

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ТА МАТЕРІАЛИ В ТЕХНОЛОГІЯХ СУХОГО БУДІВНИЦТВА

*ТОВ «Кнауф Гіпс Київ», Україна*

***В статті розглянуто використання сучасних будівельних матеріалів (вакуумних ізоляційних панелей, гіпсокартонних плит з енергоакумуючими добавками РСМ(Phase changing material), цементних плит «Аквапанель») для будівництва енергоефективних будинків, які виробляють енергії більше, ніж споживають.***

Сухе будівництво – це дещо нове поняття, яке з'явилося в будівельній практиці країн СНД завдяки докорінним змінам в підходах до виконання будівельних та оздоблювальних робіт. Цей термін означає монтаж плитних матеріалів без використання традиційних «мокрих» процесів [1]. Останні два десятиліття сухе будівництво розвивалось досить стрімкими темпами. Перенасиченість фінансових ринків та спекуляції нерухомістю чітко проявили нові світові тенденції в методах та видах будівництва, які в свою чергу спонукали підвищений попит на матеріали та конструкції для внутрішнього (сухе будівництво, інженерне оснащення будинків) та зовнішнього (фасадні матеріали, скло) облаштування будівель. За даними випробувального центру дерев'яного та сухого будівництва в м. Дармштадт (Німеччина) приріст сухого будівництва в порівнянні з іншими способами був найбільшим – до 30% щорічно [2].

Виникає питання – які передумови сприяють такому динамічному розвитку сухого будівництва? В багатьох фахових виданнях підкреслюється в першу чергу фактор технологічності. Сухе будівництво має беззаперечні переваги в порівнянні з традиційними мокрими процесами: швидкість монтажу; можливість працювати при мінусових температурах; можливість прокладення комунікацій в пустотах між плитними матеріалами та несучою основою; просте та зручне улаштування криво-лінійних поверхонь для архітектурних та дизайнерських рішень тощо [3]. Однак не тільки технологічність є відмінною рисою цього прогресивного методу. Як показує досвід зеленого будівництва, системи обшивки каркасів як найкраще підходять для внутрішньої та зовнішньої (вентильовані фасади) ізоляції будівель. Легкі каркасні конструкції в поєднанні з ефективними теплоізоляційними матеріалами сприяють ресурсозбереженню, що також відповідає найсучаснішим тенденціям сталого розвитку, які визначають перспективи будівельної галузі на майбутнє. Так, згідно директиви Євросоюзу вже з 2021 року всі житлові новобудови повинні стати енергопозитивними будинками (Plus – Energie – Haus) [1]. Цей термін означає, що такі будинки виробляють енергії більше ніж споживають завдяки використанню сучасних матеріалів для ефективної теплоізоляції з одного боку, та у застосуванні альтернативних джерел енергопостачання (сонячні батареї, колектори, теплові насоси тощо) – з

іншого. В статті розглянуті деякі приклади використання матеріалів для влаштування теплоізоляції та латентного акумулювання тепла в будинку, збудованому на основі технологій сухого будівництва.

Керуючись директивами Євросоюзу Федеральне міністерство транспорту та будівництва ФРН започаткувало ініціативу «Будівництво майбутнього»[4]. В рамках цієї ініціативи проводяться конференції, випущено журнал «Будівництво майбутнього» (“Zukunft Bauen”), створено пересувний виставковий павільйон. Виставкова споруда – це приклад енергопозитивної оселі, створеної архітектурним бюро «Хеггер, Хеггер та Шлейф» (Дармштадт, ФРН). Грунтуючись на цілях федерального уряду в області енергетики, міністерство в 2007 р. взяло на себе патронат над участю Німеччини в конкурсі «Solar Decathlon», який відбувався у Вашингтоні. Перемогу на цьому конкурсі здобув розроблений в Дармштадтському університеті під керівництвом професора Манфреда Хеггера проект енергопозитивної оселі (Таблиця 1).

