

1. **Моторный Н., Моторный А.** Обоснование работы сваи в грунте и формирование несущей способности свай в процессе её погружения и эксплуатации. THEORETICAL FOUNDATIONS OF CIVIL ENGINEERING / Збірник наукових праць «Теоретичні основи будівництва. – Warsaw, MA3, 2013. – № 20. – С. 501 – 508.
2. **Моторный Н., Моторный А., Рубанский В.** Влияние технологи изготовления буроналивных свай на их несущую способность / Збірник наукових праць «Теоретичні основи будівництва. – Warsaw, September, 2012. – № 20. – С. 458 – 466.
3. **Улицкий Н. Н., Рывкин С. А., Самолетов М. В., и др.** Железобетонные конструкции (расчет и конструирование) издание третье переработанное и дополненное. – К. : Будівельник, 1973. – С. 70 – 71.
4. ДБН. В.2.1-10-2009. Зміна 1. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Київ. М.Р.Р. та Б.У. 2011. – С. 55.
5. **Кныш К. А., Моторный Н. А.** Практическое руководство по расчету деформаций оснований и тела земляных плотин за период их возведения и эксплуатации / Научно-технический отчет кафедры Оснований и фундаментов ДИСИ. по договору. – Д. : ДИСИ, 1970. – С. 63.

УДК 728.536:625.712.14

### **ЗВЕДЕННЯ МАЛОПОВЕРХОВИХ КАРКАСНО-ПАНЕЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЕРЕВИНИ**

*О. С. Дьяченко, ас., Л. Ю. Дьяченко, к.т.н., доц.*

**Ключові слова:** *каркасно-панельне будівництво, доступне житло, мотелі, сендвіч-панель, орієнтовано-стружкові плити (ОСП), структурна ізолювана панель (СІП)*

**Постановка проблеми та її зв'язок із науковими та практичними завданнями.** Актуальність розширення будівництва мотелів зумовлена безперервним ростом потреб у мотельному забезпеченні, пов'язаним із низкою особливостей суспільного розвитку. До них належать: підвищення мобільності населення у зв'язку з ростом його культурного розвитку, забезпечення транспортних вантажопотоків; зростання автотранспортного потенціалу України. З кожним роком розвиваються міжнародні транспортні зв'язки й міжнародний туризм, також виникає необхідність прискореного й широкого обміну науковою інформацією й передовим досвідом шляхом проведення конференцій і нарад; організації виставок, фестивалів в Україні.

Через перенаселення великих міст і непомірну вартість міського житла одночасно іде активне формування позитивного іміджу замиського проживання. Основні надії покладають на розвиток сфери котеджного домобудування. Відповідно, розвиток індустріального малоповерхового будівництва зумовлений потребою в доступному житлі в замських зонах великих і малих міст України, необхідністю зведення в короткий термін будинків різного призначення, житлових містечок для військовослужбовців і жителів районів, що перебувають в особливих і екстремальних умовах.

У зв'язку зі стрімким збільшенням темпу зростання будівництва на будівельному ринку з'являються нові матеріали, сучасні технології, що дозволяють у більшості випадків за високої якості будівель значно скоротити час їх зведення.

У разі створення замського будинку зазвичай виникає бажання побудувати його швидко. При цьому хочеться, щоб жити в ньому було комфортно: тепло, тихо і зручно. І поєднати ці бажання сьогодні цілком можливо. На допомогу приходять технології швидкого зведення будівель із дерев'яних каркасно-панельних конструкцій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В Україні особливою популярністю користуються швидкозведені будівлі, що споруджуються з легких огорожувальних конструкцій. Це пояснюється тим, що вони дозволяють швидко і з мінімальними тимчасовими і фізичними витратами зводити будівлі різної поверховості, різної форми і розмірів, при цьому термін служби таких будинків не менше 25 років. Унікальна технологія дерев'яного каркасно-панельного будівництва була розроблена у США понад півстоліття тому і відтоді постійно вдосконалюється і оптимізується, забезпечуючи ефективність і економічність будівництва.

