

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

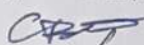
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Технологія теплодернізації громадських будівель для
внутрішньо переміщених осіб в селищі Меджибіж Хмельницької
області з врахуванням сучасних енерго-екологічних вимог

Виконав: студент 2 курсу, групи Б-21мз
спеціальності 192 «Будівництво
та цивільна інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

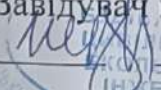
 Рудик С.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор
(науковий ступінь, посада)

 Сердюк В.Р.
(прізвище та ініціали)

«06» 06 2024 р.
Опонент: к.т.н., доцент Степанова Н. Д.
(науковий ступінь, посада)

 «06» 06 2024 р.
(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту
Завідувач кафедри БМГА
 В. В. Швець

«06» 06 2024 року

Вінниця ВНТУ - 2024 рік

Вінницький національний технічний університет
 Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
 Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури
 Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
 Галузь знань 20 «Архітектура та будівництво»
 Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
 Освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»



ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Рудику Сергію Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи** Технологія теплодернізації громадських будівель для внутрішньо переміщених осіб в селищі Меджибіж Хмельницької області з врахуванням сучасних енерго-екологічних вимог

керівник роботи Сердюк В.Р., д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом закладу вищої освіти від 11_» 03 2024 року №81

2. Строк подання студентом роботи 06.06. 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: Сучасна нормативна база, статистичні дані, науково-технічна література, яка стосується сучасного стану будівництва житла. Передбачається проведення аналітичних досліджень енерго-екологічних аспектів вибору енергоефективних стінових матеріалів. Оцінка енергоемності виробництва ефективних стінових матеріалів. Дослідження властивостей автоклавного газобетону та перспектив його використання.

Зміст текстової частини: Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, методи досліджень, апробація).

1. Оцінка сучасного стану будівництва житла. Адаптація нормативної бази в галузі будівництва до європейських вимог.

2. Науково-дослідна частина (огляд літературних джерел, проектування будівлі з використанням енергоефективних стінових матеріалів, виробів у тому числі армованих виробів.

3. Енергоемність виробництва газобетону, екологічні аспекти з врахуванням екологічних викидів та оподаткування викидів парникових газів.

4. Порівняльні показники енергоемності виробництва стінових матеріалів

5. Економічна частина (визначення економічного ефекту від впровадження результатів наукової розробки на прикладі технічного об'єкта.

Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв,
Розділ 1	Сердюк В.Р.	виконано	
Розділ 2	Сердюк В.Р.	виконано	
Розділ 3	Сердюк В.Р.	виконано	
Розділ 4	Сердюк В.Р.	виконано	
Розділ 5	Сердюк В.Р.	виконано	
Розділ 6	Сердюк В.Р.	виконано	

7. Дата видачі завдання _____ 12.11.2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів работ	Примітка
1	Складання вступу до МКР	01.02-06.02.24	Виконано
2	Науково-дослідна частина (три розділи)	07.02-15.03.24	Виконано
5	Подання роботи на перевірку на плагіат	15.04-19.04.24	Виконано
7	Економічна частина	22.04-30.04.24	Виконано
8	Оформлення МКР	01.05-12.05.24	Виконано
9	Подання МКР на кафедру для перевірки	13.05-17.05.24	Виконано
10	Попередній захист	23.05-24.05.24	Виконано
11	Опонування	27.05-10. 06.24	Виконано

Студент _____ Рудик С. В.
 Керівник роботи _____ Сердюк В. Р.

АНОТАЦІЯ

УДК 692.232.4

Рудик С. В. Технологія тепломодернізації громадських будівель для внутрішньо переміщених осіб в селищі Меджибіж Хмельницької області з врахуванням сучасних енерго-екологічних вимог

Магістерська робота викладена на 98 сторінках тексту формату А4, наяких 29 рисунків, 14 таблиць, список використаних джерел містить 37 найменувань.

