

СЕКЦІЯ XX. АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО

DOI 10.62731/mcnd-03.05.2024.006

ДЕЯКІ ЕЛЕМЕНТИ ІДЕОЛОГІЇ ПАСИВНИХ БУДИНКІВ В РОЗРІЗІ БАГАТОКВАРТИРНОГО БУДІВНИЦТВА

Кольчик Микола Ігорович

керівник департаменту інновацій

Товариство з обмеженою відповідальністю «Фраг Леб», Україна

Необхідність економії паливно-енергетичних ресурсів та зниження викидів парникових газів зумовила появу світових трендів в галузі енергозбереження. Одним з таких векторів розвитку галузі енергозбереження стали будівлі з низьким рівнем енергоспоживання, пасивні будинки, нульові та активні будинки.

Поняття Пасивного будинку загалом визначене однойменним стандартом [1]. Точне визначення стандарту Пасивного Будинку (PHI): «Пасивний Будинок — це будівля, в якій тепловий комфорт [2] досягається виключно за рахунок додаткового попереднього підігріву (або охолодження) маси свіжого повітря, необхідного для підтримання в приміщеннях повітря високої якості, без його додаткової рециркуляції». Пасивні будівлі та їх видозміни об'єднані наступними методологічними догмами [3, 4]:

- концепція пасивних будинків базується на геліоархітектурі (орієнтація будівель – є найважливішим фактором, який впливає на енергетичні показники пасивної будівлі);
- максимальне зниження втрат теплової енергії (висока ефективність оболонки та відсутність мостів холоду);
- повне повернення вторинних енергетичних ресурсів будівлі (рекуперація теплоти витяжного повітря та стоків);
- в умовах низьких питомих теплових навантажень максимальне врахування внутрішніх «побутових» джерел енергії;
- використання систем автоматичного регулювання енергоспоживання та систем «розумний дім»;
- розробка геометричних показників оболонки будівлі з умови доцільного використання пасивних систем тепlopостачання.

Крім цього до пасивних, нульових та активних будівель можуть бути застосовані класичні методи енергозбереження, утилізації вторинних енергоресурсів та використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії [5-8]:

- максимальне використання альтернативних джерел енергії;
- можливість відпуску надлишкової виробленої енергії в мережу для досягнення річної інтегральної «активності» будівлі.
- критеріям пасивного будинку в загальній формі виглядають наступним чином:
 - питома витрата теплової енергії на опалення не повинна перевищувати 15 кВт · год/(м²·рік) або навантаження на опалення ≤ 10 Вт/м²;

- спеціальні вимоги попиту на охолодження будівлі $\leq 15 \text{ кВт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{рік})$;
- щорічний період перегріву (температура в приміщенні вище 25°C) $\leq 10 \%$;
- результат тесту на герметичність (N50) $\leq 0,6$ кратності;
- загальне споживання первинної енергії для всіх побутових потреб (опалення, гаряча вода й електрична енергія), не повинно перевищувати $\leq 120 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 \cdot \text{рік}$.

Для будинків, які реконструюються, стандарти не такі жорсткі та наведені в розділі 1.1.2.

Нижче наведено ідеологічні засади понять Пасивного будинку.

Пасивні Будинки характеризуються особливо високим рівнем теплового комфорту при мінімальному споживанні енергії. Загалом, стандарт Пасивного будинку забезпечує економічну ефективність, особливо в разі зведення нових будівель. Пасивні будинки можуть забезпечуватись залежно від навантажень джерелами поновлювальної первинної енергії (ППЕ).

Таблиця 1

Критерії пасивного будинку

			Критерії	Альтернативні критерії
Опалення				
Потреби опалення	$\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$	$\leq$	15	-
Теплове навантаження	$\text{Вт} / \text{м}^2$	$\leq$	-	10
Охолодження				
Потреби охолодження та осушення	$\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$	$\leq$	Вимоги пасивного будинку +15	Змінне граничне значення
Холодильне навантаження	$\text{Вт} / \text{м}^2$		-	10
Герметичність				
Потреба в випробуванні на герметичність n_{50}	1/г	$\leq$	0,6	
Поновлювальна первинна енергія				
Потреби ППЕ	$\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$	$\leq$	Класік 60	Плюс 45
			Преміум 30	Допускається перевищення критеріїв до +15 $\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$...
Виробництво відновлюваної енергії (з посиланням на площу проектної будівлі)	$\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$	$\geq$	-	60
				120
				... з компенсацією вищевказаного відхилення шляхом додаткового вироблення

взято з [1]

Не завжди можливо досягти Стандарту пасивного будинку, зокрема і особливо при реконструкції існуючих будівель, навіть при наявності достатніх коштів. З цієї причини Інститут пасивного будинку розробив сертифікат «EnerPHit – Сертифікація Будівлі, що модернізується, з Компонентами Пасивного Будинку», критерії якого регламентуються [1]. Нижче (таблиця 2) наведено деякі критерії, який потрібно дотриматися, щоб мати можливість сертифікуватися за даним підходом.

