

**ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ УТЕПЛЕННЯ ФАСАДІВ ПРИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЛІ ГУРТОЖИТКУ №2 ЗАПОРІЖЖЯ**

**CHOICE OF OPTIMUM FACADE INSULATION SOLUTIONS FOR THERMAL MODERNIZATION OF THE HOSTEL BUILDING №2 ZAPORIZHJA**

**Петренко К.М.** ст. групи БАД-111м ORCID: 0000 -0001-8110-0182, **Шлянін О.С.** ст. групи БАД-111м ORCID: 0000-0003-0779-3624, **Кравець Н.Г.** ст. групи БАДз-111м, **Назаренко О.М.** к.т.н., доц. ORCID: 0000-0003-3738-1129, **Іщенко О.С.** ст. викл ORCID: 0000-0002-0548-6081. (Національний університет «Запорізька політехніка», м. Запоріжжя)

**Petrenko K.M.** student of BAD-111m group, **Shlyanin O.S.** student of BAD-111m group, **Kravets N.G.** student of BADz-111m group, **Nazarenko O.M.** Ph.D., associate professor, **Ishchenko O.S.** senior lecturer, (Zaporizhia Polytechnic National University, Zaporizhia).

**Постановка проблеми обумовлена тим, що в умовах швидкого зростання вартості енергоносіїв актуальність проблеми підвищення енергоефективності набирає особливого значення. Як відомо, проведення енергозберігаючих заходів дозволяє значно скоротити витрати на енергоносії і тим самим зменшити витрати на комунальні платежі мешканців гуртожитку, а також значно покращити умови проживання студентів. Це особливо актуально у період військового стану, в якому знаходиться наша країна та загальному дефіциті паливно-енергетичних матеріалів. Метою дослідження є визначення на основі аналізу систем утеплення вентиляованих фасадів раціональної конструктивної схеми гуртожитку № 2 в місті Запоріжжі. Термомодернізація будівель призводить до значної економії коштів на опалення. Так, при впровадженні енергозберігаючих рішень для аналізованого будинку типового проекту, який обраний у якості об'єкту дослідження, можна досягти зменшення енерговитрат на опалення.**

**The formulation of the problem is due to the fact that in conditions of rapid growth in the cost of energy carriers, the urgency of the problem of increasing energy efficiency is gaining special importance. As you know, the implementation of energy-saving measures allows you to significantly reduce the costs of energy carriers and thereby reduce the costs of utility bills for the residents of the dormitory, as well as significantly improve the living conditions of students. This is especially relevant in the period of martial law**

in which our country is and the general shortage of fuel and energy materials. The purpose of the study is to determine, based on the analysis of the insulation systems of ventilated facades, the rational design scheme of the dormitory No. 2 in the city of Zaporizhzhia. Thermal modernization of buildings leads to significant savings on heating costs. Thus, when implementing energy-saving solutions for the analyzed house of a typical project, which is selected as a research object, it is possible to achieve a reduction in energy consumption for heating.

**Ключові слова:** енергозбереження, енергоефективність будівель, гуртожиток, термомодернізація будівлі, вентильований фасад, тепловтрати, термофасад.

energy saving, energy efficiency of buildings, dormitory, thermal modernization of the building, ventilated facade, heat loss, thermal facade.

**Вступ.** В період сьогодення наявність і доступність енергетично-паливних ресурсів, ефективність їх використання та безперебійність постачання багато в чому визначають стабільність і темпи розвитку країн, тому більшість розвинутих країн реалізують політику та програми, спрямовані на підвищення енергоефективності. Україна, в цьому питанні, не є випадком, де сьогодні складається напружена ситуація із забезпеченням енергоресурсами, від вдалого вирішення якої буде залежати швидкість розвитку країни в майбутньому. Основною причиною високого енергоспоживання будівель масового будівництва є надмірні втрати тепла через огорожувальні конструкції, а також низька ефективність їх систем опалення. Це пов'язано з тим, що більшість старих будинків проектувалися і будували з низькими теплотехнічними характеристиками, що не відповідають новим вимогам.