У 1960-х роках архітектори прогнозували, що на початку ХХІ століття більшість людей буде жити в збірно-модульних житлах, побудованих за фантастично короткі терміни. Їх

прогнози збуваються: комфортабельне, економічне і конкурентоздатне будівництво будівель за термін від декількох днів до півтора місяця — реальність наших днів. Скорочення будівельного циклу за технологією швидкого зведення каркасної будівлі відбувається завдяки тому, що будівля поставляється на будівельний майданчик із заводською готовністю до 95 %. Такий будинок, по-перше, вимагає зведення більш полегшеного фундаменту, що значно економить кошти забудовника. По-друге, він доставляється на місце монтажу у вигляді набору деталей (кожна має свій номер згідно з проектом), і кілька людей складають його, як конструктор. Основними із швидко зведених вважають: будинки з готових модулів із високою заводською готовністю, включаючи вбудовану побутову техніку, інженерні мережі і навіть меблі; з великих панелей; каркасного типу; з незмінною опалубкою (з ефективного утеплювача); з укрупнених елементів. Можливі і поєднання цих типів конструкцій в одному будинку.

Близько 80 % усіх швидкозведених будинків у світі будуються каркасно-панельним способом. Залежно від технології виробництва конструкції будинку поділяються на три основні види: максимальної заводської готовності, де стіна поставляється вже з обробкою, а каркас «вшитий» у стіни; часткової готовності (несуча рама із зміцнювальною обшивкою); каркас, виготовлений на місці і заповнений (фахверк). Побудовані таким чином будинки називаються: панельні, каркасно-щитові, каркасні. Сучасні панельні конструкції комплектуються вже на підприємстві, включаючи всі необхідні компоненти.

Основою для панельного будівництва є рамна конструкція і обшивка, прошарок стін і по-поверховий монтаж. Сучасні панельні конструкції, як правило, комплектуються вже на підприємстві, включаючи всі необхідні наповнювачі: утеплювач, внутрішню гідроізоляцію та зовнішній вітрозахист.

Внутрішня і зовнішня обробка виробляються на місці. На завершення в стіни вбудовуються вікна і зовнішні двері. Термін від початку складання до готовності «під ключ» — приблизно п'ять тижнів [2].

Спорудження дерев'яних каркасно-панельних будинків почалося ще в позаминулому столітті в Північній Америці, де отримало швидке поширення. Сьогодні цей спосіб застосовується у США, Канаді і на півночі Європи практично повсюдно (рис. 1).



*Рис. 1. Квартал дерев'яних будинків каркасно-панельної конструкції. Фінляндія*

У нашій країні технологія дерев'яного каркасно-панельного будівництва може широко застосовуватися для будівництва доступного житла в містах і сільській місцевості, для оперативного зведення зручних і недорогих будинків для переселенців, у місцях катастроф, зведення вахтових селищ, військових казарм і т. п. Використовуючи універсальні конструкції, можна будувати комерційні та промислові об'єкти: готелі, магазини, ресторани, офіси, склади, ангари і т. п.

Дерев'яний каркасно-панельний будинок — джерело затишку і тепла, символ благополуччя і родинності, місце відпочинку, наповнене особливою атмосферою комфорту, гармонії і

чистоти.

Порівнянно з традиційними капітальними, будівлі, зведені за технологією швидкозведеного дерев'яного каркасно-панельного будівництва, мають безліч переваг. Перш за все, варто відзначити здешевлення будівництва за рахунок скорочення транспортних витрат, термінів будівництва, економії на будівельній техніці та фундаменті (на відміну від стандартних, швидкозведені конструкції не вимагають глибокого фундаменту або застосування спеціальних будівельних матеріалів). Це гарантує швидку віддачу від вкладених коштів.

Також швидкозведені дерев'яні каркасно-панельні будівлі вирізняє простота і висока швидкість монтажу, легкість підгонки під кліматичні умови.

**Метою статті** є аналіз архітектурно-конструктивного рішення при зведенні малоповерхових каркасно-панельних будівель з використанням деревини.

**Виклад матеріалу.** З огляду на актуальність проблеми досліджено застосування унікальної технології – технології дерев'яного каркасно-панельного будівництва.

**Особливості конструкції каркасно-панельних будівель.** Всі швидкозведені каркасно-панельні будівлі мають несучі та огорожувальні конструкції, які і є основними. Каркас виконується з дерев'яних профілів.

**Каркасно-панельну технологію** виготовлення дерев'яних будинків вирізняють повна заводська готовність панелей до складання на будівельному об'єкті. Ці панелі містять у собі елементи каркаса (стійки), обшивки (зовнішньої і внутрішньої) й утеплювач. Обшивки панелей можуть бути виконані з різних матеріалів, починаючи з орієнтовано-стружкової плити (OSB) або цементно-стружкової плити (ЦСП) і закінчуючи традиційними дерев'яними оздоблювальними матеріалами (вагонка, блок-хаус) [1].

