

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОЛОМИ ТА ВИРОБІВ З НЕЇ В МАЛОПОВЕРХОВОМУ БУДІВНИЦТВІ УКРАЇНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз використання екологічно чистого, доступного та дешевого матеріалу для зведення сучасного та енергоефективного малоповерхового житла. Проаналізовано використання соломи та виробів з неї у будівництві огорожуючих конструкцій стін з використанням сучасних технологій на основі закордонного та вітчизняного досвіду будівництва. Наведено основні технології зведення будинків з соломи, переваги та недоліки різних способів влаштування огорожуючих конструкцій стін. Вартість 1m^2 площі солом'яного будинку значно дешевше середньої ринкової вартості, та коливається від 90 до 150\$. Показано, що питомі витрати на опалення в будинку з солом'яних блоків майже втричі нижче від цегляного будинку та вдвічі від будинку з газосилікатних блоків.

Ключові слова: екодім, солом'яний блок, стінова панель, енергоефективний будинок, каркасна технологія, безкаркасна технологія.

Abstract

The analysis of the use of clean, accessible and cheap material for the construction of modern energy-efficient and low-rise housing is made. The usage of straw and its products in the construction of walls enclosing structures using modern technology from foreign and domestic experience in construction are analyzed. The basic technologies of erection of buildings from straw, advantages and disadvantages of different ways of arranging the walling wall are brought. The cost of 1m^2 space straw house is cheaper than average market value ranging from 90 to 150 \$. It is shown that the specific cost of heating a house with straw blocks almost three times lower than brick house and half the house with silicate blocks.

Keywords: eco-house, straw bale, wall panel, energy efficient house, timber frame, in fill or non-structural bale.

Вступ

Малоповерхове будівництво – одна з важливих сфер, що забезпечує населення житлом. Розвиваючись в основному за межами великих міст, малоповерхове будівництво вирішує багато проблем, пов'язаних з урбанізацією [5]. У країнах Північної Америки та Європі малоповерхова забудова є затребуваною нарівні з багатоповерхівками у великих мегаполісах (рис. 1).

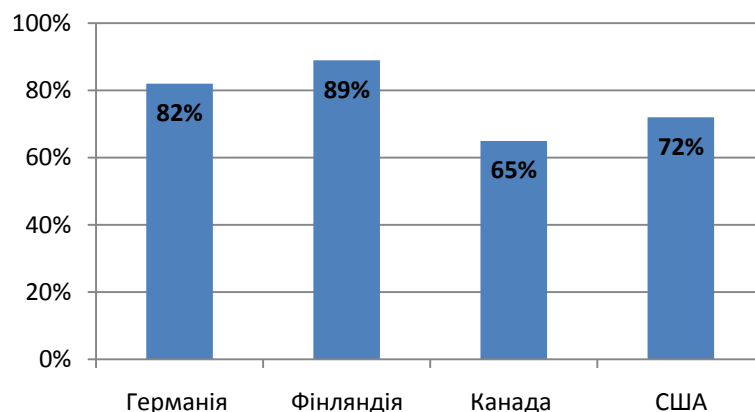


Рисунок 1 – Затребуваність у малоповерховому житлі [5]

Результати дослідження

В Україні малоповерхове будівництво має всі перспективи розвитку в зв'язку з тим, що існує певна категорія населення, яка не хоче жити в міських умовах із забрудненим повітрям та в оточенні бетонних багатоповерхівок та щодня дихати вихлопними газами [6].

Якщо говорити про основні будівельні матеріали які можна використовувати в малоповерховій забудові, то в Україні сьогодні можна назвати газобетон, дерев'яний брус, останнім часом на ринок вийшли *SIP панелі* (від англ. Structural Insulated Panel – структурна ізоляційна панель). Також почали з'являтися будинки з солом'яних блоків, як ефективного утеплювача за каркасною технологією та солом'яні панелі заводського виготовлення. Кожен з вищенаведених матеріалів має свої переваги та недоліки.

Якщо порівнювати питомі витрати електроенергії $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ на опалення будинку з звичайної цегли, газосилікатного блоку та солом'яних блоків, то згідно [20] витрати на солом'яний будинок будуть майже втричі меншими від будинку з цегли та вдвічі нижче ніж у будинку з газосилікатного блоку (рис. 2).