Енергоефективність будівель в Україні значно нижча, ніж у країнах Європейського Союзу, у Німеччині в середньому 1 м<sup>2</sup> житла використовує близько 90 кВт/год на рік, тоді як в Україні цей показник перевищує позначку 300 кВт/год. Неefективне використання енергетичних ресурсів призводить до неспинного подорожчання комунальних послуг. З 2014 року уряд активно впроваджує програми, спрямовані на підвищення енергоефективності будівель в Україні.

«Зелені» будинки відмінно вписуються в нову концепцію розвитку держави, а також відповідають нещодавно прийнятим законам та ДБН, згідно з якими всі нові будівлі повинні мати клас енергоефективності не нижче «В», а реконструйовані та споруджені до 2030 року – не менше «С», але з одним важливим доповненням.

Як сказано на сайті Мінрегіону, крім класу «С» будівля також має використати понад 50 відсотків енергії від відновлюваної енергії. Для таких будівель відповідно до Нацплану буде запроваджено клас

енергоефективності «А+». При цьому витрати на енергозабезпечення таких будинків не перевищуватимуть 25 відсотків порівняно із середніми показниками.

В зв'язку з впровадженням військового положення в країні з'являється актуальність підвищення енергоефективності будівель.

**Аналіз останніх досліджень.** Питання енергоефективності та енергозбереження в комунальному господарстві є одними з найважливіших для кожної країни. Вирішення проблеми енергоефективності в комунальній промисловості можливе шляхом спорудження енергоефективних, пасивних будівель та впровадження сучасних схем та систем теплозабезпечення з використанням альтернативних джерел енергії, оптимальних заходів з термореновації чи термомодернізації існуючого фонду будівель країни. Важливим етапом досліджень при цьому є встановлення основних концептуальних основ з досягнення будівель високого енергоефективного рівня [2].

Питання забезпечення енергоефективності житлових будівель є стратегічним напрямом розвитку будівельної галузі в Україні та економіки в цілому. З кожним роком житловий фонд України збільшується, але переважну кількість будинків побудовано за старими технологіями, які є енергозатратними та потребують значних капіталовкладень для зменшення енерговитрат на їх експлуатацію [1].

У зв'язку з необхідністю економії енергії і теплоізоляції у країнах ЄС пішли шляхом розробки спеціальних директив, призначених для стандартизації в країнах-членах ЄС будівельних нормативів з підвищення енергоефективності будівель [5].

Зараз для зовнішнього утеплення застосовується вентильований «Термофасад», який призначений як для тепло ізолювання при будівництві, так і для додаткового тепло ізолювання вже існуючих об'єктів, перш за все в цивільному та житловому будівництві.

**Термофасад** – це система, яка складається з наступних конструкційних елементів та матеріалів: - профільований бетонний камінь (кам'яний профіль); - монтажний профіль; - металева несуча конструкція – кронштейни та профілі; - теплоізоляція (плитний утеплювач); - елементи кріплення; - обшивка вікон та дверей, кутові та кінцеві профілі.

При влаштуванні вентильованого фасаду шари різних матеріалів розташовують таким чином, що в напрямку зсередини споруди назовні теплопровідність матеріалів і їх опір водяній парі зменшується (бетон чи цегла, мінераловатний утеплювач, повітряний прошарок, захисне декоративне облицювання). Таке розташування матеріалів разом з дією повітряного прошарку, де через перепад тиску відбувається постійний вертикальний рух повітря, дозволяє ефективно видаляти вологу, як із несучої стіни, так із утеплювача, що підвищує ефективність теплоізоляції будівлі та забезпечує відносно сухий стан утеплювача під час всього періоду

експлуатації. Крім того, зменшення тепловтрат відбувається також внаслідок виникнення ефекту «повітряної теплової завіси», так як температура вертикального теплового потоку на два - три градуси вище, ніж у зовнішнього повітря. Масивна конструкція каркасу акумулює тепло, яке зберігає зовнішній утеплюючий шар. Влаштування теплоізоляції ззовні краще захищає стіну від перемінного замерзання та відставання.

