їх було легко транспортувати. Знижувались трудомісткість монтажу, транспортні витрати та зменшувались строки будівництва. Але гнукотклеєні рами мають недолік – висока вартість виробництва, яка пов'язана з застосуванням тонкого пиломатеріалу, товщиною 10–12 мм на всю довжину полурами. Збільшувались витрати деревини та клею, зростала трудомісткість виготовлення конструкцій порівняно з прямолінійними елементами. Найбільші проблеми при застосуванні рам з клеєної деревини виникають в зоні карнизних вузлів. Саме міцність останніх вирішувала якими слід приймати поперечні перерізи. З метою зменшення матеріалоємності було запропоновано ригель робити з уступами (рис. 1, б), але влаштування уступів приводило до виникнення локальної концентрації напружень та можливості появи тріщин в місцях переходів. Питання найбільш раціонального конструктивного рішення карнизного вузла рами хвилювало науковців постійно. За останні 50 років, щоб спростити технологію та зменшити вартість конструкції було запропоновано наступні конструктивні рішення карнизних вузлів рам (детальніше ці рішення розглянуті нижче):

- застосування двосторонніх накладок з бакелізованої фанери на клею (рис. 2);
- армування ділянки карнизного вузла металевими стержнями (рис. 3);
- з'єднання з прямолінійних елементів з'єднаних на зубчастий шип по бісектрисному куту (рис. 4);
- застосування п'ятикутних клеєних вставок з'єднаних на зубчастий шип з ригелем та стійкою (рис. 5);
- застосування гнукотклеєної вставки, яка з'єднана на зубчастий шип з прямолінійним ригелем та стійкою (рис. 6);
- застосування стійко-карнизного блоку, який з'єднаний на зубчастий шип з прямолінійним ригелем (рис. 7);

- застосування V-подібних клеєних стержнів по всій довжині карнизного вузла.

Застосування в карнизних вузлах двосторонніх накладок з бакелізованої фанери на клею (рис. 2) [3], показало високу технологічність процесу. Прямолінійні елементи рами постійної висоти виготовлялись з клеєного блоку дошок шляхом діагонального розпили. Однак недоліком такого рішення є сумнівна міцність клеєвого шва між бакелізованою фанерою й клеєдошатами пакетами, особливо для приміщень з підвищеним вологістним режимом експлуатації. Враховуючі, що в залежності від орієнтації граней дошок по відношенню до річних шарів деформації розбухання та усушки деревини поперек волокон складають від 3 до 10%, а у фанери від 0,1 до 0,5%, можна стверджувати, що у вузлі можуть виникати великі внутрішні напруження. Це підтвердили результати обстежень будівель з різними температурно-вологістними режимами експлуатації [4]. Будівлі які експлуатувалися 2–3 роки, мали недостатню міцність карнизного вузла,

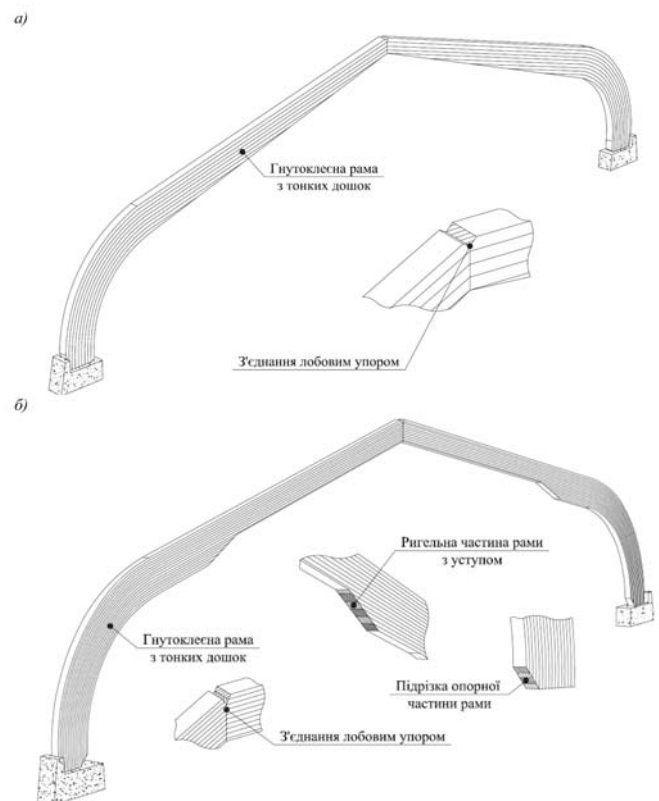


Рис. 1. Гнукотклеєні рами типу ДГР з тонких дошок по всій довжині полурами:
а – без уступів в ригельній частині полурами,
б – з уступам в ригельній частині полурами