Досліджені проблемні питання термомодернізації житлових і громадських будівель для потреб внутрішньо переміщених осіб з врахуванням сучасних енерго-екологічних вимог, узагальнення сучасного стану вирішення житлової проблеми в умовах руйнації 10% житлового фонду, втрат 50% енергетичного забезпечення. На фоні руйнації житлового фонду та об'єктів енергетичної структури ситуація ускладнилась перебоями в електропостачанні. Пошкоджені об'єкти енергетичної інфраструктури постійно відновлювались за рахунок допомоги багатьох країн світу.

Досліджені проблеми утримання житла та необхідність утеплення в умовах від імпорту природного газу та переходу до електроопалення.

Ключові слова: будівництво житла, нормативна база, парникові гази, енергозбереження, термічний опір, утеплення будинків.

ABSTRACT

Rudik C. V. Technology of thermal modernization of public buildings for internally displaced persons in the village of Medzhibyzh, Khmelnytskyi region, taking into account modern energy and ecological requirements

The master's work is published on 95 pages of text in A4 format, there are 29 figures, 14 tables, a list of short stories contains 37 names.

Investigation of the problematic nutritional thermal modernization of residential and commercial buildings for the needs of internal movement of people due to the current energy and environmental benefits, the rise of the current living problem in In the minds of the Russian Federation, 10% of the housing stock is spent, 50% of the energy supply is spent.

The problem of the growing problem is the need for insulation to account for the import of natural gas and the transition to electricity.

Key words: living standards, regulatory framework, greenhouse gases, energy saving, thermal support, insulation of buildings.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ В УКРАЇНИ.....	9
1.1 Наслідки та проблемні питання відновлення будівельних об'єктів зруйнованих в результаті війни.....	9
1.2 Енерго-екологічні вимоги до сучасного будівництва.....	17
1.3 Проблемні питання утилізації асбестоцементних відходів.....	21
Висновки за розділом 1.....	25
РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЗАСТАРІЛОГО ЖИТЛОВОГО ФОНДУ.....	27
2.1 Організація виконання теплоізоляційних робіт при утепленні житлових і громадських будівель.....	27
2.2 Енергетична сертифікація будівель	39
2.3 Перспективи впровадження «зелених» стандартів	43
Висновки за розділом 2.....	50
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ УТЕПЛЕННЯ ЗАСТАРІЛИХ БУДІВЕЛЬ.....	52
3.1 Технологічні особливості утеплення стін.....	52
3.2. Технологія утеплення стін методом навісних фасадів.....	57
3.3 Сонячні панелі як облицювальні панелі вентиляованого фасаду.....	71
3.4 Німецький досвід комплексного утеплення застарілих будинків.....	73
Висновки до розділу 3.....	78
РОЗДІЛ 4 ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	78
Висновки до розділу 4.....	85
РОЗДІЛ 5 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕПЛОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЛІ.....	86
Висновки до роділу 5.....	90
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	91
Список використаної літератури.....	92
Додатки.....	94

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. За попередніми даними, внаслідок бойових дій було зруйновано або пошкоджено 10% існуючого житлового фонду. За попередніми оцінками вартісний вираз прямих збитків для адміністративних будівель становить \$0,54 млрд. Для того щоб посіяти паніку відбувалась руйнація трансформаторних відстанцій та електрогенеруючих станцій.

Війна, розвязана росією, привела до переміщення великої кількості людей зі сходу країни в західні та центральні області України та за межі країни. Розселенням внутрішньо переміщених осіб (ВПО) займалися місцеві органи влади, які їх приймали. Для розселення ВПО максимально вивористовувались готелі, гуртожитки навчальних закладів, окремі дитячі садки, школи та потенційно придатні інші громадські будівлі.

На фоні руйнації житлового фонду та об'єктів енергетичної структури ситуація ускладнилась перебоями в електропостачанні. Пошкоджені об'єкти енергетичної інфраструктури постійно відновлювались за рахунок допомоги багатьох країн світу. З 2024 року Україна вимушена була відмовилась від імпорту природного газу і побудоване нове житло має опалюватись електрикою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у Вінницькому національному технічному університеті відповідно до кафедральної науково-дослідної теми, яка стосується технології теплодернізації громадських будівель для внутрішньо переміщених осіб в селищі Меджибіж Хмельницької області з врахуванням сучасних енерго-екологічних вимог.