**Каркас будівлі.** Головним несучим елементом швидкозведеної каркасно-панельної будівлі є прямокутний високоміцний каркас із дерев'яних профілів. Каркас має вертикальні стійки і горизонтальні прогони для кріплення зовнішньої і внутрішньої обшивки, для встановлення вікон, дверей і внутрішніх перегородок. Дерев'яні частини каркасу, як правило, обробляються вогнезахисним складом (рис. 2).



Рис. 2. Дерев'яний каркас швидкозведеного каркасно-панельного будинку

**Огорожувальні конструкції,** до яких належать стіни, покрівля, перекриття, двері і тощо, служать для обмеження будівлі і поділяються на зовнішні і внутрішні. Зовнішні конструкції захищають будівлю від різних кліматичних факторів, у той час як внутрішні призначені для поділу внутрішнього простору будівлі. Залежно від матеріалу, існує два типи огорожувальних конструкцій: збірні конструкції і сендвіч-панелі.

Збірна конструкція (полистового складання) виконується на місці на готовому каркасі. Каркас із дерев'яними прогонами обшивають зовні профлістом або негорючими цементно-стружковими плитами, потім у комірці, утворені прогонами, закладають утеплювач в один або

декілька шарів. Далі каркас покривають пароізоляційним матеріалом (плівкою), обшивають дошками, а потім внутрішньою обшивкою, яку вибирають залежно від вимог замовника (рис. 3).

Переваги листового складання полягають у невисокій ціні, а недоліки – в трудомісткості процесу.

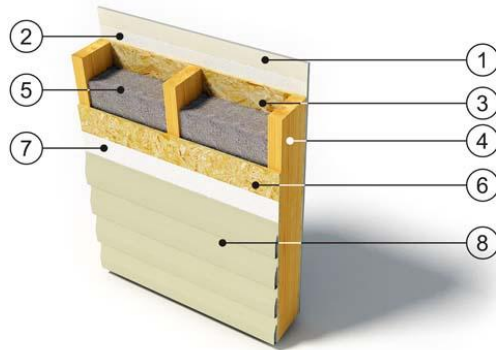


Рис. 3. Зовнішня стіна дерев'яної каркасно-панельної будівлі:

- 1 – гіпсокартонний лист (ГКЛ)  $t = 12,5$  мм; 2 – пароізоляція («Ізоспан В»); 3 – негорюча цементно-стружкова плита (ЦСП)  $t = 10$  мм; 4 – стійка каркаса –  $40 \times 140$  мм;  
5 – целюлозний утеплювач  $t = 140$  мм; 6 – негорюча цементно-стружкова плита (ЦСП)  $t = 12$  мм; 7 – вітро-, вологозахисна паропроникна мембрана («Ізоспан А»); 8 – зовнішня обробка (сайдинг, блок-хаус, цегла, штукатурка)

**Примітка:** При улаштуванні фасадної штукатурки, поверх вітрозахисту (поз. 7) влаштовується додатковий шар із фасадної мінераловатної плити, що служить основою для штукатурного шару

**Сендвіч-панелі** – легкі огорожувальні конструкції, що складаються із внутрішнього і зовнішнього облицювальних листів, між якими міститься шар утеплювача. Підбір сендвіч-панелі здійснюється з урахуванням розмірів каркаса. Асортимент «сендвічів» досить широкий, вони мають різну довжину і ширину, різноманітну колірну гаму. Цей будівельний матеріал має хороші теплоізоляційні і шумоізоляційні властивості, невелику вагу, довговічний і екологічний.

В основі каркасно-панельної технології лежить використання конструкційних теплоізоляційних панелей SIP (structural insulated panel). Така панель складається із двох орієнтовано-стружкових плит OSB (oriented strand board), між якими як утеплювач вклеєний шар твердого пінополістиролу. Істотною відмінністю плит OSB від інших плитних матеріалів (ЦСП, ГВЛ, водостійка фанера), які теж використовуються для виробництва панелей, є те, що міцнісні властивості і здатність утримувати кріплення забезпечуються в даному випадку не стільки присутністю сполучного, скільки характером розподілу тріски.