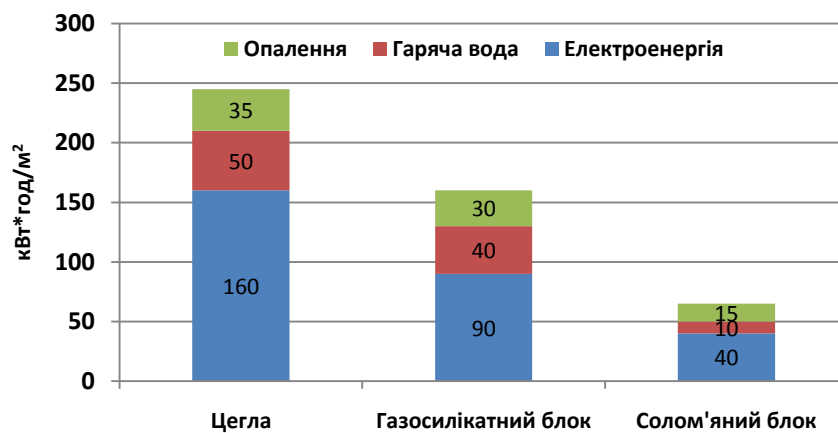


Рисунок 2 – Питомі витрати електроенергії на опалення будинків з різних матеріалів

Щодо темпів розвитку сучасного, енергоефективного будівництва з солом'яних блоків, то вони набувають все більшого розмаху в країнах Європи, Північній Америці, Австралії, Новій Зеландії тощо. Група ентузіастів в Квебеку (Канада) захоплено займається будівництвом з солом'яних блоків з початку вісімдесятих років минулого століття.

Аналіз закордонних та вітчизняних публікацій на тему солособудівництва [1-10] свідчить про те, що наприкінці 80-их років минулого століття будівництво з солом'яних блоків отримало своє друге дихання у всьому світі. На теренах колишнього Радянського Союзу ідея будівництва енергоефективного житла з природних матеріалів почала набувати поширення також з кінця вісімдесятих років минулого століття [7].

Наприклад в Америці солом'яних будинків зараз таких будинків налічується від однієї до двох тисяч. І зараз важко визначити, чи була технологія цілком запозичена з американського досвіду, чи люди втілювали свої власні ідеї. Можна лише сказати, що подібні будинки будуються по всьому світу: від Фінляндії до Австралії.

Якщо подивитись на нормативну базу у галузі солом'яного будівництва то на сьогоднішній день воно узаконено адаптованими будівельними нормами двох штатів та дев'ятьох міст та округів США, у Німеччині, Франції та Білорусі є обмежені будівельні норми [8]. У Білорусії та Росії з 2008 року прийняті технічні умови на солом'яні блоки для малоповерхового будівництва ТУ 5768-001-85608424-2008.

В Україні малочисельні публікації на тему будівництва з солом'яних блоків [4,6, 10-12] лише підтверджують факт надзвичайної актуальності та затребуваності досліджень в напрямку розвитку солособудівництва. В нашій державі, на жаль, такого масового явища ще немає. Деякі, реалізовані ентузіастами екобудівництва будинки з солом'яних блоків є скоріш винятком, аніж загальною тенденцією.

Сьогоднішній потенційний приватний забудовник, молода сім'я або замовник перш за все хочуть отримати енергоефективне та недороге житло. Саме такі критерії висувуються до сучасних матеріалів для зведення будівель житлового, та й мабуть комерційного призначення. Будівлі з солом'яних

блоків дають змогу побудувати недороге, енергоефективне та білопозитивне (з яскраво вираженим оздоровчим ефектом) житло [1].

В Україні малоповерхове будівництво має всі перспективи розвитку в зв'язку з тим, що існує певна категорія населення, яка не хоче жити в міських умовах із забрудненим повітрям та в оточенні бетонних багатоповерхівок та щодня дихати вихлопними газами [6].

Альтернативою будівництва з соломи для забудовників та замовників малоповерхового житла на сьогодні можна назвати газобетон, дерев'яний брус, СІП панелі. Кожен з вищенаведених матеріалів має свої переваги та недоліки.

На сучасному ринку соломобудівництва розрізняють три основні технології зведення будівель:

1. З несучими стінами (loadbearing wall). Будівництво огорожувальних конструкцій з тюків різних розмірів (розмір тюків в середньому становить 90 см в довжину, 45 см в ширину і 35 см у висоту) спресованої соломи без застосування каркасу.