Таблиця 2

Критерії Стандарту EnerPHit для методу компонентів будівлі

Клімат ична зона відпові дно до РНРР	Непрозорі огорожувальні конструкції будівлі				Вікна (включаючи зовнішні двері)				Вентиляція		
	...осн ова	... повітряне середовище			Загалом			Заскле ння	Сонячне наванта ження	Мін. ефектив ність рекупер ації тепла	Мін. ефектив ність регенера ції вологи
	Ізоля ція	Зовні шня ізоля ція	Внутрі шня ізоляці я²	Колір зовнішнь ого огорож ення³	Макс. коефіцієнт теплопередачі (U _{D/W,installed})			Коефіц ієнт посиле ння сонячн ого тепла (g)	Макс. Питоме сонячне наванта ження в період охолодж ення		
	Коефіцієнт теплопередачі (U)			Холодні кольори							
	Вт/м²К			-	Вт/м²К			-	кВт·год/ м²	%	
Арктич на	Визначено в РНРР залежно від кількості днів опалення та охолодження біля основи	0,09	0,25	-	0,4 5	0,5 0	0,6 0	U _g - g*0,7≤0	100	80%	-
Холодн а		0,12	0,30	-	0,6 5	0,7 0	0,8 0	U _g - g*1,0≤0		80%	-
Помірн о- холодн а		0,15	0,35	-	0,8 5	1,0 0	1,1 0	U _g - g*01,6≤ 0		75%	-
Помірн о-тепла		0,30	0,50	-	1,0 5	1,1 0	1,2 -	U _g - g*2,8≤- 1		75%	-
Тепла		0,50	0,75	-	1,2 5	1,3 0	1,4 0	-		-	-
Жарка		0,50	0,75	Так	1,2 5	1,3 0	1,4 0	-		-	60% (вологи й клімат)
Дуже жарка		0,25	0,45	Так	1,0 5	1,1 0	1,2 0	-		-	60% (вологи й клімат)

взято з [1]

Коли йдеться про багатоквартирне будівництво, можуть бути застосовні заходи, що стосуються «пасивних» будинків і спрямовані на підвищення термічного опору та ліквідацію мостів холоду. Однак, зважаючи на деяку специфіку внутрішніх інженерних систем і наявність унікальних вторинних джерел енергії, можна розглядати концепції, які можуть бути застосовані для багатоквартирного будівництва і спрямовані на підвищення рівня енергозбереження та теплового комфорту. Порівняння таких заходів відбувалося з показниками максимального теплового потоку наведеними в [9].

Концепція 1. Вентиляція: встановлення припливно-витяжних рекуператорів тепла типу «стіновий клапан» (встановлення в житлових приміщеннях зі зміщенням балансу в бік припливу). Опалення: проектування низькотемпературної системи опалення. Джерело теплової енергії. Газова котельня з конденсаційними котлами. Очікуваний ефект: не більше 3-4% економії палива від навантаження опалення порівняно з базовим сценарієм. Підвищення показників мікроклімату.

Концепція 2. Вентиляція: встановлення припливно-витяжних рекуператорів тепла типу «стіновий клапан» (встановлення в житлових приміщеннях зі зміщенням балансу в бік припливу). Опалення: проектування низькотемпературної системи опалення. Джерело теплової енергії: газова котельня з конденсаційними котлами. Каналізація: створення роздільних стояків каналізації для стоку фекальних вод (від унітазів) і для стоку умовно «чистих» вод (мийки, душові). Рекуперація теплової енергії умовно «чистих» вод для попереднього нагріву води на потреби ГВП. Гаряче водопостачання (ГВП): потужність джерела теплової енергії обирається під середню потужність ГВП з установкою баків-акумуляторів води (режим пікового навантаження). Очікуваний ефект: не більше 3-4% економії палива від навантаження опалення порівняно з базовим сценарієм. Близько 30-35% економії палива на потреби ГВП. Підвищення показників мікроклімату.

Концепція 3. Вентиляція: встановлення припливно-витяжних рекуператорів тепла типу «стіновий клапан» (встановлення в житлових приміщеннях зі зміщенням балансу в бік припливу). Опалення: проектування низькотемпературної системи опалення. Джерело теплової енергії: низькотемпературні повітряні теплові насоси для потреб опалення та часткового навантаження ГВП. Стабільна робота теплових насосів може бути забезпечена до -5...-7 °С без значної втрати потужності. При температурах довілля менше -7 °С необхідне резервування конденсаційними газовими котлами. Каналізація: створення роздільних стояків каналізації для стоку фекальних вод (від унітазів) і для стоку умовно «чистих» вод (мийки, душові). Рекуперація теплової енергії умовно «чистих» вод для попереднього нагріву холодної води на потреби ГВП. ГВП: Потужність джерела теплової енергії обирається під середню потужність ГВП з установкою баків-акумуляторів води (режим пікового навантаження). Очікуваний ефект: заміщення 70-75% природного газу електроенергією, що витрачається на компресори теплових насосів, порівняно з базовим сценарієм (середньосезонний коефіцієнт ефективності теплового насоса 1:2,5, 1 кВт*год спожитої електричної енергії дорівнює 2,5 кВт*год теплової енергії в середньому по сезону). Близько 30-35% економії палива на потреби ГВП (у зв'язку з рекуперацією тепла умовно «чистих» стічних вод). Зниження вартості Гкал теплової енергії. Підвищення показників мікроклімату.