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської роботи є дослідження технологій сучасного стану виробництва та використання автоклавних

бетонів в сучасному будівництві житлових та громадських будівлях, для внутрішньо переміщених осіб.

Задачі дослідження:

- дослідження сучасного стану будівництва житла та його енергетичного забезпечення;
- іноваційні підходи до проектування і будівництва житла з використанням сучасних енергоефективних матеріалів та виробів з автоклавних бетонів;
- технологія виробництва та використання конструкційно-теплоізоляційних і теплоізоляційних газобетонів при будівництві житлових будинків;
- розробка технології виробництва та використання енергоефективних інноваційних матеріалів при проектуванні і будівництві сучасних будівель.

Об'єкт дослідження. Підвищення енергоефективності сучасного будівництва та забезпечення його екологічної безпеки з використанням новітніх енерго-ефективних матеріалів.

Предмет дослідження. Будівельні процеси з використанням новітніх енергоефективних матеріалів у будівлях і спорудах.

Методи дослідження – використані сучасні методи та рекомендації нормативних документів України, рекомендацій міжнародних стандартів, що використовуються в країнах ЄС.

Наукова новизна: у роботі дістали подальший розвиток методи технологічні рішення зменшення енергомісткості виробництва автоклавного газобетону оптимізації проектування огорожувальних конструкцій з використанням ефективних АГБ.

Практична цінність роботи: Запропоновані технічні рішення які забезпечують економію енергії на стадії виробництва газобетону та його експлуатації, що сприяють зменшення викидів парникових газів.

Апробація результатів. Матеріали магістерської роботи доповідались на LIII Всеукраїнські науково-технічні конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету НТКП ВНТУ (2024).

1. Сердюк В. Р., Рудик С. В., Гоголь С.В. Використання традиційних та інноваційних теплоізоляційних матеріалів для утеплення стін житлових і громадських будівель. Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». ВНТУ. Том 4. 2024 №2.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ В УКРАЇНИ

1.1 Наслідки та проблемні питання відновлення будівельних об'єктів зруйнованих в результаті війни

Станом на кінець травня 2023 року окупанти завдали понад \$54 млрд прямих збитків житловому фонду України, обстріли продовжуються. Так постраждало 18,6 тис. осель, з них: 13,2 тис пошкоджено, та 5,4 тис зруйновані повністю. Внаслідок підриву Каховської ГЕС 6 червня 2023 року лише у 4 населених пунктах лівобережної Херсонщини були повністю або частково затоплені - щонайменше 19 тис. будинків. Потреби у відбудові та відновленні складають близько \$68 млрд.

При цьому слід зазначити, що статистика руйнувань постійно міняється та уточнюється. Відновлення житлового фонду потребує не тільки ремонту будівель, прибудинкової території але і компенсації за втрачене майно, а відновлене житло має відповідати нормативним вимогам терміного опору огорожувальних констукцій відповідно до нормативних вимог.

Указом Президента України 21 квітня 2022 року була створена Національна рада з відновлення України від наслідків війни. За 3 місяці національна рада підготувала проект Плану відновлення розрахований до 2032 року. В ньому передбачений комплекс заходів для максимально повної компенсації втрат, які понесло населення.

В табл. 1.1 приведена статистика оцінки втрат житлового фонду станом на початок 2024 року[1].

При цьому для розміщення внутрішньо переміщених осіб (ВПО) широко використовувалась термомодернізація застарілих громадських будівель. інтеграції України до ЄС. Ключові сектори, які будуть пріоритетними для інвестування у 2024-2027 роках та мають найбільший потенціал для зростання України: енергетичний сектор; будівництво,

транспорт і логістика для експорту; агропродовольчий сектор; критичні матеріали; ІТ та діджиталізація; зелений перехід і охорона довкілля; переробна промисловість включно з «зеленою» металургією.

Згідно з даними Світового банку, лише за рік частка населення, яка живе за межею бідності, зросла з 18% до 60%, а рівень бідності за глобальною межею бідності (\$6,85 на день) зріс з 5,5% до 25%. Матеріальні збитки оцінюються приблизно у 140 млрд доларів. Світовий банк вказує, що вартість інфраструктурної та економічної реконструкції становитиме щонайменше 410 млрд доларів – це удвічі більше ВВП України до російської агресії.