Вирівнюються температурні коливання масиву стіни, що перешкоджає виникненню деформацій, особливо небажаних при індустріальному будівництві. Точка роси зміщується в зовнішній теплоізоляційний шар, внутрішня частина стіни не відсиріває і не потребує додаткової пароізоляції. Іншою перевагою зовнішньої теплоізоляції є збільшення теплоакумуючої здатності масиву стіни. Установка теплоізоляції ззовні дозволяє також виключити проблему «містків холоду» при каркасно-монолітному будівництві [6].

**Постановка мети та задач досліджень.** Згідно європейських норм енергетична класифікація будинків наступна:

- 1) Пасивний (A+): до  $15 \text{ кВт}\cdot\text{год./м}^2 \cdot \text{рік}$ ;
- 2) Низькоенергетичний (A):  $15 - 45 \text{ кВт}\cdot\text{год./м}^2 \cdot \text{рік}$ ;
- 3) Енергоощадний (B):  $45 - 80 \text{ кВт}\cdot\text{год./м}^2 \cdot \text{рік}$ ;
- 4) Середньоенергоощадний (C):  $80 - 100 \text{ кВт}\cdot\text{год./м}^2 \cdot \text{рік}$ ;
- 5) Середньоенергоємний (D):  $100 - 150 \text{ кВт}\cdot\text{год./м}^2 \cdot \text{рік}$ ;
- 6) Енергоємний (E):  $150 - 250 \text{ кВт}\cdot\text{год./м}^2 \cdot \text{рік}$ ;
- 7) Високоенергоємний (F): понад  $250 \text{ кВт}\cdot\text{год./м}^2 \cdot \text{рік}$ .

Енергоефективність будинку оцінюється величиною втрат теплоти на  $1 \text{ м}^2$  площі будинку за опалювальний період або рік ( $\text{кВт}\cdot\text{год.} / \text{м}^2 \cdot \text{рік}$ ) або витратами теплоти на нагрівання  $1 \text{ м}^3$  повітря об'єму будинку за опалювальний період ( $\text{кВт}\cdot\text{год.} / \text{м}^3 \cdot \text{рік}$ ).

Більшість будівель існуючого житлового фонду України, згідно з цією енергетичною класифікацією, належить до енергоємного класу, в той час, як в європейських країнах енергоощадність будинків має високий клас A та A+ [2].

В Україні, згідно зі стандартом ДБН В 2.6. – 31:2021 [4], існує класифікація енергоефективності будинків та розроблені методики для розрахунків питомих витрат. Але нормативні вимоги орієнтовані переважно на обмеження витрат на тепlopостачання будівель і потребують приведення до європейських стандартів комфортного проживання та будівництва пасивних будівель [2].

Об'єктом дослідження є існуюча будівля п'ятиповерхового студентського гуртожитку у місті Запоріжжі (рис. 1).

Предметом дослідження є реконструкція та визначення шляхів підвищення енергоефективності гуртожитку та зменшення тепловитрат будівлі.



Рис.1. Існуюча будівля гуртожитку в місті Запоріжжі, що потребує термомодернізації

З метою визначення енергетичного стану будівлі та розробки, в разі потреби, заходів з енергозбереження, було розраховано споживання теплової енергії в будівлі при існуючих параметрах та після реконструкції.

Існують різні види виконання робіт при термомодернізації будівлі. На утеплення покриття будівлі припадає – 24%, заміна старих вікон та дверей – 5%, утеплення інженерних систем будівлі -20%, утеплення перекриття над технічним підпіллям – 10%, утеплення фасаду будівлі – 41% (графік 1).

