

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДИНКІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація.

У роботі розглянуто сучасні технологічні рішення, що застосовуються у будівництві енергоефективних будинків, проаналізовано їх вплив на зменшення тепловтрат, підвищення комфорту та економічну ефективність експлуатації будівель. Визначено основні проблеми впровадження інновацій у вітчизняній будівельній сфері, а також обґрунтовано доцільність використання концепції пасивного будинку як інноваційного напрямку підвищення енергоефективності житла.

Ключові слова: енергоефективний будинок, сучасні технології, тепловтрати, пасивний будинок, рекуперація, теплоізоляція.

Abstract.

The paper considers modern technological solutions used in the construction of energy-efficient buildings, analyzes their impact on reducing heat loss, increasing comfort and economic efficiency of building operation. The main problems of implementing innovations in the domestic construction sector are identified, and the feasibility of using the passive house concept as an innovative direction for increasing the energy efficiency of housing is substantiated.

Keywords: energy-efficient building, modern technologies, heat loss, passive house, heat recovery, thermal insulation.

Вступ

У сучасних умовах будівельна галузь стикається зі зростаючими вимогами до **енергоефективності та сталого розвитку**. Підвищення цін на енергоресурси, екологічні проблеми та необхідність скорочення викидів парникових газів стимулюють пошук нових технологічних рішень, які дозволяють зменшити споживання енергії будівлями. Тому використання сучасних технологій при будівництві енергоефективних будинків є актуальним і перспективним напрямом розвитку житлового будівництва в Україні та світі.

Енергоефективні будинки забезпечують **комфортний мікроклімат**, знижують витрати на опалення та кондиціювання, зменшують негативний вплив на довкілля та сприяють **сталому розвитку міського середовища**. Вони поєднують інноваційні матеріали, системи рекуперації тепла, альтернативні джерела енергії та автоматизоване управління інженерними системами.

Мета дослідження – проаналізувати сучасні технології будівництва енергоефективних будинків, виявити основні проблеми їх впровадження та розробити практичне рішення шляхом застосування технології **пасивного будинку**.

Основна частина

Сучасний житловий фонд України характеризується значним фізичним та моральним зносом. Більшість багатоповерхових житлових будинків була побудована у 1960–1980-х роках у рамках типової серійної забудови, коли основною метою будівництва було швидке забезпечення населення житлом. Питання енергоефективності в той період практично не враховувалося, що призвело до того, що більшість старих будинків не відповідає сучасним нормам енергоспоживання і комфорту проживання мешканців [1].

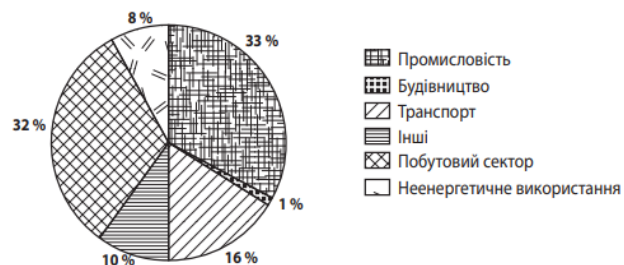


Рис. 1.1 – Структура кінцевого споживання паливно-енергетичних ресурсів в Україні в 2012 р., %

Однією з головних характеристик існуючого житлового фонду є низький рівень теплоізоляції огорожувальних конструкцій. Стіни, перекриття, покрівлі і підлоги будинків мають високий коефіцієнт теплопровідності, що значно перевищує сучасні нормативні вимоги для енергоефективного будівництва. Віконні конструкції в більшості будинків старого фонду виконані з однокамерних склопакетів або дерев'яних рам, що є основними джерелами тепловтрат через «містки холоду». Внаслідок цього житлові будівлі потребують значної кількості енергії для опалення взимку та підтримки комфортної температури всередині приміщень, що створює підвищене навантаження на теплові мережі міст та збільшує витрати мешканців на комунальні послуги [2]. Житловий фонд України наведений на рис 1.2.



