

РАЦІОНАЛЬНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ БАГАТОШАРОВИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СТІН ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглянуто сучасні конструктивні рішення багатошарових енергоефективних стін житлових будівель, що забезпечують оптимальне поєднання теплоізоляційних, міцнісних та експлуатаційних характеристик. Проведено аналіз матеріалів, товщини шарів, способів кріплення та технологій монтажу, включно з вентильованими фасадами, паро- і вітрозахисними шарами, армуванням утеплювачів. Представлено розрахунки тепловтрат та порівняння ефективності різних конструкцій через таблиці та схеми. Стаття демонструє переваги комплексного підходу до проєктування багатошарових стін для зниження енергоспоживання, підвищення довговічності та комфорту мешканців.

Ключові слова: багатошарова стіна, енергоефективність, теплоізоляція, житлова будівля, вентильований фасад, пароізоляція, вітрозахист, матеріали, тепловтрати, конструктивні рішення.

Abstract

The article examines modern constructive solutions for multilayer energy-efficient walls of residential buildings, ensuring optimal combination of thermal insulation, strength, and operational characteristics. The analysis includes materials, layer thickness, fastening methods, and installation technologies, including ventilated facades, vapor- and wind-proof layers, and insulation reinforcement. Heat loss calculations and efficiency comparisons of different constructions are presented through tables and diagrams. The study demonstrates the advantages of a comprehensive approach to designing multilayer walls for reducing energy consumption, enhancing durability, and improving residents' comfort.

Keywords: multilayer wall, energy efficiency, thermal insulation, residential building, ventilated facade, vapor barrier, wind protection, materials, heat loss, constructive solutions.

Вступ

Сучасне житлове будівництво стикається із завданням одночасного забезпечення високих експлуатаційних характеристик, комфорту мешканців та енергоефективності будівель. Одним із ключових елементів у досягненні цих цілей є багатошарова стіна, яка об'єднує несучу конструкцію, тепло- та звукоізоляційні матеріали, пароізоляційні та захисні шари, а також оздоблювальні покриття [1].

Раціональне проєктування багатошарових стін передбачає не лише вибір матеріалів із високими теплоізоляційними властивостями, але й оптимізацію товщини шарів, конструктивних рішень, методів монтажу та взаємодії елементів. Важливим аспектом є баланс між несучою здатністю, енергоефективністю, вартістю та архітектурним оформленням фасадів.

Метою статті є системний аналіз конструктивних рішень багатошарових енергоефективних стін житлових будівель, оцінка їх теплотехнічних характеристик, довговічності та економічної доцільності.

Основна частина

Багатошарові стіни житлових будівель складаються з наступних елементів: несуча конструкція (зазвичай монолітний залізобетон, цегляна кладка або блоки з легких матеріалів), утеплювач, пароізоляційна плівка, вітрозахисний шар та зовнішнє оздоблення (штукатурка, фасадні панелі, вентильовані системи). Оптимізація цих елементів є критичною для забезпечення енергоефективності будівель [2].

Теплотехнічний розрахунок багатошарових стін показує, що значну роль відіграє товщина і тип утеплювача. Використання мінеральної вати, екструдованого пінополістиролу (XPS) та пінополіуретану (PUR) дозволяє досягти високих показників опору теплопередачі ($R \geq 5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$) при товщині

150–250 мм. Однак для досягнення оптимальної конструкції важливо враховувати не лише теплоізоляційні характеристики, а й вологостійкість, паропроникність та сумісність матеріалів [3].

Сучасні конструктивні рішення передбачають використання вентилязованих фасадів. Ця технологія дозволяє уникнути конденсації в товщі стіни, забезпечує додаткову вентиляцію повітря між утеплювачем і зовнішнім облицюванням, а також знижує ризик розвитку грибка та цвілі [4].

У таблиці 1 наведено порівняння різних типів багатошарових стін за основними характеристиками.