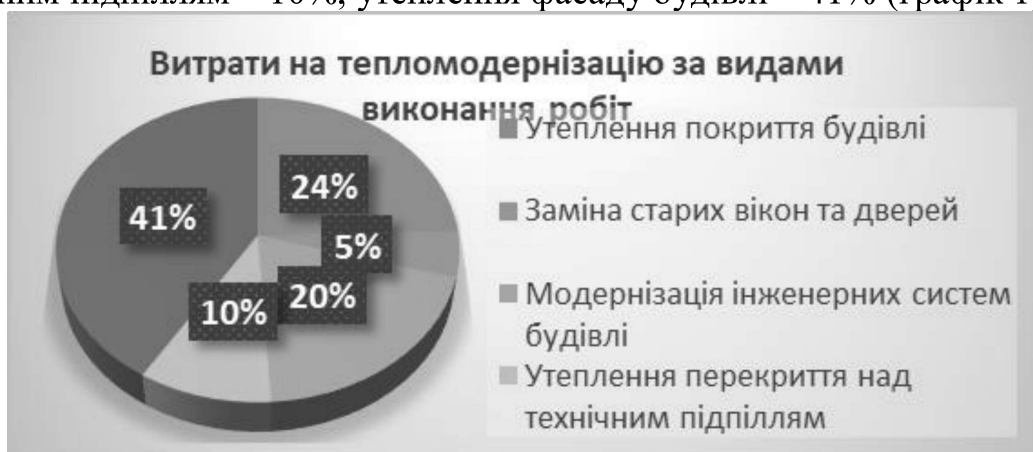


Рис.2. Витрати на термомодернізацію за видами виконання робіт

**Методика дослідження.** На основі проведених досліджень [2] з підвищення теплоізоляційної спроможності енергоефективних будівель можна рекомендувати перелік практичних технічних та організаційних заходів з підвищення енергоефективності будівель:

1. Термомодернізацію слід розпочинати із заміни старих вікон на енергоефективні світлопрозорі конструкції (оптимально - із двома низькоемісійними і-покриттями та 5-камерним профілем рам).

2. Додатково використовувати спеціальний теплоізоляційний короб (товщиною профілю до 6 см) в віконній проїмі і в нього монтувати енергоефективну віконну конструкцію.

3. Обов'язково організовувати теплоізоляцію даху і горища.

4. Максимально уникати містків холоду в фасадних системах термомодернізації.

5. Проводити утеплення зовні.

6. Організувати вітчизняне виробництво теплоізоляційних плит товщиною 12 та 15 см.

7. Налагодити виробництво клейових сумішей, пристосованих до використання в умовах помірнотеплих температур.

8. Розробка і виробництво вітчизняних клейових будівельних сумішей із високою паропроникненістю.

9. Створення вентиляційних отворів для виведення перезволоженого повітря на зовні із систем термоізоляції.

10. Реалізовувати пасивний тепловий захист зовнішніх стін.

11. Реалізовувати контрольовану рекуперативну примусову повітряну вентиляцію.

12. Заглиблювати цокольний поверх будівлі в ґрунтовий масив із внутрішньою теплоізоляцією підлоги підвалу і зовнішньою теплоізоляцією його фундаментних стін [2].

Основною метою реконструкції існуючої будівлі гуртожитку є покращення умов перебування людей у зимовий період. Для цього було прийнято провести роботи з утепленням фасаду. Для даної будівлі буде застосовано систему вентилязованого фасаду (рис. 2).



Рис. 3. Система вентилязованого фасаду

Інтерес до вентилязованих фасадів з'явився в Європі з 1940 р. Ідеєю стала захист зовнішніх стін водовідштовхувальним екраном, який одночасно покращував зовнішній вигляд будівель. З середини 1950-х років вентилязовані фасади почали активно застосовуватися в Європі, а також у сирому та вітряному кліматі Канади. У Україні її ця технологія впроваджується більше 10 років і активно застосовується на споруджуваних та реконструйованих будівлях з несучими конструкціями з цегли, блоків та інших матеріалів щільністю понад 600 кг/м<sup>3</sup>.