Рис. 1.2 – Житловий фонд України

Один із ключових підходів — енергоощадна оболонка будівлі. Це означає застосування високоякісної теплоізоляції зовнішніх стін, покрівлі, фундаменту (підлоги над неутепленим ґрунтом або підпіллям) та підвищеної герметичності конструкцій. Згідно з міжнародними стандартами, оболонка має бути «супер-утепленою» (super-insulated) та монолітною з точки зору теплового захисту, без слабких зон. Мінімізація повторюваних теплових містків та прагнення до безперервної ізоляції, де це можливо, як у конструкціях, показаних на рисунку 1.5 допомагає максимально ефективно використовувати ізоляцію всередині огорожувальних конструкцій будівлі [3].

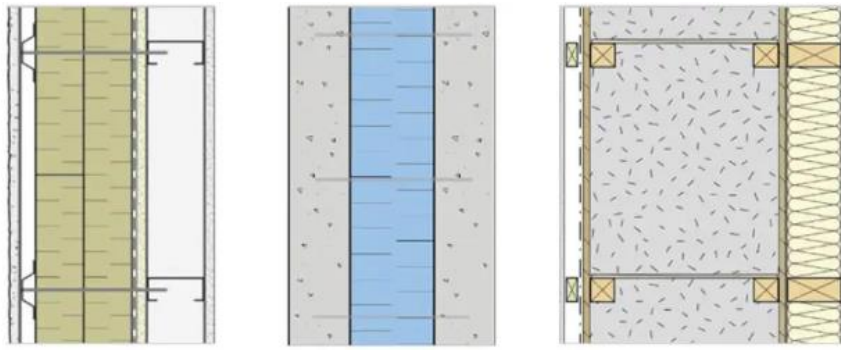


Рис. 1.3 – Ізоляція в середині огорожувальних конструкцій

Додатково, принцип відсутності теплових містків (thermal-bridge-free design) є критично важливим. Тепловий місток — це той елемент будівлі, через який тепло проходить із більшої швидкістю, ніж через навколишню оболонку, що призводить до додаткових втрат та можливих проблем з конденсатом або пліснявою. У стандартах зазначено, що проєкт має виключати такі містки шляхом уважного деталювання вузлів, застосування теплоізоляційних отключень, відповідних конструктивних рішень [4].

Важливим напрямом є герметичність будівлі (airtightness) — тобто контрольовані обміни повітря, що забезпечують можливість використовувати вентиляцію з рекуперацією тепла, а не втрати тепла через ненавмисні щілини. Наприклад, для сертифікації пасивного будинку встановлюється значення не більше ніж 0,6 повітрообмінів на годину при випробуванні на 50 Па ($ACH50 \leq 0,6$) [4]. Без достатньої герметичності всі інші заходи — утеплення, вікна — не дадуть максимального ефекту.

Ще один важливий принцип — високоякісні вікна і двері (high-performance glazing and doors). Віконні системи мають мати дуже низьке значення коефіцієнта теплопередачі (U-value), оптимальне сонячне надходження (solar gain) та мінімальні втрати через раму. У поєднанні з орієнтацією будівлі на сонце (переважно – південний бік у північних широтах) це дозволяє використовувати пасивні надходження тепла. Детальна схема сучасного енергозберігаючого склопакета (двокамерного), яка пояснює його елементи для покращення теплоізоляції зображена на рисунку 1.6.