Таблиця 1.1 Оцінка прямих втрат житлового фонду.

Сектор	Пошкодження	Потреби
Житло громадян	50,4	68,6
Освіта і наука	4,4	10,7
Охорона здоров'я	2,5	16,4
Соціальний захист і засоби до існування	0,2	41,8
Культура і туризм	2,6	6,9
Енергетика і добувні галузі	10,6	47,0
Транспорт	35,7	92,1
Телекомунікації та цифрові технології	1,6	4,5
Водопостачання і очищення води	2,2	7,1
Муніципальні послуги	2,4	5,7
Сільське господарство	8,7	29,7
Промисловість і торгівля	10,9	23,2
Іригація, управління водними ресурсами	0,4	8,9
Фінанси і банківська справа	0,0	6,8
Охорона довкілля і ліси	1,5	1,5
Державне управління	0,3	0,6
Розмінування	-	37,6
Інші	0,3	1,5
Всього	134,7	410,6

Джерело: The World Bank, the Government of Ukraine, the European Union, the United Nations. «Rapid Damage and Needs Assessment».

Через війну в 2022 році ВВП України скоротився майже на 30%, після агресії росії 2014-2015 років падіння склало 15,8 %а 13,5 млн. осіб змушені були покинути свої домівки.

В табл. 1.2 приведені розміри збитків від військових дій станом на 24.02.2023 року. При цьому руйнація житлового фонду продовжується і по сьогодні.

У травні 2023 року був запущений Проект по наданню громадянам компенсації для відновлення пошкодженого житла - проект «Відновлення». Перший етап проекту – компенсація для проведення легких ремонтів. На сьогодні виплачено близько півтора мільярди гривень для 16 000 родин. Також, у липні 2023 було розпочато реалізацію наступного етапу програми – надання компенсацій за знищене житло. В (табл. 1.2). наводиться інформація про збитки від війни, які постійно зростають

В Україні прийняте рішення про розширення співробітництво з модернізації житлової та містобудівної політики, перепечено максимально використати передовий світовий досвід щодо розробки законодавства, та вдосконалення регулювання.

Таблиця 1.2 Загальна оцінка прямих збитків інфраструктури станом на початок 2024 року млрд.

Види втрат	Одиниця кількості	Первісна кількість об'єктів	Кількість пошкоджених об'єктів	Оцінка втрат, млрд дол. США
Зруйновано				
Багатоквартирні будинки	од.	180 003	6 862	27,97
Індивідуальні будинки	од.	9 163 897	68 693	5,07
Гуртожитки	од.	7 114	135	0,33
Пошкоджено				
Багатоквартирні будинки	од.	180 003	19 276	21,26
Індивідуальні будинки	од.	9 163 897	118 480	3,01
Гуртожитки	од.	7 114	390	0,27
Пошкоджено та зруйновано внаслідок аварії на Каховській ГЕС				
Багатоквартирні будинки	од.	н.д.	1 001	0,03
Індивідуальні будинки	од.	н.д.	35 426	1,00
Гуртожитки	од.	н.д.	1	0,00
Загальні прямі збитки інфраструктури	х	х	х	58,94

Враховуючи величезні розміри нанесених збитків на урядовому рівні була прийнята низка рішень, які передбачали допомогу потерпілим громадянам. Внутрішньо переміщені особи переміщались в центральні і західні області країни, де місцева влада надавала їм житло, надавала матеріальну допомогу, допомагала з працевлаштуванням. При цьому максимально були використані гуртожитки навчальних закладів.

Наприклад, за даними місцевих органів влади у Львівській області тимчасом проживає майже 0,5 млн. внутрішніх переселенців, Вінницька область прийняла біля 46 тис осіб переважно з Донецької, Харківської областей. Ситуація постійно мінялась.

В Україні діє Державна Програма «єВідновлення» розрахована на тих, людей в яких руйноване житло може бути відновлене. Йдеться про ремонт дахів, заміну вікон та дверей. Жителів регіону зареєструють для надання допомоги. На рис.1.1 приведена динаміка оцінки прямих втрат економіки України через військову агресію. Втрати продовжуються і в 2024 році.