Навісний вентиляований фасад є багатошаровою конструкцією, що відображено в класифікації вентилязованих фасадів, розробленої авторами, що включає кріпильні елементи, фасадні профілі, утеплювач, вітровологозахисну мембрану, повітряний зазор і зовнішній облицювальний шар.

Крім важливої повітрообмінної функції, вентильований навісний фасад допомагає будівлі стати естетично привабливим, а також захищає стіни від шкідливого впливу різних природних факторів. Перевага вентильованого фасаду також в тому, що його можна встановлювати в будь-який час року без прив'язки до температури і вологості.

Теплоізоляційні матеріали можна поділити на три основні групи:

- ватяні, до яких належать мінеральна та базальтова вата;
- листові, в якості яких використовуються екструдований пінополістирол, полістирольний пінопласт та пінополіуретан;
- пінні матеріали, що наносяться напиленням на поверхню конструкції, що потребує утеплення.

Фахівці радять застосовувати в системі вентильованого фасаду ватяні та листові теплоізоляційні матеріали.

Основними перевагами ватних утеплювачів є паропроникність, малий показник теплопровідності, підвищена вогнестійкість, екологічна чистота та стійкість до розпаду, старіння та життєдіяльності мікроорганізмів та комах. До недоліків можна віднести деформативність, малу міцність, гігроскопічність. Щільність такого матеріалу складає 100-120 кг/м<sup>3</sup>, довговічність нормується до 50 років.

Для листових утеплювачів характерні підвищені показники вологостійкості, теплоопору, стійкості до механічних впливів, екологічності, гіпоалергенності, стійкості до низьких температур, простота монтажу. Як недоліки листових утеплювачів можна відзначити палне з виділенням отруйного диму, непроникність для пари. Щільність матеріалу 25-150 кг/м<sup>3</sup>, довговічність від 15 до 50 років (таблиця 1).

Таблиця 1

Порівняльна характеристика основних показників матеріалів для утеплення

Матеріал	Щільність, кг/м <sup>3</sup>	Теплопровідність, Вт/(м*С)	Паропроникність, мг/(м*год*Па)	Межа вогнестійкості, хв
<b>Мінеральна вата</b>	50-200	0,048-0,070	0,49-0,60	30-120
<b>Скловолокно (скловата)</b>	155-200	0,041-0,044	0,5	не горить
<b>Пінополістирол</b>	33-150	0,031-0,05	0,013-0,05	немає вогнестійкості
<b>Екструдований пінополістирол</b>	45	0,031-0,048	0,013	немає вогнестійкості
<b>Пінопласт ПВХ</b>	125	0,052	0,23	немає вогнестійкості
<b>Пінополіуретан</b>	30-80	0,020-0,041	0,01-0,05	самозагасаючий
<b>Поліізоляційна плита РІР-плита</b>	30-50	0,024	0,038	15-45

Основним показником для порівняння видів утеплювачів є вологоємність, яка безпосередньо залежить від величини повітряного зазору, що проектується у системі вентиляованого фасаду.

З метою збереження властивостей утеплювача протягом усього терміну експлуатації, а також з метою захисту його від вивітрювання та намокання передбачалося застосування спеціальної вітровологозахисної мембрани.

До основних видів облицювання вентиляованого фасаду відносять:

– фіброцементні плити з розмірами меншого боку від 600 до 1500 мм, більшого боку – від 600 до 3000 мм (рис. 3б). Передбачено видиме кріплення облицювання фасаду, система призначена для новозведених будинків, що реконструюються, і споруд I, II і III рівнів відповідальності, для житлових будівель висотою до 75 м;

– керамограніт розміром 300×300 мм, 300×600 мм, 600×600 мм, у разі застосування керамограніту кріплення виконується видимим із застосуванням кляммеру, пофарбованого кольори керамограніту (рис. 3д);

- композитні касети, що виконуються з високоякісної оцинкованої сталі (рис. 3а),

із застосуванням кріпильних елементів із нержавіючої сталі;

– профільований лист, металосайдинг та металеві касети.