Таблиця 1

Технічні характеристики енергоефективного будинку

1	Загальна площа:	117 м <sup>2</sup>
2	Корисна площа:	89 м <sup>2</sup>
3	Будівельний об'єм:	350 м <sup>3</sup>
4	Питомі тепловитрати:	16,0 кВт-год/м <sup>2</sup> а
5	Вентиляція:	Природна припливно-витяжна вентиляція Примусова вентиляція (до 3,5 крат/год) (рекуперація тепла >80%)
6	Опалення/ кондиціонування:	Повітряний / водний теплонасос (комбінована компактна вентиляційна установка) Теплопродуктивність: ~ 4,2 кВт

Несуча конструкція оселі виготовлена з дерев'яного каркасу та плитних матеріалів. Виходячи з бажаних значень енергоефективності будівлі, до фасаду, підлоги та даху пред'являються високі пасивні вимоги щодо власної теплоізоляції. Усі непрозорі (закриті) елементи конструкції захищені вакуумними теплоізоляційними панелями (скор. VIP- від англ. Vacuum insulated panel) загальною товщиною лише 6 см (два шари по 3 см) – новим інноваційним ізоляційним матеріалом. Цей вискоелефективний матеріал складається з пористої серцевини, (наприклад, поліуретанова піна), яка, окрім іншого, є утримуючим елементом для оболонки високої щільності, яка запобігає потраплянню газів всередину вакуумної панелі [5]. Певним недоліком цього високотехнологічного матеріалу, який з'явився на ринку всього декілька років назад, є його чутливість до пошкоджень. Його не можна різати, а значить в багатьох випадках потрібно виготовляти під замовлення. Не можна його і свердлити або забивати в нього цвяхи – все це приведе до різкого зменшення його ізоляційних властивостей.

При порівнянні споживних властивостей вакуумних панелей з традиційними ізоляційними матеріалами (Таблиця 2) виявляється, що при найменшій можливій товщині матеріалу (шести сантиметрова вакуумна панель відповідає шару мінеральної вати завтовшки 60 см) можливо досягти значних ізоляційних результатів. Стіни енергопозитивної оселі при загальній товщині лише 26 см досягають виняткового значення коефіцієнту теплопередачі в 0,1 Вт/м К.

Таблиця 2

Споживні властивості деяких теплоізоляційних матеріалів

№	Матеріал	Мінеральна вата	Полістирол	Піноскло	Вакуумна панель
	Властивості				
1	Тепло-провідність, Вт/мК	0,035	0,035	0,04	0,004
2	Горючість	НГ	Г3	НГ	Г1
3	Вплив на здоров'я людини	Можливо негативний	Нейтральний	Нейтральний	Нейтральний
4	Можливість утилізації	Ні	Так	Так	Ні
5	Водопоглинання	Велике	Немає	Невелике	Немає

Зовні стіни личкуються цементними плитами (наприклад, Аквапанель) та додатково захищаються обшивкою типу «жалюзі» з фоточутливими елементами, яка домінує в конструкції. На плоскому даху, відведення води з якого відбувається завдяки нахилу ізоляційного покриття та багат шаровому гідроізоляційному матеріалу, розміщуються колектори сонячної теплової енергії (для нагрівання води) та фотоелектричні сонячні батареї (для виробництва електроенергії).

Енергоакумуючі речовини (матеріали зі змінюваним фазовим станом – РСМ, від англ. Phase changing material), які включено до складу гіпсокартонних плит стін та стелі, служать для забезпечення комфортного внутрішнього клімату в приміщенні. Такі речовини акумулюють як сонячну енергію, так і надлишкове тепло, яке надходить всередину приміщення, а за потреби віддають його назад. Енергоакумуючі речовини (РСМ) або будівельні матеріали, до складу яких входять такі речовини, отримали назву латентних накопичувачів тепла [6]. Оскільки відновлювальна енергія не завжди є у необхідний момент, то акумулювання тепла стає ключовою функцією, наприклад, для того, щоб консервувати нічну прохолоду з метою охолодження вдень, або відкладати використання надлишку тепла до ночі. На відміну від прямого при латентному (прихованому) накопиченні тепла зібрана

енергія змінює агрегатний стан середовища, не підвищуючи його температуру. Цей феномен видно на прикладі кубиків льоду у воді: вони зберігають воду при 0°C, доки самі повністю не розтануть. Енергетичні витрати при зміні фаз дуже високі: кількості енергії, яка змушує лід розтавати, достатньо, щоб нагріти відповідну кількість води від 0 до 80°C.