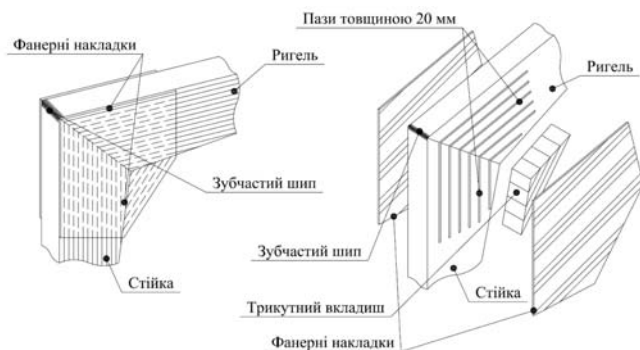


Рис. 2. Карнизний вузол з застосуванням накладок з бакелізованої фанери

особливо при режимах експлуатації з підвищеною вологістю.

Після досліджень по вдосконаленню рамних карнизних вузлів проведених в Новосибірському державному архітектурно-будівельному університеті було запропоновано армування металевими стержнями в межах карнизного вузла (рис. 3) [6, 7]. При цьому переріз рами підбирається по розрахунковим значенням внутрішніх зусиль в прямолинійній частині ригеля, а згинальний момент сприймається металевими стержнями, які розміщені в каналах поблизу нижньої та верхньої грані перерізу. Але економічна доцільність такого рішення викликає сумніви, бо зростають витрати металу, застосовується дорогий епоксидний компаунд та зростає трудомісткість.

Більшу технологічну привабливість мають рами з прямолинійних елементів з'єднаних по бісектрисному куту (РДП Серія 1.822-4 вип.0,1) (рис. 4) [7, 8]. Впровадження цих конструкцій стало можливим завдяки великій роботі проведеної ЦНДІБК ім. Кучеренко та ЦНДІПСільбуд. Основною перевагою такого конструктивного рішення є висока технологічність виготовлення рам. Але такі рами мають суттєвий конструктивний недолік, безпосереднє з'єднання елементів з анізотропного матеріалу під кутом, призводить до значної втрати міцності. Як наслідок, міцність вузла залежить від кута нахилу ригелю. Як показали дослідження, міцність з'єднання може зменшитися в 1,5-2 рази, а напруження розтягу в розтягнутій зоні призводять до розтріскування деревини.

Застосування п'ятикутної вставки (рис. 5) в карнизних вузлах, дало змогу зменшити кут стикування з елементами рами. Однак, в такому випадку виникає велика небезпека, що пов'язана з косообрізними дошками, які виходять на розтягнуту грань п'ятикутної вставки.

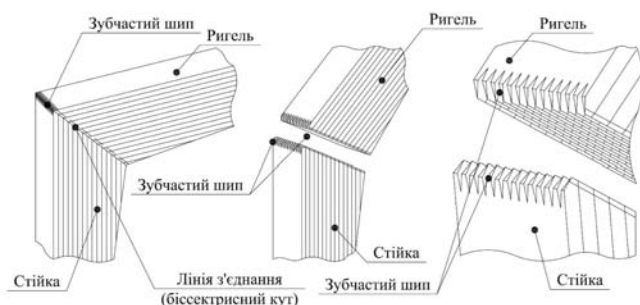


Рис. 4. З'єднання прямолинійних елементів на зубчастий шип по бісектрисному куту

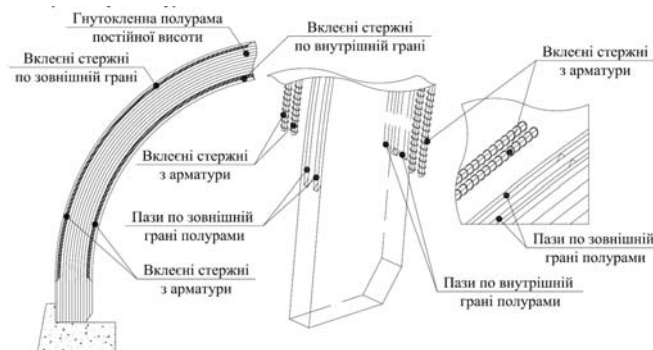


Рис. 3. Армування карнизного вузла металевими стержнями

В Санкт-Петербурзькому державному архітектурно-будівельному університеті було запропоноване нове рішення карнизного вузла – за допомогою гнукоткленої вставки, яка з'єднувалася з прямолинійним ригелем та стійкою на зубчастий шип вздовж волокон (рис. 6) [8, 9, 10]. Застосування такого рішення змінює характер роботи деревини в порівнянні з безпосереднім стикуванням під кутом. Таке рішення має ряд переваг, основні з яких наведені нижче:

- з'єднання ригеля та стійки зубчастим шипом вздовж волокон, тобто в напрямку найбільшої міцності деревини;
- зміщення стику з'єднання ригеля та стійки з зони максимального згинального моменту, внаслідок цього покращується робота зубчастого шипу та карнизного вузла загалом;
- плавна передача силових потоків з ригеля на стійку, без небезпечних концентрацій напружень;
- підвищення в 1,5-2 рази міцності всієї рами в порівнянні з рамами, які мають стикування елементів на зубчастий шип під кутом.

Такі конструкції мали масове застосування в будівництві сільськогосподарських будівель та отримали назву ДГР (ДГР серія 1.822-1 вип. 2,3). Однак, через високу матеріалоемність та велику вартість, об'єми виробництва таких рам почали знижуватись.

Після всіх пошуків раціонального карнизного вузла в Санкт-Петербурзькому державному архітектурно-будівельному університеті була розроблена нова конструкція, запропонована проф. Серовим Є.М., яка одержала назву тип ДГРП [10, 11, 12]. Новизна її полягала у стійко-карнизному блоці який з'єднаний на зубчастий шип з прямолинійним ригелем (рис. 7). При малій висоті стійки було раціонально об'єднати стійку з криволінійною ділянкою рами. Основними перевагами такого рішення

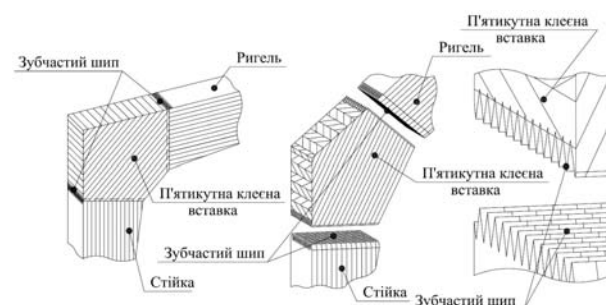


Рис. 5. З'єднання прямолинійних елементів за допомогою п'ятикутної вставки на зубчастий шип

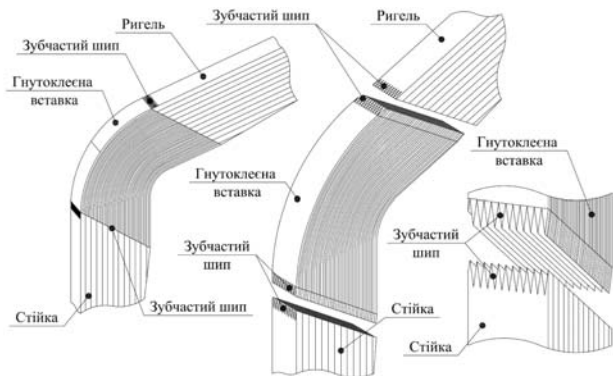


Рис. 6. З'єднання прямолінійних елементів за допомогою гнутоклеєної вставки на зубчастий шип

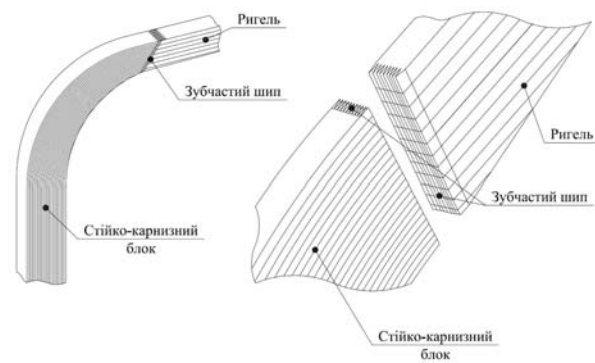


Рис. 7. З'єднання стійко-карнизного блоку з прямолінійним ригелем за допомогою зубчастого шипу

є підвищення економічності виробництва в порівнянні з іншими рамами типу ДГР та РДП і зменшення в 1,5..2 рази витрат тонкого пиломатеріалу при однакових з рамою ДГР загальних об'ємах деревини.

