

## СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ КАРКАСНИХ БУДИНКІВ З СТІНОВИМИ ПАНЕЛЯМИ ЗАВОДСЬКОЇ ГОТОВНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*У роботі наведені теоретичні дослідження основних сучасних каркасних технологій для зведення житлових індивідуальних будинків.*

*Подано теоретичне обґрунтування актуальності вдосконалення технологій зведення каркасних будинків зі стінових панелей заводської готовності. Визначено основні види сучасних каркасних технологій: каркасно-панельна технологія; каркасно-щитова технологія; модульні будинки; технології із СІП-панелей; будинки із клеєної деревини.*

*В роботі встановлено основні переваги матеріалів, конструкцій та систем монтажу малоповерхових каркасних житлових будинків.*

**Ключові слова:** каркасні будинки, стінові панелі, зведення будинків, модульні будинки, каркасно-панельна технологія, каркасно-щитова технологія, СІП-панелі.

### **Abstract**

*The paper presents theoretical studies of the main modern frame technologies for the construction of residential individual houses.*

*The theoretical justification of the relevance of improving the technology of erecting frame houses from factory-ready wall panels is presented. The main types of modern frame technologies are defined: frame-panel technology; frame and panel technology; modular houses; SIP panel technologies; houses made of glued wood.*

*The work establishes the main advantages of materials, structures and installation systems of low-rise frame residential buildings.*

**Key words:** frame houses, wall panels, construction of houses, modular houses, frame-panel technology, frame-board technology, SIP panels.

### **Вступ та теоретичні передумови досліджень**

Технології зведення каркасних будинків зі стінових панелей заводської готовності набули широкого поширення в країнах Північної Америки, Скандинавії, Західної Європи, частині країн Азії та Далекого Сходу. У першу чергу дані технології стосуються житлового малоповерхового будівництва. В Україні донедавна такі технології не користувались попитом, оскільки архітектура та традиції українського житла були завжди пов'язані із більш капітальними будівлями, іншими об'ємно-планувальними рішеннями, які визначались в першу чергу побутом та способом життя сільського та приміського населення. Також великі поклади осадових та магматичних гірських порід дозволяли виготовляти велику номенклатуру дрібнорозмірних штучних та природних кам'яних матеріалів. Не зважаючи на поширення деревини як будівельного матеріалу в деяких регіонах України, її використання обмежується конструкціями перекриттів, дахів, декоруванням будівель. Хвиля індустріального типового будівництва в 50-80-х рр. ХХ ст. мала на меті швидко післявоєнну відбудову та забезпечення житлом міського населення, яке швидко зростало за рахунок робітників новозбудованих заводів і фабрик. Тоді і набула поширення технологія зведення багатопверхових каркасних будинків із готових стінових панелей – бетонних, керамічних, залізобетонних. При всіх недоліках таких будинків і незручностях планування, технологія виготовлення і монтажу стінових панелей чи блоків заводської готовності дозволяла зводити багатоквартирні будинки за 3-7 днів. З початку 2000-х років в Україні віддається перевага зведенню монолітних залізобетонних каркасних висотних будинків. В індивідуальному житловому будівництві переважають будинки котеджного типу в сільській місцевості та таунхауси в приміській та міській зонах, які зводять переважно із цегли, керамічних, силікатних та бетонних каменів.

Каркасні будинки із панелей заводської готовності не набули популярності у сучасному житловому будівництві через високі показники трудомісткості та вартості монтажу, нижчу довговічність і терміни

служби у порівнянні із монолітними і кам'яними конструкціями, високу вартість самих панелей, які не виготовлялись в Україні, а у більшості випадків імпортувались. Також сумнівним було питання екологічності, енергоефективності, пожежної безпеки.

Однак після значних руйнувань, викликаних воєнними діями, і переселення великої кількості населення з одних регіонів країни в інші, актуальним у житловому будівництві стає уже не так питання капітальності та довговічності житла, як швидкість його зведення та відповідність базовим потребам українців, можливість трансформації об'ємно-планувальних рішень, відповідність огорожуючих конструкцій вимогам енергоефективності. Так, сучасні каркасні будинки відрізняються простотою зведення, легкістю конструкцій, мобільністю, функціональністю. Методика будівництва житла за такою технологією передбачає виготовлення всіх елементів конструкції безпосередньо в цеху. На будівельний майданчик доставляються готові стіни, міжповерхове покриття та дах або їх елементи та з'єднання, які дозволяють у найкоротший термін звести повністю будинок.