Що стосується будівельної продукції, то за придатною температурою до цього часу застосовувалися, головним чином, два класи матеріалів: органічні парафіни та неорганічні гідрати солі. Ключовою технологією на шляху до застосування є мікрокапсулювання, яке на сьогодні достатньо добре реалізовано тільки з парафінами і сприяє простій інтеграції PCM у різні продукти, наприклад, у гіпсокартон. Під товарним знаком Micronal [7] фірма BASF реалізує мікрокапсульовані теплоакуючі порошки з парафінів, що не містять формальдегіду. Завдяки мікрокапсулюванню (діаметр капсул 5 мкм) латентні теплові акумулятори відносно легко інтегрувати безпосередньо у будівельну продукцію. Їх майже неможливо зруйнувати механічно, так що кінцеві продукти можна обробляти звичайними методами (свердлити, пиляти тощо). Зміна фаз ззовні непомітна, зміна об'єму при плавленні відбувається у кожній капсулі окремо. Будівельні матеріали Micronal-PCM не змінюють розмірів навіть при температурних коливаннях. Іншою перевагою BASF називає швидкий теплообмін завдяки вдалому співвідношенню поверхня-об'єм. Один грам мікрокапсул Micronal PCM має питому поверхню загалом 30 м<sup>2</sup>. Micronal виготовляють у формі порошку та дисперсій з різними температурами плавлення. Латентна теплоємність знаходиться у діапазоні 37 – 45 кДж/кг (дисперсії) або 90 – 130 кДж/кг (порошки).

PCM застосовують у будівлях, щоб підвищити термічну теплоємність. Таким чином, будівля нагрівається протягом дня значно повільніше, що зменшує споживання енергії для охолодження. Надлишкове тепло накопичується в процесі плавлення і виділяється тільки тоді, коли не досягається температура плавлення. Загальний енергообмін з приміщенням здійснюється пасивно і не потребує додаткової техніки для автоматичного управління. PCM забезпечують покращення комфорту споживачів при зменшених енергетичних затратах. Вимірювання у реалізованих будівлях показали, що цілком можливі зниження або підвищення температур до 4°C. Однак точні величини залежать від індивідуальних умов в будівлі.

В оптимізованій, інноваційній енергосистемі, яка працює на принципах синергії елементів конструкції та інженерних систем, велике значення має повноцінна та розумна взаємодія окремих підсистем. Якщо розглядати будівлю як комплексну систему, то необхідно вже на стадії проектування передбачати важливі параметри (використані будівельні матеріали та технології), які б забезпечили тривалий внутрішній комфорт та енергоефективність без залучення додаткових засобів. Досвід Німеччини у створенні енергопозитивного будинку майбутнього доводить перспективність технологій сухого будівництва з використанням сучасних оптимізованих

плитних та теплоізоляційних матеріалів для виконання вимог сталого розвитку людського суспільства.

### Література

1. *Гавриш О.М., Гавриш М.М., Захарченко П. В.* та ін. Німецько-українсько-російський словник термінології сухого будівництва. – К.: СПД Павленко, 2010. – 272 с.
2. *Гавриш О.М.* Перспективи розвитку сухого будівництва// Строительные материалы и изделия. Всеукраинский научно-технический и производственный журнал, № 1 (54), 2009. – С. 25-27.
3. *Захарченко П.В., Ленга Г., Гавриш О.М., Півень Н.М.* Технологія та товарознавство систем сухого будівництва. Видання 2-ге, змінене та доповнене. Підручник. КНУБА – К.: СПД Павленко, 2011 – 512 с.
4. Bauen für die Zukunft. Plus-Energie-Haus des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Berlin, 2009. – 19 S.
5. Vakuum mit Zulassung. In: DETAIL Green, 01/10. Sonderausgabe zu DETAIL. S. 69.
6. *Bergjan B., Haussmann Th., Schossig P.* Latentwärmespeicher in Gebäuden // DETAIL Green, 02/10. Sonderausgabe zu DETAIL. S. 44 – 48.
7. [www.micronal.de](http://www.micronal.de)

### Аннотация

В статье рассмотрено применение современных строительных материалов (вакуумных изоляционных панелей, гипсокартонных плит с энерго-аккумулирующими добавками РСМ (Phase changing material), цементных плит «Аквапанель») для строительства энергоэффективных домов, которые вырабатывают энергии больше, чем потребляют.

### Annotation

The article deals with application of modern construction materials (vacuum insulation panels, gypsum plaster boards with energy accumulating additives PCM (Phase changing material), Aquapanel cement board) for construction energy-efficient houses, that produce more energy than consume.