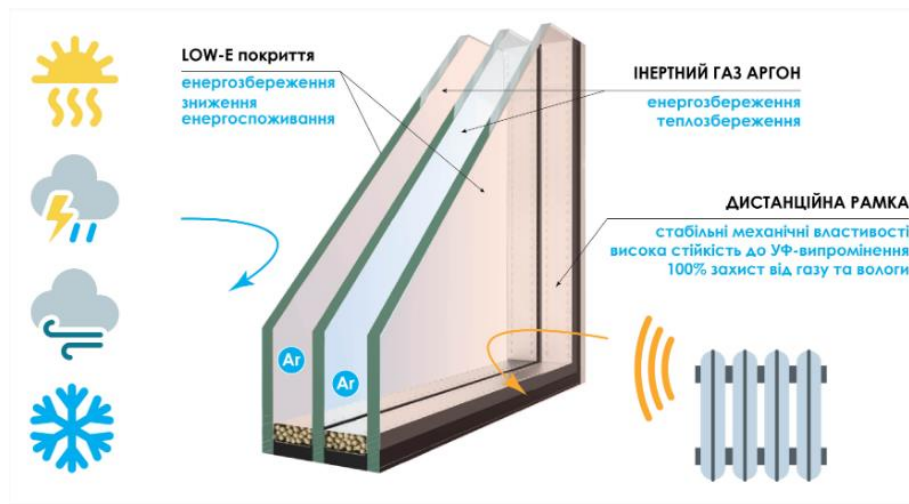


Рис. 1.4 – Конструкція енергоефективного склопакета

Проектування повинно враховувати вентиляцію з рекуперацією тепла (mechanical ventilation with heat recovery). У будівлях з високою герметичністю та хорошою теплоізоляцією природна вентиляція часто буває недостатньою або навіть шкідливою (через ризик перегріву/переохолодження, конденсату). Тому системи вентиляції з рекуператором, які повертають до 75-90 % тепла з відпрацьованого повітря, є стандартом [10].

Технологія «пасивного будинку» є комплексною технологічною концепцією, спрямованою на мінімізацію енергоспоживання завдяки використанню п'яти основних принципів: високоефективної теплоізоляції, відсутності теплових містків, герметичності оболонки, енергоощадних вікон і системи вентиляції з рекуперацією тепла (рис.1.5).