Таким чином, необхідним стає дослідження технології будівництва швидкокомпонованих будівель та вдосконалення технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей як особливого типу будівельних об'єктів підвищеного ступеня заводської готовності.

### Сучасні каркасні технології зведення житлових будинків

Сучасні технології зведення каркасних будинків можна умовно поділити на такі види:

- 1) каркасно-панельна технологія (німецькі будинки);
- 2) каркасно-щитова технологія (канадські будинки);
- 3) модульні будинки;
- 4) технології із СП-панелей (сендвіч-панелі);
- 5) будинки із клеєної деревини (каркасно-рамні або фахверкові);
- 6) будинки із брусу.

Каркасно-панельну технологію зведення житлових будинків називають ще німецькою. Також широкого розповсюдження вона набула у Фінляндії та інших скандинавських країнах і країнах Північної та Центральної Європи. При каркасно-панельній технології основні конструкції будинку виготовляють у заводських умовах і монтуються уже на будівельному майданчику (рис. 1, 2). Переваги: можливість зміни планувальних рішень в процесі будівництва; незалежність зведення будинку від погодних умов та пори року; швидкість зведення – тривалість монтажу до 14 днів; мобільність – будинок можна зводити на важкодоступних ділянках та за потреби перемістити на іншу територію; екологічність та безпечність – в основі деревина та матеріали з неї; енергоефективність – панелі виготовляють багат шаровими, передбачаючи наявність сучасних ефективних утеплювачів типу мінеральної вати чи термопіни [1-3].



Рис. 1 – Проект каркасно-панельного житлового будинку

Фундаменти – мілкого закладання з бетонних блоків, стрічкові або стовпчасті. Однак дана технологія вимагає ділянки будівництва без високого залягання ґрунтових вод.

Каркас будинку монтують з готових фабричних панелей, які уже утеплені та в яких прокладені внутрішні комунікації (рис. 2). Для збірних дерев'яних будинків використовуються сушені дошки шириною від 95 мм до 200 мм та товщиною 45 мм або клеєний брус. Утеплювальний матеріал

укладається між елементами каркасу, який потім з обох сторін обшивається дошкою, фанерою або іншими сучасними листовими або штучними матеріалами. В якості утеплювача в каркасних конструкціях найчастіше використовується мінеральна вата, краще – на базальтовій основі, або інший термоізоляційний матеріал, не схильний до деформації і гниття [2].

Стіни будинку обшиваються зовні матеріалами з високою стійкістю до погодних умов: вагонкою, сайдингом або навіть керамічною цеглою чи блоками.

Дах виконують двоскатним. Покрівельний матеріал може бути різним – металочерепиця, металевий профнастил, м'яка покрівля.



Рис. 2 – Монтаж каркасно-панельного будинку

Будівництво каркасних будинків за каркасно-щитовою технологією винайдено в Канаді понад 40 років тому. Принцип зведення будинку базується на створенні надійного легкого каркасу з дерев'яних брусів, між якими є утеплювач (рис. 3). Щити, які виконують роль каркасу будинку, виготовляються в заводських умовах і на будівельному майданчику їх монтують до фундаменту. Після монтажу каркасу будинку додатково проводиться внутрішнє та зовнішнє утеплення. Щити виготовляються без утеплення. Каркасно-щитова технологія дозволяє проектувати будинки з різноманітними об'ємно-планувальними рішеннями, площею, поверховістю, опорядженням. Решта конструктивних рішень не відрізняються від інших технологій, однак увесь цикл зведення може займати від 3 до 6 місяців (залежить від площі будинку, поверховості і дизайну) [1].