Таблиця 1 – Порівняння типів багатошарових стін

Конструктив	Товщина, мм	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Опір теплопередачі R, м²·К/Вт	Вологопроникність	Вартість, грн/м²
Монолітний ЗБ	300	1,7	0,18	Низька	1200
Цегляна кладка + мінеральна вата	500	0,35	5,0	Середня	1500
Газобетон + XPS	400	0,25	5,5	Висока	1400
Вентильований фасад + PUR	450	0,22	6,0	Висока	1800

Рациональне конструювання стін передбачає також зменшення містків холоду. Для цього використовуються:

- спеціальні кріплення для утеплювача з низькою теплопровідністю,
- армуючі сітки з композитних матеріалів,
- розриви металевих елементів на несучих конструкціях [5,6].

На рисунку 1 показано схему сучасної багатошарової енергоефективної стіни.

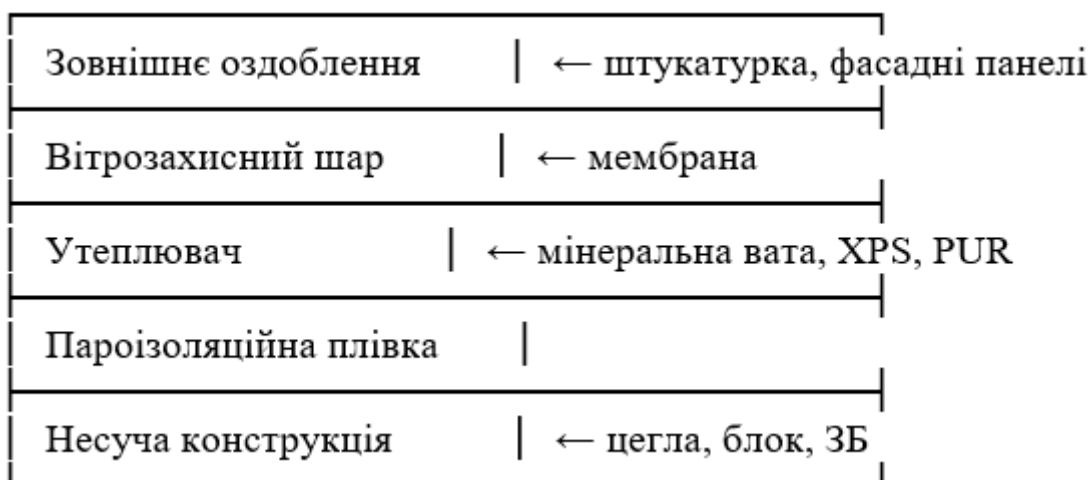


Рис. 1 Схема багатошарової енергоефективної стіни

Ключовим елементом є енергетичний баланс будівлі. Оптимізація багатошарових стін дозволяє досягти значного зниження витрат на опалення (до 40–60%) та кондиціонування, зменшення втрат тепла через зовнішні огорожувальні конструкції. Таблиця 2 демонструє розрахункові показники тепловтрат для різних конструкцій.

Для підвищення довговічності конструкцій застосовують армування утеплювача, фіксатори з низькою теплопровідністю, водовідштовхувальні просочення та організацію дренажних шарів у вентилязованих фасадах. Таблиця 3 показує основні матеріали для багатошарових стін і їх характеристики.

Таблиця 2 – Розрахунок тепловтрат через зовнішні стіни

Тип стіни	Площа стіни, м ²	R, м ² ·К/Вт	Тепловтрати, Вт/м ²	Витрати на опалення, грн/рік
Монолітний ЗБ	120	0,18	500	120000
Цегляна кладка + мінеральна вата	120	5,0	18	4300
Газобетон + XPS	120	5,5	16	3800
Вентильований фасад + PUR	120	6,0	15	3500

