

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ БУДИНКИ ТА СПОРУДИ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Розглянуто основні засади, що передбачено концепцією «пасивного будинку», чия основна задача полягає у забезпеченні теплової енергії, достатньої для відмови від додаткових енергозатрат на тепlopостачання, вентиляцію, холодопостачання та гаряче водопостачання. Розглянуто концепції та постулати, що є основою для створення енергоефективних будівель та споруд.*

**Ключові слова:** енергоефективність, пасивний будинок, енергозбереження, споживання енергії.

### Abstract

*The main theoretical principles preceding the creation of the concept of "passive house" are considered, and its main task is to ensure thermal efficiency sufficient to avoid additional energy costs for heat, ventilation, refrigeration and hot water. Concepts and postulates that are the basis for creating energy-efficient buildings and structures are considered.*

**Keywords:** energy efficiency, passive house, energy saving, energy using.

### Вступ

Ще до недавнього часу мешканці України майже не замислювалися над таким питанням, як економія енергоресурсів. Це було пов'язано з тим, що всі тарифи на ресурси в нашій країні були низькими. Проте за останні декілька років спостерігається тенденція швидкого зростання цін на тарифи всіх видів ресурсів. У зв'язку з цим люди почали приділяти більше уваги енергозбереженню, адже це дозволяє їм заощаджувати на цьому від 20% до 45% сплачених коштів.

На даний момент найактуальнішим є питання, пов'язане зі споживанням енергії житловими і громадськими будинками та спорудами. Основне завдання сьогодення – зведення нових утеплених будівель, які дозволять економити енергетичні ресурси, а також реконструкція старого житлового та громадського фонду за допомогою сучасних енергозберігаючих матеріалів [1].

Суть пасивного будинку полягає в економії вже 80% енергії на експлуатаційних витратах тільки за допомогою відповідного архітектурного проектування, а також використання системи контрольованої припливно-витяжної вентиляції з рекуперацією та альтернативних джерел енергії.

### Результати дослідження

Енергоспоживання будівель на Україні становить 43-45% від загального обсягу споживаної теплової енергії, в тому числі: експлуатація будівлі – 90%; виробництво будматеріалів – 8%; процес будівництва – 2%. В Європі на енергоспоживання будівель витрачається 20-22%, від загального споживання теплової енергії. Середнє споживання енергії в будівлях, побудованих в 50-70-х роках, становить від 200 до 350 кВт·год/м<sup>2</sup> рік. Аналіз структури енергоспоживання показує, що в цих будівлях до 70-80% енергії витрачається на опалення і по 10-12% на гаряче водопостачання та електропостачання [2].

Сучасні будівельні норми в Європейських країнах встановлюють споживання енергії на рівні 80-100 кВт·год/м<sup>2</sup> рік. Визначальним фактором, що дозволяє забезпечувати такий норматив, є застосування ефективної теплової ізоляції в будівельних конструкціях [3].

Запровадження стандарту енергоефективної або пасивної будівлі, у практику будівництва об'єктів соціально-побутової інфраструктури та реконструкції існуючих призведе до значного заощадження ресурсів. Уніфікація вітчизняного законодавства з нормами та стандартами Європейського Союзу надасть можливість використати потужний потенціал з підвищення енергоефективності будівель, у

рамках уже діючих та запланованих державних і міжнародних програм з підвищення енергоефективності та енергозаощадження.

Пасивний будинок, енергозберігаючий будинок або екобудинок (нім. Passivhaus, англ. Passive house) – споруда, основною особливістю якого є відсутність необхідності опалення чи мале енергоспоживання – в середньому близько 10% від питомої енергії на одиницю об'єму, споживаної більшістю сучасних будівель. У більшості розвинених країн існують власні вимоги до стандарту пасивного будинку [4].

Ідеальний пасивний будинок – повністю незалежна і замкнута на собі система, яка не потребує витрат на підтримання необхідної температури в будь-яку пору року.

Хоча на сьогоднішній день будівництво пасивних будинків часто не дозволяє повністю відмовитися від активного опалення та охолодження (в залежності від клімату конкретного регіону та середньорічних температурних коливань), вона істотно знижує витрати на підтримку в приміщенні комфортного мікроклімату. Енергоефективність об'єкта підвищується в рази, а його показники – незрівнянні зі звичайними будинками.