2. Панельно-каркасна технологія заводського виготовлення (prefab panel). Створення огорожувальних конструкцій з готових солом'яних панелей, зібраних попередньо на заводі. За допомогою дерев'яних рейок створюють каркас майбутньої панелі, всередину запресовують солому, верх і низ панелі закривають фанерою.

3. Панельно-каркасна технологія заводського виготовлення (prefab panel). Створення огорожувальних конструкцій з готових солом'яних панелей, зібраних попередньо на заводі. За допомогою дерев'яних рейок створюють каркас майбутньої панелі, всередину запресовують солому, верх і низ панелі закривають фанерою.

В результаті проведеного аналізу зазначених вище технологій зведення солом'яних будинків у таблиці 1 наведено основні переваги й недоліки кожного.

Таблиця 1 – Основні переваги та недоліки технологій зведення солом'яних будинків

Технологія зведення	Переваги	Недоліки
Класичний спосіб («Стиль Небраска», несучі стіни)	<ul style="list-style-type: none"> Мінімальна потреба у механізованій праці; дешевизна сировини (1-2\$/тюк соломи); Відносна швидкість зведення (3-4 місяці); Різноманіття проектування форм; Низька вартість житла (90-150\$/м²) [1,7]; Рівномірний розподіл навантаження стін на конструкцію фундаментів; 	<ul style="list-style-type: none"> Значна частка ручної праці; потреба в швидкому укрітті при наявності опадів; Стислі строки будівництва (не можна лишати на наступний рік незавершену «коробку») Відсутність оперативного контролю якості однорідної щільності блоків; Обмеження кількості, місця розташування, ширини і висоти прорізів; Потреба у витримці невизначеного періоду часу перед нанесенням захисної штукатурки системи покрівля-стеля-стіни для стабілізації усадки; Обмеження по навантаженню (8,76...11,67) кН/м та довжині стін (нерозкріплених не більше 6м) [8].
Каркасна технологія	<ul style="list-style-type: none"> Можливість зведення багатоповерхових будівель (вище 3-ох поверхів та вище з корисною площею 1000 м² та більше); Схожість з традиційними проектами (кредитування, страхування); Можливість гнучкого планування та ведення робіт під час дощу за рахунок сухого місця складування матеріалів, включаючи блоки під покритим покриттям будівлі; Можливість оштукатурення стін паралельно зі зведенням, оскільки каркас не стискається; Можливість використання блоків меншої щільності, укладання на ребро; Скорочення обмежень у розмірах, кількості та розташуванні прорізів; 	<ul style="list-style-type: none"> Додаткові витрати часу, коштів, ресурсів на влаштування системи несучого каркасу; Необхідність влаштування більш складного фундаменту під розподілене навантаження від ваги стін та зосереджене від стійок каркасу;
Каркасно-панельна технологія зведення	<ul style="list-style-type: none"> висока заводська якість структурних елементів; простота та швидкість у зведенні (монтаж огорожуючої стіни 100м² бригадою з 4-5 чоловік ≈ 3 дні [9]). 	<ul style="list-style-type: none"> висока вартість (від 900 грн/м² стіни або від 2900 грн/м² чорнкової обробки [9]).

Проаналізувавши чисельні закордонні та вітчизняні публікації по використанню соломи та виробів з неї в якості конструктивних елементів, проміжні результати роботи можуть бути наступними.

Висновки

1. Для массового использования та узаконення в Україні солом'яного будівництва існує нагальна потреба у проведенні ґрунтовних досліджень та розробці державних будівельних норм (в світі на сьогоднішній день два штати США та ще дев'ять міст та округів мають адаптовані будівельні норми, у Німеччині, Франції та Білорусі є обмежені будівельні норми, в Росії та Білорусі на солом'яні тюки випущені ТУ (ТУ 5768-001-85608424-2008);

2. Виконані розрахунки для умов СНД показують, що вартість 1 м² житла з солом'яних блоків як мінімум вдвічі дешевше цегляного будинку аналогічної площі;

3. Будівництво будинку з соломи скорочує питомі витрати електроенергії в середньому втричі у порівнянні з будинком з цегли та вдвічі у порівнянні з газосилкатним блоком;