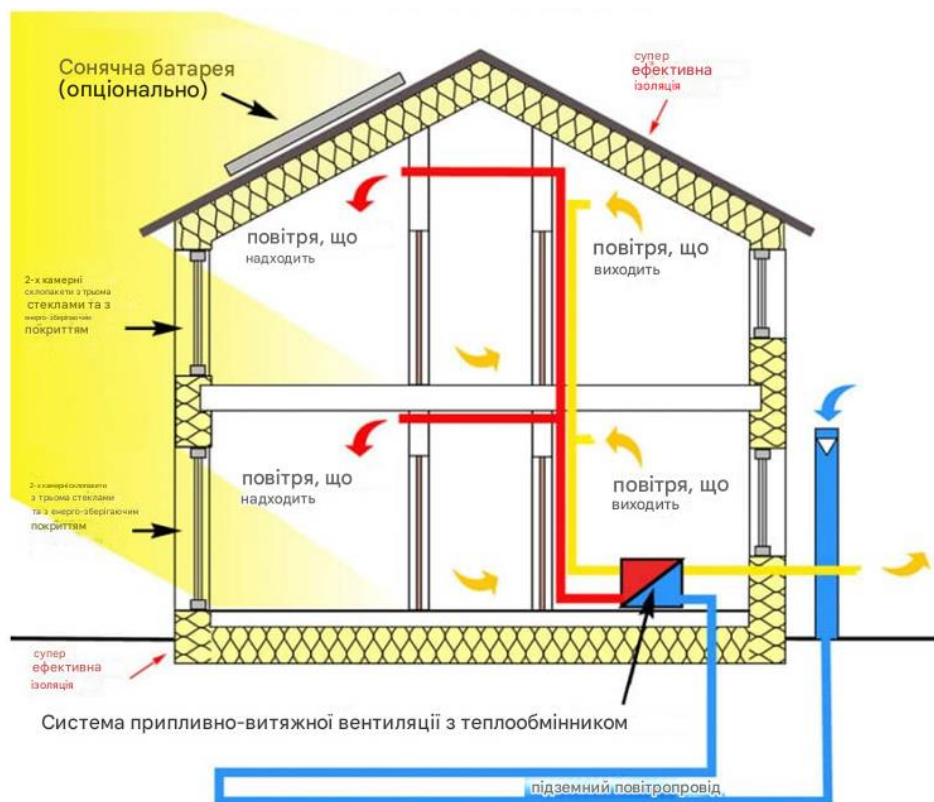


Рис 3.2 – схема пасивного будинку

Завдяки цьому забезпечується стабільний мікроклімат у приміщеннях, зниження втрат енергії та мінімальні витрати на опалення — не більше 15 кВт·год/м²·рік.

З погляду енергетичної ефективності та економічного обґрунтування, впровадження стандарту Пасивного будинку довело свою доцільність у різних країнах світу. Такі будівлі споживають у 4–6 разів менше енергії, ніж звичайні, а додаткові витрати на будівництво (8–12 %) компенсуються зниженням експлуатаційних витрат протягом 7–15 років. Крім того, тривалий термін служби матеріалів, стабільна температура, відсутність протягів і підвищений комфорт проживання підвищують загальну вартість і привабливість таких будівель на ринку нерухомості.

Щодо практичного впровадження в Україні, існують як позитивні приклади (експериментальні об'єкти Інституту технічної теплофізики НАН України, окремі приватні будинки, сертифіковані за стандартом), так і виклики — недостатня кількість кваліфікованих кадрів, висока початкова вартість, обмежений доступ до сертифікованих матеріалів та відсутність системних державних стимулів. Водночас законодавчі ініціативи, такі як Закон «Про енергоефективність будівель» № 2118-VIII, створюють основу для подальшого розвитку енергоощадного будівництва.

Висновки

У результаті проведеного дослідження встановлено, що значна частина житлового фонду України характеризується низькими енергоефективними показниками, що є наслідком застарілих проектних рішень, недостатньої теплоізоляції та відсутності сучасних інженерних систем. Аналіз сучасних технологій будівництва показав, що ключовими умовами формування енергоефективної будівлі є якісна теплоізоляційна оболонка, відсутність теплових містків, високий рівень герметичності, застосування енергоощадних вікон та використання вентиляції з рекуперацією тепла. Саме ці принципи забезпечують суттєве зниження тепловтрат і стабільний рівень комфорту.

Виявлено, що основними проблемами впровадження енергоефективних технологій в Україні є висока початкова вартість матеріалів і обладнання, недосконалість нормативної бази, обмежена кількість кваліфікованих спеціалістів і слабка поінформованість населення. Незважаючи на це, світовий досвід та позитивні окремі приклади в Україні підтверджують доцільність переходу до більш ефективних стандартів будівництва.

Практичним результатом дослідження стало обґрунтування можливості застосування технології пасивного будинку як найбільш ефективної моделі сучасного енергоефективного будівництва. Ця концепція дозволяє скоротити споживання енергії в 4–6 разів, підвищити комфорт проживання та зменшити експлуатаційні витрати протягом усього життєвого циклу будівлі. Таким чином, впровадження принципів пасивного будинку є перспективним напрямом розвитку будівельної галузі України та відповідає стратегічній меті підвищення енергоефективності житлового фонду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Problems of economy. – 2014. – № 3. – С. 108–114. – Режим доступу: https://www.problecon.com/export_pdf/problems-of-economy-2014-3_0-pages-108_114.pdf
2. Repository of Kyiv National University of Construction and Architecture. – Режим доступу: <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/65764c1a-94b7-4917-8907-8104d1a3757f/content>
3. Passive House Accelerator. *Five Principles of Passive House Design and Construction*. – Режим доступу: <https://passivehouseaccelerator.com/articles/five-principles-of-passive-house-design-and-construction>
4. Ключак Р. В. *Сучасні технології енергоефективного будівництва*. – [PDF-файл].