Застосування підсилення V-подібними анкерами за технологією ЦНДІБК ім. Кучеренко дозволило влаштувати жорсткий вузол з'єднання стійко-карнизного вузла з прямолінійним ригелем [13]. Застосовувалась металева закладна деталь, яка кріпилась декількома парами вклеєних V-подібних сталевих анкерів. В парі кожен анкер розходить похило в різні сторони від місця свого прикріплення до закладної деталі. Такий вузол відрізняється підвищеною жорсткістю та надійністю в порівнянні з паралельно вклеєними стержнями, особливо при зміні вектора зусиль. В з'єднаннях використовується очищена від іржі та знежирена сталева арматура періодичного профілю діаметром від 14 до 25 мм класів А300С та А400С. Для вклеювання (під кутом 30..45° до напрямку волокон) використовують епоксидні клеї на базі смол ЕД20 з наповнювачем – молотий пісок (маршаліт). Завдяки цьому вдалося отримати рівномірні жорсткі стики та забезпечити надійність анкерівки вклеєних стержнів. Закладні деталі з'єднуються болтами або сваркою при вклеюванні на термостійких клеях.

Виконані таким чином жорсткі стики карнизних вузлів рам при випробуваннях ЦНДІБК ім. Кучеренко показали підвищену міцність. Це пояснюється сумісною роботою клеєної деревини та вклеєних стержнів.

Враховуючи вище викладене можна зробити висновки, що пошук раціональної конструкції карнизного вузла рам з клеєної деревини є актуальною науковою задачею, для вирішення якої велике значення відіграють дослідження дійсного деформовано-напруженого стану клеєної деревини в зоні карнизних вузлів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Клееные деревянные конструкции в зарубежном и отечественном строительстве: Обзор / Под ред. Д.А. Берковской, Л.В. Касатьян. М.: ЦИНИС Госстроя СССР, 1975.
2. Штейнберг С.Е. Сборные здания с применением клееных деревянных конструкций. – В кн.: Повышение эффективности конструктивного использования древесины в строительстве: Материалы Всесоюзного совещания. – М.: Стройиздат, 1968. – С. 121–126.
3. Штейнберг С.Е. Опыт производства деревянных конструкций и перспективы его развития. – В кн.: Повы-

шение эффективности конструктивного использования древесины в строительстве: Материалы Всесоюзного совещания. – М.: Стройиздат, 1968. – С. 202–207.

4. Преображенская Н.П., Турковский С.Б., Баранов Г.Р., Кувшинов А.П. Обследование клееных деревянных конструкций в Сибири. Тезисы докладов зональной науч.-техн. конф. Новосибирск, 1975. – С. 97–105.
5. Дмитриев П.А., Колпаков С.В., Осипов Ю.К. и др. Конструктивные решения клееных деревянных рам. – В кн. Деревянные конструкции в современном строительстве: Материалы Всесоюзного совещания. – М.: Стройиздат, 1972. – С. 93–95.
6. Дмитриев П.А. Актуальные вопросы совершенствования деревянных конструкций. – Изв.вузов. Стр-во и архит. – Новосибирск, 1980. – №7. – С. 15–21.
7. Светозарова Е.И., Душечкин С.А., Серов Е.Н. Конструкции из клееной древесины и водостойкой фанеры: Примеры проектирования. – Л.: ЛИСИ, 1974. – 133 с.
8. Светозарова Е.И., Серов Е.Н., Гнубкин В.П., Дребезков Е.А. О несущей способности и технологичности клееных рам для каркасных деревянных зданий. – В кн.: Совершенствование технологии и техники производства клееных деревянных рам. – Л.: ЛДНТП, 1975. – С. 92–99.
9. А.с. 234638 (СССР). Сопряжение элементов клееных деревянных конструкций./ Светозарова Е.И., Серов Е.Н., Попов В.Д. Опубл. В БИ, 1969. – №4.
10. Попов В.Д. Влияние расположения зубчатого соединения в клеенощатых рамах на них несущую способность. В кн.: Исследование конструкций из клееной древесины и пластмасс. Л.: ЛИСИ, 1977. – С. 93–99.
11. Светозарова Е.И., Серов Е.Н. Перспективы использования прогрессивных конструкций на сельских стройках. Строительство и архитектура Ленинграда. – 1977. – №9. – С. 31–33.
12. Испытания гнутоклееных рам пролетом 18 м под нагрузку 900 кгс/м.: Научно-технический отчет/ ЦНИИСК им. Кучеренко. – М., 1973. – 162 с.
13. Рекомендации по изготовлению и применению деревянных конструкций в строительстве (проект). М.: АППКДК, 2004. – С. 148.
14. Шмидт А.Б., Дмитриев П.А., Атлас строительных конструкций из клееной древесины и водостойкой фанеры; Учебное пособие./ М.; Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2001. – 292 с., ил.