Плита складається з пошарово-перехресно орієнтованої тріски завдовжки до 14 см, що поєднує в собі високі показники міцності й еластичності. Таким чином, шурупи утримують не щільністю сполучного, а цими численними тонкими трісками, орієнтованими в площині, перпендикулярній осі кріпильних елементів. Невеликі габарити модульних панелей SIP зумовлені стандартними розмірами OSB-плит ( $2,5 \times 1,25$  м). Товщина останніх досягає 25 мм, чого цілком достатньо для забезпечення міцності панелей, придатних для зведення стін, перекриттів і даху [3].

Сендвіч-панелі широко застосовуються. Щоб краще розглянути їх плюси, порівняємо швидкозведені будівлі з сендвіч-панелями і капітальне будівництво. Безумовно, є низка відмінностей, але є й деякі подібності. Для капітальних забудов використовують камінь, цеглу, бетонні плити та інші будівельні матеріали. Застосування таких матеріалів коштує досить недешево. Сендвіч-панелі дозволяють зводити будівлі і споруди різних призначень, які міцністю і надійністю нітрохи не поступаються будівлям, зведеним із традиційних матеріалів. Але при цьому будівництво обходиться набагато дешевше. До того ж, сендвіч-панелі порівняно з іншими будівельними матеріалами мають набагато меншу вагу, в результаті чого фундамент не відчуває великого навантаження.

Економія при панельному будівництві помітна й у виконанні монтажних робіт. Незважаючи на те, що монтаж сендвіч-панелей повинен здійснюватися фахівцями, він не вимагає спеціального дорогого обладнання. У капітальному будівництві таких витрат не

уникнути.

Ще однією перевагою сендвіч-панелей є невеликі часові витрати. Швидкозведені будівлі будуються за лічені місяці, у той час як для капітального будівництва знадобиться набагато більше часу. Модульні будинки і швидкозведені будівлі не вимагають глибокого фундаменту, оскільки панелі легкі та не здійснюють тиску на будівельну конструкцію, що теж дозволяє значно заощадити час і кошти. До того ж будівництво із сендвіч-панелей може здійснюватися практично в будь-якій кліматичній зоні, оскільки вони мають хороші гідроізоляційні властивості.

Сендвіч-панелі можуть бути збірними. У такому випадку в єдину конструкцію їх складають на будівельному майданчику. Це дуже зручно для транспортування: його легко можна здійснити на автомобілі.

«Сендвічі» вирізняються ще й хорошою шумоізоляцією, що досягається в результаті використання утеплювача – мінеральної вати. Крім зведення стін і покрівлі, сендвіч-панелі широко застосовують як теплоізоляційний й облицзовальний матеріал.

Вони мають: високі теплоізоляційні та вогнетривкі властивості, стійкість до несприятливого зовнішнього середовища й екологічність. Цей матеріал відповідає всім санітарним нормам, а полімерне покриття внутрішньої поверхні можна піддавати багаторазовому очищенню, що дозволяє з успіхом застосовувати його у харчовій промисловості.

Для зовнішньої обшивки сендвіч-панелей використовують профільовані тонкі оцинковані листи із захисним полімерним покриттям. Внутрішній шар панелей може бути виконаний з вати целюлозної, пінополіуретану, пінополістиролу або мінеральної вати. Близько 95 % сендвіч-панелей, вироблених в усьому світі, мають наповнювач пінополіуретан. За багатьма показниками він перевершує всі інші матеріали, за винятком показників горючості. В Україні найбільшого поширення набули панелі з мінеральної або целюлозної вати, оскільки ці матеріали належать до класу негорючих і відповідають українським пожежним нормам. Крім того, мінераловатні панелі практично не вбирають воду, проте за теплопровідністю вони дещо поступаються іншим наповнювачам. Пінополістирольні панелі в 1,5 – 2 рази легші, ніж мінераловатні (за однакової товщини), мають кращі теплоізоляційні властивості, проте їх рівень пожаростійкості значно нижчий.

Вибір огорожувальних конструкцій залежить від: термоізоляційних характеристик швидкозведеної будівлі; опору теплопередачі в зимову пору, а також від теплостійкості в літній період. Найбільш поширені огорожувальні конструкції для «тепліх» будівель – сендвіч-панелі і полистового складання, а для «холодних» – профільований сталевий лист.