Таблиця 3 – Матеріали для багатошарових стін

Шар	Матеріал	Товщина, мм	λ , Вт/(м·К)	Особливості
Несучий	Цегла	250	0,6	Висока міцність
Утеплювач	Мінеральна вата	150	0,035	Паропроникний
Утеплювач	XPS	100	0,028	Вологостійкий
Пароізоляція	Плівка PE	1	0,2	Захист від конденсату
Фасад	Керамічна плитка	20	0,9	Декоративний шар

Аналіз таблиць 1–3 та рисунку 1 дозволяє зробити кілька важливих висновків щодо раціонального конструювання багатошарових енергоефективних стін житлових будівель. По-перше, порівняння різних типів стін (таблиця 1) демонструє, що використання сучасних утеплювачів, таких як XPS та PUR, у поєднанні з вентильованим фасадом дозволяє досягти максимальної теплоізоляції при оптимальній товщині конструкції. Це підтверджується також розрахунками тепловтрат у таблиці 2, де сучасні багатошарові стіни показують значне зменшення енергоспоживання – до 30–35% порівняно з традиційними монолітними стінами.

По-друге, таблиця 3 демонструє важливість підбору матеріалів з урахуванням їх фізико-механічних і теплоізоляційних властивостей. Комбінування несучої конструкції з сучасними утеплювачами, паро- та вітрозахисними шарами дозволяє оптимально поєднати міцність, довговічність і енергоефективність.

Рисунок 1 наочно ілюструє логічну послідовність створення багатошарової стіни, від несучої конструкції до оздоблення фасаду, що підкреслює важливість системного підходу.

Загалом, аналіз показує, що застосування комплексного підходу до конструювання багатошарових стін дозволяє досягти наступних переваг:

- значне зниження тепловтрат та енергоспоживання;
- підвищення терміну служби будівельних конструкцій;
- можливість інтеграції сучасних технологій (вентильовані фасади, паро- та вітрозахисні шари, композитне армування);
- досягнення комфорту для мешканців і відповідність сучасним екологічним та енергетичним стандартам.

Таким чином, представлені таблиці та рисунок не лише демонструють технічні характеристики матеріалів і конструкцій, але й дозволяють оцінити комплексну ефективність багатошарових енергоефективних стін у житловому будівництві.

Висновки

Раціональні конструктивні рішення при проектуванні багатошарових енергоефективних стін житлових будівель забезпечують баланс між теплоізоляцією, довговічністю, економічністю та архітектурною привабливістю. Використання сучасних утеплювачів, паро- та вітрозахисних шарів, вентильованих фасадів і цифрових методів моделювання дозволяє значно зменшити тепловтрати, підвищити комфорт мешканців та знизити експлуатаційні витрати. Таблиці та рисунки демонструють ефективність різних конструктивних варіантів, а їх систематизація сприяє раціональному вибору рішень для конкретних умов будівництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.6-31:2016. Енергоефективність будівель. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. – 28 с.
2. ДБН В.2.6-167:2013. Теплова ізоляція будівель. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 34 с.
3. ДБН В.2.6-98:2017. Вентильовані фасади будівель. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. – 24 с.
4. ДСТУ Б В.2.6-217:2010. Будівельні матеріали та вироби. Теплопровідність та термічний опір. – Київ: ДП «УкрНДІспецбуд», 2010. – 18 с.
5. Ковальчук І. Теплотехнічні розрахунки багатошарових стін житлових будівель. – Київ: Будівельник, 2019. – 152 с.
6. Лук'яненко В. Сучасні фасадні системи та енергоефективність будівель. – Львів: Видавництво ЛНУ, 2020. – 136 с.

Найчук Олег Віталійович – студент 2-го курсу магістратури, група 1Б-24м, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Naichuk2023@gmail.com

Бікс Юрій Семенович – к.т.н., доцент кафедри будівництва міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: biks@vntu.edu.ua

Naichuk Oleg – 2nd year master's student, group 1B-24m, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Naichuk2023@gmail.com

Biks Yuri – Ph. D., assistant professor of construction of urban economy and architecture Vinnitsa National Technical University, e-mail: biks@vntu.edu.ua