Рис. 3 – Проект каркасно-щитового житлового будинку

Модульна технологія базується на виготовленні готового каркасу будинку з металевого або дерев'яного профілю за каркасно-панельною технологією. Однак в умовах заводського цеху виконуються також всі зовнішні та внутрішні роботи, встановлюються внутрішні комунікації, електрика, освітлення, кухні, побутова техніка, сантехніка та меблі (рис. 4). Уже готовий до проживання будинок чи окремий модуль доставляється на ділянку будівництва та монтується на фундамент, підключається до зовнішніх комунікацій. Повне виготовлення і монтаж займають до 4 місяців. Переваги: дизайн будинку будь-якого стилю; надійність; швидкість будівництва;

енергоефективність – будинок прогрівається приблизно за 2 години і довго зберігає тепло; мобільність – будинок легко й швидко транспортується до місця будівництва, може перевозитися, за необхідності, на іншу ділянку; економічність – ціна виготовлення та зведення такого будинку нижча у порівнянні з будівництвом традиційного житла з цегли, піно- та газоблоків; підготовчі роботи та зведення фундаменту можна проводити паралельно з виготовленням будинку; можливість монтажу житлового модуля на рухому платформу і отримання мобільного житла [1, 3, 4].



Рис. 4 – Варіанти житлового будинку, виконаного за модульною технологією

Також широкого розповсюдження в Європі набула технологія із СПП-панелей (сендвіч-панелей). Такі панелі виготовляються різних розмірів і можуть бути використані для утеплення вже зведених стін в каркасному будівництві або ж як самостійний самонесучий матеріал. Для спорудження стін використовуються спеціальні панелі, що представляють собою брущатий каркас, утеплений пінополістиролом, який обшитий з двох сторін дерево-стружковими плитами (рис. 5).



Рис. 5 – Технологія із СПП-панелей

Утеплювач, закладений в панелі, може мати різну товщину. СПП-панелі збираються за технологією велико вузлового складання. [2, 5]. Монтаж будинку із СПП-панелей полягає в послідовному з'єднанні між собою панелей до утворення конструкції запроєктованої стіни (рис. 6). Стики між панелями фіксуються спеціальними кріпленнями та герметизуються. Наявність великої кількості стиків може призвести до виникнення містків холоду, тому варто особливу увагу приділити подальшому зовнішньому утепленню такого будинку. Збирається контур будинку з міжкімнатними перегородками. Для надання конструкції жорсткості по горизонтальній осі, технологічні пази торців поміщаються об'язувальні бруси.

Максимально можливий розмір СПП-панелі – 2,5-2,8 мх1,25-12 м, тому у подібних будинках висота стелі у стандартній комплектації становить 2,5-2,78 м. Зовнішнє фінішне оздоблення будинку виконується на заводі або на будівельному майданчику, всередині панелі обшивають гіпсо-стружковою плитою і потребують чистового оздоблення внутрішніх приміщень. Зазичай будинок з СПП-панелей потребує значних допрацювань – виконання утеплення фасаду, облицювальні роботи, фарбування дерев'яних частин, проведення інженерних робіт тощо. Термін монтажу будинку – від 5-7 до 50-60 днів. Енергоефективність – опір теплопередачі стін із СПП-панелей становить становить  $4.3-4.5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , що задовольняє нові норми по тепловій ізоляції будинків [6].



Рис. 6 – Монтаж житлового будинку із СІП-панелей

Каркасно-рамні будинки можуть виготовлятися із деревини чи металевих конструкцій (рис. 7).



Рис. 7 – Дерев'яний і металевий каркаси каркасно-рамних будинків

Каркас будинку із деревини виготовляють із клеєного бруса перерізом не менше 150 мм. Між стійками каркаса утворюється рама, яка обшивається дошками або плитними водостійкими матеріалами і заповнюється утеплювачем, після чого встановлюються вікна та двері. Збирання такого будинку здійснюється безпосередньо на місці будівництва [7]. Основна відмінність каркасно-рамного будинку від каркасно-панельних і щитових це архітектурне оформлення будинку – такі будинки зазвичай мають велику площу скління (рис. 8).



Рис. 8 – Проект каркасно-рамкового житлового будинку

Металеві каркаси збирають із з легких сталевих тонкостінних V і С-подібних термопрофілів з перфорованими пазами. Вага 1 м<sup>2</sup> будинку з такого каркасу – 130 кг, тоді як дерев'яного – 150-180 кг. Металеві каркаси в житловому будівництві досить популярні в Європейських країнах, Америці та в Японії.

Технологія будівництва каркасно-рамного будинку простіша на відміну від вище зазначених каркасних будинків. Будинок на етапі зведення не вимагає застосування спецтехніки, монтажних кранів, а зводиться безпосередньо на місці будівництва та має необмежені конструктивно-архітектурні рішення.