**Недоліки.** Багато сучасних матеріалів, що застосовуються в каркасному будівництві, можуть бути небезпечні для людини. Так, орієнтовано-стружкові плити (OSB) як сполучне містять фенолформальдегідні смоли, через що відбувається емісія формальдегіду в повітря житлового приміщення. У виробництві мінеральних ват так само застосовуються фенолформальдегідні смоли, крім цього, мінеральні вати є джерелом канцерогенного пилу. У недоліки можливо усунути шляхом заміни OSB на плити ЦСП або СМЛ, а також використанням пінополістиролу як утеплювача або целюлозного утеплювача замість мінеральної вати. При варіанті зовнішнього утеплення пінополістирольними плитами також неможлива емісія хімічних добавок у житлове приміщення [1; 4; 5].

**Висновки.** Порівнянно з традиційними капітальними, швидкозведені каркасно-панельні будівлі мають безліч переваг. Перш за все, це здешевлення будівництва за рахунок скорочення транспортних витрат, термінів будівництва, економії на будівельній техніці та фундаменті (на відміну від стандартних, швидкозведені конструкції не вимагають глибокого фундаменту або застосування спеціальних будівельних матеріалів). Значна економія на опаленні за рахунок видатних теплозберігальних характеристик, а також швидкозведені каркасно-панельні будівлі мають привабливий зовнішній вигляд і не вимагають додаткової обробки. Це гарантує швидку віддачу від вкладених коштів.

Також швидкозведені каркасно-панельні будівлі вирізняє простота і висока швидкість монтажу, легкість підгонки під кліматичні умови (рис. 4, 5).

Відмінні особливості будівель, споруджених за технологією швидкозведеного каркасно-панельного будівництва [1]:

- складання може здійснюватися практично в будь-яких погодних умовах і в будь-якому кліматі;



Рис. 4. Загальний вид каркасно-панельного будинку



Рис. 5. Схематичний план каркасно-панельного будинку: **Експлікація приміщень:**

- 1 – хол з міні-кухнею 32,3 м<sup>2</sup>;  
2 – котельня 4,3 м<sup>2</sup>; 3 – кабінет 8,9 м<sup>2</sup>;  
4 – кабінет 6,6 м<sup>2</sup>; 5 – коридор 4,3 м<sup>2</sup>;  
6 – ванна кімната 4,3 м<sup>2</sup>.  
**Загальна площа будинку: 60,7 м<sup>2</sup>**

- швидкозведені каркасно-панельні будівлі зручні у транспортуванні і не вимагають особливих умов завантаження і розвантаження. Крім того, вони володіють високою міцністю, стійкістю і високими акустичними і теплоізоляційними характеристиками;
- порівняно мала питома вага каркасного будинку дозволяє зводити його на полегшений фундамент (гвинтові палі, буронабивні палі, малозаглиблені стрічкові фундаменти). Термін монтажу одноповерхового будинку каркасно-панельної конструкції площею 30 – 70 м<sup>2</sup> становить зазвичай 3 – 5 днів;
- промислове виробництво каркасно-панельних будинків із використанням спеціалізованих матеріалів гарантує високу якість кожної деталі, що підвищує якість складання будівель і надійність з'єднань.

#### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Адам Ф. М. Особенности монтажа быстровозводимых зданий. Монтажные и специальные работы в строительстве / Ф. М. Адам. – М., 2001. – С. 12 – 16.
2. Теория и практика использования быстровозводимых зданий / А. Н. Асаул, Ю. Н. Казаков, В. Л. Быков, И. П. Князь, П. Ю. Ерофеев. – СПб, Гуманистика, 2004. – 463 с.
3. Булгаков Н. Архитектурное проектирование энергосберегающих, комфортных жилых домов. Информац. материалы / Н. Булгаков. – М., 2000. – 42 с.
4. Дорошенко Д. Каркасный дом по канадской технологии. – СПб. : Питер, 2011. – 208 с.
5. Левадный В. С., Самойлов В. С. Строительство каркасного дома. – М. : Аделант, 2009. – 352 с.

УДК 622.4:532.595.2

#### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СКРВ ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Ф. А. Корсун, к. т. н.

**Ключевые слова:** подземная система распределения хладоносителя (ПСРХ); система кондиционирования рудничного воздуха (СКРВ); теплообменник высокого давления (ТВД); гидрораспределитель (ГР); гидравлический удар (ГУ); переходные процессы

**Проблема.** Для обеспечения микроклимата в глубоких шахтах Донбасса применяются системы кондиционирования рудничного воздуха (СКРВ) с теплообменником высокого давления. Но при передаче холода на глубокие горизонты рекуперативным путем возникают большие потери холода. Предлагается замена ТВД (теплообменника высокого давления) на