В умовах зростання цін на електроенергію і тепло, гостро стоїть питання експлуатаційних витрат на житло. Показником енергоефективності об'єкта служать втрати теплової енергії з квадратного метра (кВт·год/м<sup>2</sup>) на рік або в опалювальний період. В середньому становить 100–120 кВт·год/м<sup>2</sup>. Енергозберігаючою вважається будівля, де цей показник нижче 40 кВт·год/м<sup>2</sup>. Для європейських країн цей показник ще нижчий – близько 10 кВт·год/м<sup>2</sup> [5].

Досягається зниження споживання енергії в першу чергу за рахунок зменшення тепловтрат будівлі. Архітектурна концепція пасивного будинку базується на принципах: компактності, якісного та ефективного утеплення, відсутність містків холоду в матеріалах і вузлах примикань, правильної геометрії будівлі, зонування, орієнтації по сторонах світу. З активних методів в пасивному будинку обов'язковим є використання системи припливно–витяжної вентиляції з рекуперацією.

В ідеалі, пасивний будинок повинен бути незалежною енергосистемою, взагалі не вимагає витрат на підтримку комфортної температури. Опалення пасивного будинку має відбуватися завдяки теплу, що виділяють люди, що живуть в ньому і побутовими приладами. При необхідності додаткового «активного» обігріву, бажаним є використання альтернативних джерел енергії. Гаряче водопостачання також може здійснюватися за рахунок установок поновлюваної енергії: теплових насосів або сонячних водонагрівачів. Вирішувати проблему охолодження/кондиціонування будівлі також передбачається за рахунок відповідного архітектурного рішення, а в разі необхідності додаткового охолодження – за рахунок альтернативних джерел енергії, наприклад, геотермального теплового насоса [6].

Іноді визначення «пасивний будинок» плутають з системою «розумний будинок», одним із завдань якої є забезпечення контролю енергоспоживання будівлі. Також відрізняється система «активного будинку», яка крім того, що мало витрачає енергії, ще й сама виробляє її стільки, що може не тільки забезпечувати себе, а й віддавати в центральну мережу (будинок з позитивним енергобалансі) [7].

Екологічно доцільне проектування передбачає створення концепції проектування, побудови й експлуатації будівлі, для чого слід визначитись з особливостями сучасного стану енергозбереження у виробництві й експлуатації як самих будівельних матеріалів, так і споруди у цілому. Це означає:

- використання меншої кількості енергії для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій; для опалення, охолодження і провітрювання будівель;
- використання енергій, що мають здатність до самовідновлення;
- утилізацію і вторинне використання відходів з урахуванням екологічних аспектів;
- використання природних і екологічно-чистих матеріалів;
- забезпечення природного перебігу процесів у навколишньому середовищі.

Основними критеріями та факторами, що визначають енергоефективне будівництво та характеризують пасивну будівлю є [8-10]

1) Термоізоляція зовнішніх стін. Термічна оболонка будинку повинна створювати високу теплову ізоляцію у кожному місці будинку. Поза ізоляцією стін і даху значну увагу слід приділити деталям, щоб запобігти виникненню містків холоду.

2) Щільність будівельної оболонки є однією із характерних ознак пасивного будинку. Тепле повітря, пробираючись крізь нещільності назовні, охолоджується, до температури, нижчої від точки

роси, що зумовлює внутрішнє зволоження стін, погіршення термо- і звукоізоляції та посилюючи ризик виникнення цвілі.

3) Вікна у пасивному будинках діють як сонячні колектори: пасивно отримана сонячна енергія істотною мірою компенсує втрати тепла. Разом з тим, збільшення поверхні вікон для пасивного використання сонячної енергії, веде до збільшення втрат тепла у холодний період. Тому ефективне використання сонячної енергії досягається за умови використання теплозахисних склопакетів.

4) Важливу позицію в енергетичному балансі займає енергія, зв'язана з нагрівом води для користування. Вода надходить до будівлі холодною, за температури не вище 10°C, й прогрівається у трубах уже на місці. Це зумовлює втрати енергії, тому в пасивному будівництві звертається особлива увага на обмеження протяжності труб холодної води та їхню якісну теплоізоляцію.

5) Правильна орієнтація будівлі відносно сторін світу, відкритість і відсутність затінення південного фасаду, вітрозахист північної глухої сторони будівлі зеленими насадженнями, деревами, іншими будівлями господарського призначення.

6) Максимальна компактність будівлі – співвідношення площі огорожувальних конструкцій – стін, вікон, даху, підлоги і всього обсягу будинку (його корисної площі).