- композитні панелі - це сендвіч-панелі з алюмінієвих листів з полімерним наповнювачем між ними. Матеріал гнучкий, міцний, стійкий до вібрацій і УФ-променів, що дозволяє без зусиль обшити конструкцію зі складною геометрією стін.







Рис. 4. Види оздоблення вентилянтованих фасадів: а – фасадні касети; б – фіброцементні плити; в - фасад з теракоти; г – сайдинг; д – керамограніт; е – профнастил.

Штучний камінь (керамограніт) - вогнетривкий, хімічно інертний і міцний матеріал, який за естетичністю і преміальною якістю не поступається натуральному каменю. Велика вага обробки накладає обмеження на її використання, часто вимагає посилення зовнішніх стін і фундаменту будинку.

Звичайно, особливе місце займає оздоблення та утеплення фасадів, з використанням натуральної або композитної деревини. Такий варіант набагато дорожчий, а натуральна деревина потребує догляду та регулярного просочення антисептиком, але вигляд і текстура натуральної деревини створює затишок, тепло і ту саму неповторну атмосферу будинку того варте.

Металеві профілі для фасаду класифікуються так:

– П-подібний профіль фасадний вертикальний основний (капелюшний профіль). Товщина металу 1,2 мм, 1,5 мм, довжина до 6 м. Розміри 20x50x20, 20x22x65, 20x22x80, 20x22x100 мм;

- Т-подібний профіль фасадний, вертикальний, товщина металу 1,2 мм, 1,5 мм, довжина до 6 м. Розміри 65x30, 80x30, 65x50, 80x50, 100x50 мм;

– Г-подібний профіль фасадний, горизонтальний, товщина металу 1,2 мм, 1,5 мм, довжина до 6 м. Розміри 30x30, 30x40, 40x40, 40x50, 40x60, 44x60 50x50 мм;

– Z-подібний фасадний профіль, вертикальний, що використовується як проміжні напрямні фасадної системи. Товщина металу 1,2мм, 1,5мм, довжина до 6м.

Розміри 30x22x30, 20x22x40, 20x22x55 мм.

До металевих кріпильних виробів відносять кронштейни. Ширина кронштейнів складає 50-70 мм, ширина посиленого кронштейна з шайбою та ізоляційною прокладкою від 90 мм. Товщина металу 12-2 мм. Довжина посиленого кронштейна від 90 до 320 мм.

Клямери, що використовуються в системі вентилянтованих фасадів, класифікуються на рядові, стартові, завершальні, кутові. Вони

виготовляються з нержавіючої або оцинкованої сталі. Товщина металу клямерів 1 мм, 1,2 мм (рис.4)

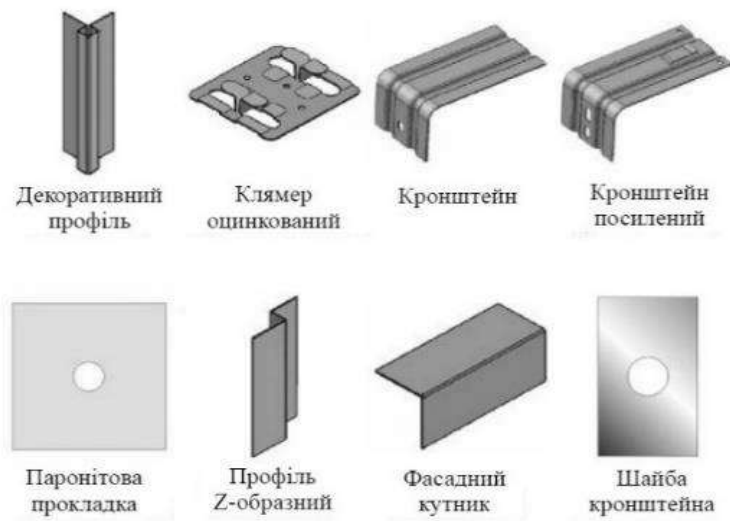


Рис.5. Основні елементи кріплень

Архітектурна виразність фасадів будівель досягається, як правило, за рахунок виду та колірної гами застосовуваних облицювальних плит.