### Висновки

Отже, перевагою каркасних будинків різних технологій у порівнянні із традиційними технологіями малоповерхового житлового будівництва є:

1. Архітектурна різноманітність: є можливість реалізувати безліч різноманітних архітектурно-планувальних рішень.

2. Екологічність: дерев'яні каркаси обробляються антисептиками для виключення гниття. У стружково-цементних плитах відсутні хімічні речовини, клей та формальдегідні смоли. Плити паропроникні, завдяки цьому будинок «дихає».

3. Шумоізоляція: індекс ізоляції повітряного шуму досягає 62 дБ, що на 12 дБ більше за встановлену норму.

4. Легкість каркасної конструкції дозволяє встановити її на фундамент мілкового закладання та зводити будинки на слабких ґрунтах.

5. Каркасні будинки відзначаються високою сейсмостійкістю і низькою сприйнятливістю до сезонного руху ґрунту.

6. Рівна поверхня стін заводської готовності спрощує та здешевлює також внутрішнє та зовнішнє оздоблення будинку з панелей під ключ.

7. Енергоефективність: низька теплопровідність утеплювача стіни забезпечує хороший рівень термоізоляції приміщень та дозволяє знизити товщину зовнішнього огородження.

8. Досить висока несуча здатність стін дозволяє вибрати будь-який покрівельний матеріал та конструкцію даху.

9. Відсутність усадки конструкції дозволяє без додаткового очікування приступати до проведення оздоблювальних робіт фасаду й внутрішніх поверхонь.

10. Залишається можливість у майбутньому змінювати планувальні рішення будинку: влаштовувати капітальні прибудови, надбудовувати поверхи.

11. Є можливість використання внутрішнього стінового простору для розміщення тих чи інших інженерних комунікацій.

12. Вести будівництво будинку можна практично в будь-який час року, за умови забезпечення захищеності від підвищеної вологості та опадів.

13. При будівництві каркасного будинку можна обійтися без залучення спеціалізованої техніки, а використання монтажних кранів відбувається у досить короткий термін.

14. При належній оцінці якості матеріалів забезпечується: пожежна безпека (стінові панелі мають третій ступінь вогнестійкості); вологостійкість; безпечність для здоров'я;

15. Цінові переваги будинків: вартість будівництва в середньому на 15-20% нижче, ніж зведення будинку з газоблоку або оциліндрованих колод.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Компанія “Модуль-Префаб”. URL: <https://modul-prefab.com/>

[2] Будівництво будинку по німецькій технології. URL: <http://ekobil.com.ua/budivnitstvo-budinku-po-nimetskij-tehnologiyi/>

[3] Будівництво модульних готелів: тенденції розвитку технології на вітчизняному ринку. URL: <https://roof.lviv.ua/budivnytstvo-modulnyh-goteliv-tendentsiyi-rozvytku-tehnologiyi-na-vitchyznyanomu-rynku/>

[4] Модульні будівлі з блок-контейнерів: специфіка використання і конструктивні рішення. URL: <https://roof.lviv.ua/modulni-budivli-z-blok-kontejneriv-spetsyfika-vykorystannya-i-konstruktivni-rishennya/>

[5] Завод каркасно-панельного дерев'яного домобудівництва ЕкоДім. URL: <http://ekoohouse.com.ua/uk/karkasni-budinki/evropeyska-tehnologiya/>

[6] ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 27 с.

[7] Каркасный будинок. Технологія будівництва каркасного будинку. URL: <https://stroyrec.com.ua/karkasnii-bydinok-tehnolog%D1%96ia-byd%D1%96vnictva-karkasnogo-bydinky-chastina-ii/>

**Журавльов Ігор Віталійович** – магістр, група Б-21мз, кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет

**Науковий керівник: Бікс Юрій Семенович** – канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, електронна пошта [biks@vntu.edu.ua](mailto:biks@vntu.edu.ua)

**Zhuravlyov Ihor V.** – master, group B-21mz, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,

**Supervisor: Biks Yuriy S.** – PhD, Associate Professor, Department of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [biks@vntu.edu.ua](mailto:biks@vntu.edu.ua)