7) Поділ на буферні і житлові зони; розташування допоміжних приміщень з півночі в якості буферних зон; розташування житлової зони на південному сході.

## Висновок

У загальному основна задача пасивного будинку – забезпечення теплової ефективності, достатньої для відмови від додаткового опалення. Але в концепції енергоефективного будинку обмежено загальне споживання енергії, тепла, гарячої та холодної води, газу зі сторонніх джерел рівнем до 120кВт·год/м<sup>2</sup>в рік. Реальне сукупне енергоспоживання середнього будинку з середньою сім'єю в кілька разів перевищує зазначену цифру. Тобто енергозбереження в усіх сферах споживання – необхідна умова для віднесення житла до цієї категорії.

Що змушує людей прагнути до самообмеження? Звичайно, дуже високі ціни на комунальні послуги та енергоносії. Але не меншою мірою і нова філософія життя, в якій немає зниження рівня комфорту, але є бажання жити в гармонії з довкіллям, не завдаючи їй шкоди. Сучасні технології надають для цього необхідні можливості:

- застосування сонячних колекторів дозволяє повністю відмовитися від використання газу та електричної енергії для підігріву води і приміщення;
- застосування сонячних батарей і вітрогенераторів спільно з акумуляторними батареями дозволяє повністю відмовитися від споживання електроенергії з центральної електромережі;
- застосування контролерів для управління електричними пристроями і системою теплозабезпечення дозволяє оптимізувати мікроклімат у приміщенні, узгодити роботу пристроїв з наявністю людей у будинку;
- застосування функціонально насиченої економічної побутової техніки;
- можливість використання теплових насосів і використання акумульованої теплової енергії;
- можливість використання біогазу, отриманого при бродінні і газогенерації замість магістрального природного газу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи: Довідник «НДІ проектреконструкція», Deutsche Energie-Agentur GmbH(dena), Institut Wohnen und Umwelt GmbH– 2006. – 144с.
2. Стандарт будівлі «Пасивний дім» / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.pro-passivhaus.com](http://www.pro-passivhaus.com)
3. Климчук М.М. Теоретико-прикладні засади концепцій енергоефективного будівництва: економічний аспект / М.М. Климчук // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2015. – № 33. – С. 69 – 79.
4. Файст В. «Основы проектирования пассивных домов» / В. Файст // Издательство АСВ, – М.: –2008. – 140 с.
5. Диб М.З. Типологические основы проектирования пассивных жилых домов на территории Украины. LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, 2018, 214 p. ISBN-13: 978-613-3-99110-1, ISBN-10: 6133991100, EAN: 9786133991101/
6. Features of training of construction industry specialists in the field of energy efficiency in Ukraine / О. Obodyanska // Scientific and pedagogical notes. Cuiavian University in Wloclawek. – 2021. – №2 – С. 62–65.
7. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF>

8. Теоретичні засади та загальна концепція енергоефективного будівництва / О.І. Ободянська, Р.І. Пономаров // L науково-технічна конференція ФБТЕГП ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11845>.

9. Шляхи зменшення енергозалежності України / О.І. Ободянська, К.Л. Харчилава // Енергоефективність в галузях економіки України: збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції (Вінниця, 12-14 листопада 2019 року) – 2019 – С. 250-252.

10. "Зелене" будівництво як новий етап еволюції будівельної галузі / О.І. Ободянська // XLIX науково-технічна конференція ФБТЕГП (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/9104>

**Ободянська Ольга Ігорівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем в будівництві Вінницького національного технічного університету, email: [olha.obodyanska@i.ua](mailto:olha.obodyanska@i.ua).

**Грибик Валерія Вікторівна** – студентка групи БТ-206 факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету, email: [sundayfox7@gmail.com](mailto:sundayfox7@gmail.com).

**Панченко Артем Ярославович** – студент групи БТ-20, факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету, email: [pantimoha2002@gmail.com](mailto:pantimoha2002@gmail.com).

**Obodyanska Olha** – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, email: [olha.obodyanska@i.ua](mailto:olha.obodyanska@i.ua).

**Hrybyk Valeriya** – student group BT-20b Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, email: [sundayfox7@gmail.com](mailto:sundayfox7@gmail.com).

**Panchenko Artem** – student group BT-20b Faculty of Construction, Heat Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, email: [pantimoha2002@gmail.com](mailto:pantimoha2002@gmail.com).