В ході термореконструкції та застосування системи вентиляваного фасаду, будівлю буде утеплено плитами кам'яної вати з обкладинкою з склохолста ROCKWOOL VENTIROCK F PLUS товщиною 100 мм (рис. 5), прийнятою за розрахунком. Фасад буде облицьовано керамогранітними плитами. Нижче буде приведена деякі фізичні характеристики основних матеріалів для утеплення з уточненням вартості (таблиця 2).

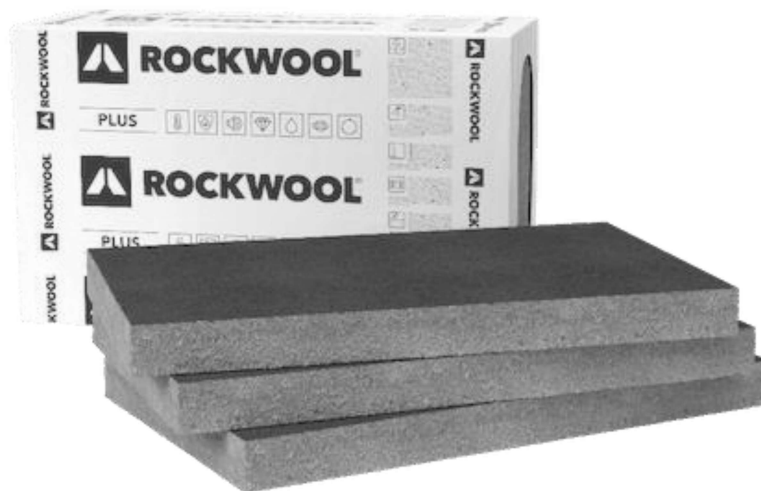


Рис.6. Плити з кам'яної вати з обкладинкою із склохолста для термоізоляції ROCKWOOL VENTIROCK F PLUS 100/1000/600 30PAC/PAL.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика матеріалів для утеплення, що представленні на ринку з уточненням вартості на 2022 рік

<i>Матеріал</i>	<i>Мінеральна вата на основі базальтового волокна</i>	<i>Мінеральна вата на основі скляного волокна</i>	<i>Екструдований пінополістирол</i>	<i>Пінопласт (спінений пінополістирол)</i>	<i>Жорсткий пінополіуретан</i>
<b>Густина, кг/м<sup>3</sup></b>	30-225	10-70	30-35	15-50	40-80
<b>Теплопровідність, Вт/(м*К)</b>	0,037-0,04	0,032-0,044	0,034-0,035	0,034-0,040	0,029-0,041
<b>Питома теплоємність, кДж/(кг*К)</b>	0,84	0,84	1,45	1,34	1,47
<b>Коефіцієнт паропроникності, мг/(м*год*Па)</b>	0,3-0,55	0,45-0,7	0,008	0,05	0,05
<b>Вартість 1 листа – 100 мм, грн.</b>	<b>495 грн</b> (135 кг/м <sup>3</sup> ) 1,2 м <sup>2</sup> 1,0*0,6 м	<b>580 грн</b> (11 кг/м <sup>3</sup> ) 1 рулон 7,5 м <sup>2</sup> –	<b>266 грн</b> (38 кг/м <sup>3</sup> ) Розмір 1,18*0,58 м	<b>280 грн</b> (12,5 кг/м <sup>3</sup> ) Розмір 1*1 м	<b>1500 грн</b> (40 кг/м <sup>3</sup> ) Розмір 1,2*2 м

## Висновки

1. Морально зношений житловий фонд показав ефективність проведення інструментальних досліджень;

2. Аналітичний огляд утеплюючих матеріалів показав теплотехнічну ефективність полізоціанату з теплопровідністю 0,024 Вт/(м×град С);

3. Згідно проектного завдання рентабельність проекту утеплення зазначеної будівлі складе 34%, при нормі 15%.