4. Величезна кількість зведених за останні 25 років будинків різного призначення з використанням соломи по всьому світу взагалі, та в Україні зокрема, є підтвердженням того, що стереотип «солом'яного будиночку» з казки про трьох поросят поступово розвінчується та сучасні технології будівництва дозволяють побудувати енергоефективне, недороге та біопозитивне житло використовуючи природний матеріал соломи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Строительство биопозитивных домов из соломенных блоков в Волгоградской области и во всем ЮФО : сб. статей общегородской науч.-практ. конф. ["Волжский: история, культура, образование"], (Волжский, 19-20 дек. 2013 г.) / Волгоградский гос. архитектурно-строит. ун-т (Волгоград). – Волгоград : Волгоградский гос. архитектурно-строит. ун-т, 2014 – С. 114 – 117.

2. Brojan L. Advantages and disadvantages of straw-bale building // L. Brojan, Peggi L. Clouston // Architecture, research – 2014. – №1. – pp. 21-26.

3. Atkinson C. Why build with straw? / Carol Atkinson. – Nuffield Farming Scholarships Trust, 2010. – 62 p.

4. Соломенный" Донецк. Как переселенцы строят под Киевом эко-городок [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://www.ostro.org/general/society/articles/508341/>.

5. Малоэтажное строительство. Виды строительных материалов для возведения зданий / Д.О. Карасев, Н.А. Шипилова, М.С. Арутюнян // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» – 2016. – Том 8, №3. – С. 1 – 8. – Режим доступа до журн. : <http://naukovedenie.ru/PDF/91TVN316.pdf>.

6. Малоповерхове будівництво має всі перспективи розвитку в Україні [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.biznews.com.ua/malopoverhove-budivnistvo-maye-vsi-perspektivi-rozvitku-v-ukrayini/>

7. Широков Е. И. Экодом нулевого потребления: реальный шаг к устойчивому развитию / Е. И. Широков // Архитектура и строительство России – 2009. – № 2. – С. 35 – 39.

8. ASTM Straw Standard Draft [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.ecobuildnetwork.org/images/straw_bale_papers/irc_strawbaleconstruction_proposedappendix_final.2.27.13f.pdf

9. Соломенные панели [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://eco-bud.com/solomennye-paneli-2>.

10. Доброноженко О. В. Перспективы возведения экодому в Украине как приоритетное направление в энергосбережении / О. В. Доброноженко // Вісник Сумського національного аграрного університету – 2012. – № 5(16).– С. 152 – 155.

11. Экопоселок в Днепропетровске: Хоббитания в Мордоре? [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://mobile.gorod.dp.ua/news/71241>.

12. Фирсик А. Ю. Устройство и функционирование систем экодому (автономный экодому) / А. Ю. Фирсик, Л. Н. Бармашина // Сучасні проблеми архітектури та містобудування – 2010. – № 25. – С. 376 – 379.

13. House of Straw – Straw Bale Construction Comes of Age [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://www.eren.doe.gov/buildings/documents/strawbale.html>.

14. The Woodlouse. Blogging about strawbale selfbuild, sustainable building, adaptation to climate change, and associated ramblings [Электронный ресурс] / Режим доступа : <http://thewoodlouse.blogspot.cz/2015/09/embodied-and-disembodied-carbon.html>

15. Бруй А. Е. Анализ возможных конструкций стен с использованием соломенных блоков для климатических условий Алтайского края // А. Е. Бруй, И. В. Харламов // Ползуновский вестник – 2014. – № 1. – С. 39 – 42.

16. Мирман М. Дом из соломенных блоков / М. Мирман, Макдонал С. – Solar Energy International. – 1996 – 60 с.

17. Strawbale Building in Poland [Электронный ресурс] / Режим доступа:

http://osbn.pl/sites/default/files/pliki/Strawbale%20building%20in%20Poland_Maciej%20Jagiellak_0.pdf

18. Профессиональное строительство домов из соломы [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://toloka.info/ecoukraine/dom-soloma.html>

19. Строится Дом из соломенных панелей 34x19 метра под Харьковом! [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.biohouse.com.ua/2013/10/3419.html>.

20. Сравнение экотехнологий строительства [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://rodonews.ru/news_1398741708.html

Авторська довідка

Бікс Юрій Семенович – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури
Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця; e-mail: byman12@yandex.ru

Biks Yuriy – PhD, Associate Professor, Department of Construction, Architecture and Urban Economy,
Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia; e-mail: byman12@yandex.ru