Концепція 3'. Відмінність Концепції 3' від Концепції 3 полягає в додаткових альтернативних джерелах для потреб ГВП (прикладом, сонячних колекторах, які експлуатуються в літню і перехідну пору року).

Концепція 4. Вентиляція: встановлення припливно-витяжних рекуператорів тепла типу «стіновий клапан» (встановлення в житлових приміщеннях зі зміщенням балансу в бік припливу). Опалення: проектування індивідуальної акумуляційної електричної системи опалення. Цей варіант передбачає по кімнатну установку опалювальних приладів, що акумулюють теплову енергію (накопичення за нічним тарифом, тип матеріалу - магнезит). ГВП: індивідуальні бойлери, централізоване постачання гарячої води на базі альтернативних джерел (знову ж таки з каналізаційними рекуператорами). Очікуваний ефект: індивідуальне опалення, що дає змогу знизити вартість Гкал теплової енергії шляхом використання електричної енергії за нічним тарифом. Повне заміщення природного газу. Значне спрощення монтажу системи опалення. Підвищення показників мікроклімату. Розвантаження ОЕС-У. Особливість: пристрої, що акумулюють теплову енергію, у період дії нічного тарифу вартості електричної енергії (приблизно 8 годин із 22-30 до 06-30) споживають «потроєну» потужність навантаження (але за низькою вартістю е/е), що спричиняє збільшення встановленого навантаження на електричні трансформатори.

Висновки. Пасивні будинки є інноваційною та ефективною стратегією в галузі енергозбереження при новому будівництві та реконструкції, орієнтовану на максимальне зниження витрат енергії та зниження викидів парникових газів.

Головні принципи пасивного будівництва, такі як геліоархітектура, висока ефективність оболонки та рекуперація тепла, відіграють ключову роль у досягненні теплового комфорту та енергоефективності. Застосування систем автоматичного регулювання та концепцій «розумного будинку» сприяють подальшому розвитку пасивних будівель як важливого елемента сталого будівництва. При реконструкції багатоквартирних будинків можуть бути застосовані деякі принципи пасивних індивідуальних садиб, зокрема в частині модернізації інженерних мереж.

Список використаних джерел:

1. The Passive House Institute (2023) Criteria for Buildings: Passive House, EnerPHit, PHI Low Energy Building. Version 10c. Available online: https://passivehouse.com/downloads/03_building_criteria_en.pdf.
2. ДСТУ Б EN ISO 7730:2011 Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту (EN ISO 7730:2005, IDT).
3. Basok, B., Novitska, M., Goncharuk, S., Moroz, M., & Tymoshchenko, A. (2019, April). Experimental Passive House of the Institute of Engineering Thermophysics NAS of Ukraine. In 2019 IEEE 6th International Conference on Energy Smart Systems (ESS) (pp. 108-111). IEEE.
4. Skochko, V., & Skochko, L. (2013). The equation of state and condition parameters of the mesh structure relationships. Kyiv, Base and foundations, (34), 47-57.
5. Дорошенко, А., & Погосов, О. (2024). АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТОЧКОВИХ ТЕПЛОПРОВІДНИХ ВКЛЮЧЕНЬ НА ЗНАЧЕННЯ ПРИВЕДЕНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ. Матеріали конференцій МЦНД, (19.01.2024; Кривий Ріг, Україна), 300–304. вилучено із <https://archive.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/979>.
6. Бойко, Н., & Чепурна, Н. (2024). РОЗВИТОК НЕТРАДИЦІЙНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ЯКОСТІ СВІТОВОГО ТРЕНДУ. Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ», (March 1, 2024; Paris, France), 207–211. <https://doi.org/10.36074/logos-01.03.2024.046>.
7. Kulinko, Y., Skochko, V., & Pohosov, O. (2019). Diagnostic technique for wells of soil heat pumps in terms of thermal potential depending on the type of soil. Енергоефективність в будівництві та архітектурі, (12), 20-29.
8. Priymak, O., Yefimenko, N., Shepitchak, V., & Redko, I. (2022, August). Ecological Expediency of Using Traditional Fuels as Opposed to Solar Energy. In International Scientific Conference EcoComfort and Current Issues of Civil Engineering (pp. 329-334). Cham: Springer International Publishing.
9. Погосов, О., Пасічник, П., Габа, К., & Барилук, Д. (2024). АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ МАКСИМАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПОТОКУ НА ОПАЛЕННЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ. Grail of Science, (37), 504–511. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.15.03.2024.085>.