1. Комеліна О.В. Сучасні проблеми забезпечення енергоефективності житлового будівництва України / О.В. Комеліна, С.А. Щербініна // Проблеми економіки. - №3. – 2014. – с. 108-114.

Komelina O.V. Suchasni problemy zabezpechennia enerhoefektyvnosti zhytlovoho budivnytstva Ukrainy / O.V. Komelina, S.A. Shcherbinina // Problemy ekonomiky. - №3. – 2014. – s. 108-114.

2. Басок Б.І. Досягнення класу високої енергоефективності будівель/ Б.І.Басок, Б.В.Давиденко// Енергоефективність в будівництві та архітектурі. - №9 – 2017 – с. 267-270.

Basok B.I. Dosiahnennia klasu vysokoi enerhoefektyvnosti budivel/ B.I.Basok, B.V.Davydenko// Enerhoefektyvnist v budivnytstvi ta arkhitekturi. - №9 – 2017 – s. 267-270.

3. Сунак П.О. Аналіз заходів реконструкції житлового фонду закордонном / П.О. Сунак, Ю.А. Мельник, О.В. Мельник та ін. // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. –К: КНУБА, 2014. – Вип. 54. – с. 397-410.

Sunak P.O. Analiz zakhodiv rekonstruktsii zhytlovoho fondu zakordonnom / P.O. Sunak, Yu.A. Melnyk, O.V. Melnyk ta in. // Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia: nauk.-tekhn. zb. –К: КНУБА, 2014. – Вур. 54. – s. 397-410.

4. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Чинний з 01.09.2022. – Київ: Мінбуд України, 2022. – 27 с.

DBN V.2.6-31:2021 Teplova izoliatsiia ta enerhoefektyvnist budivel. Chynnyi z 01.09.2022. – Kyiv: Minbud Ukrainy, 2022. – 27 s.

5. Сердюк В. Р. Сучасні підходи зменшення енергоспоживання індивідуальних житлових будинків [Електронний ресурс] / В. Р. Сердюк, А. А. Гріщенко // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві-2016", м. Вінниця, 5-7 листопада 2016 р. - Електрон. текст. дані. - Вінниця : ВНТУ, 2016. - Режим доступу:

<http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2016/paper/view/1590>.

Serdiuk V. R. Suchasni pidkhody zmenshennia enerhospozhyvannia indyvidualnykh zhytlovykh budynkiv [Elektronnyi resurs] / V. R. Serdiuk, A. A. Hrishchenko // Materialy mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii "Innovatsiini tekhnolohii v budivnytstvi-2016", m. Vinnytsia, 5-7 lystopada 2016 r. - Elektron. tekst. dani. - Vinnytsia : VNTU, 2016. - Rezhym dostupu:

<http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2016/paper/view/1590>.

6. Савенко В. І. Підвищення ефективності будівництва шляхом впровадження системи управління якістю та енергозберігаючих технологій// В. І. Савенко, Н. М. Фіалко, Л. Ф. Черних, Г. Г. Фаренюк, В. К. Мельник, О. В. Савенко // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. - №6 – 2014 –с 246-252.

Savenko V. I. Pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva shliakhom vprovadzhennia systemy upravlinnia yakistiu ta enerhozberihaiuchykh tekhnolohii// V. I. Savenko, N. M. Fialko, L. F. Chernykh, H. H. Fareniuk, V. K. Melnyk, O. V. Savenko // Enerhoefektyvnist v budivnytstvi ta arkhitekturi. - №6 – 2014 –s 246-252