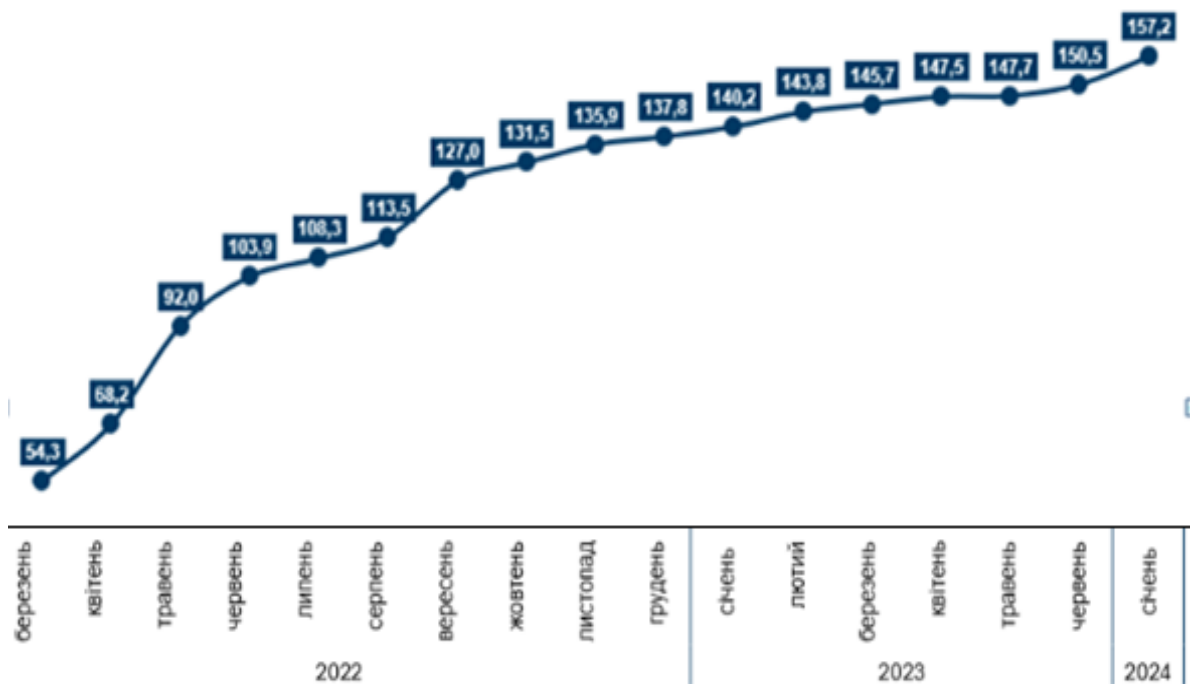


Рисунок 1.1 Динаміка сукупної оцінки прямих втрат економіки України, \$ млрд.

Не менш небезпечними для України являються втрати людських ресурсів. На кінець 2023 року більше 7 млн українців переїхали до Європи та інших країн світу, 1,2 млн українців переїхали до росії і білорусії. Існують ризики, що частина українців може не повернутись назад в Україну.

Ще до російської війни такі країни, як Україна, Болгарія, Молдова, Литва ООН віднесла до найбільш «вимираючих» країн Європи[2]. Саме тому відбудова зруйнованого житла та його доступність сприятимуть поверненню переселенців в Україну.

За опитуванням 80% біженців з України – жінки. Середній вік біженців з України становить 44 роки. Найбільше українських біженців на початок лютого 2024 року було зафіксовано в Німеччині – 1,140 млн осіб, із яких понад млн отримали тимчасовий захист. Польща була лідером по прийому біженців з України у 2022-му, тепер там перебувають 956 тис українців. Загалом під час війни Польща надала притулок 1,6 млн українців.

Фондом народонаселення ООН було проведено опитування ВПО про місце проживання біженців через війну. Результати опитування переміщення наступні: велике місто - 34%; мале місто – 32%; сільська місцевість – 29%; передмістя великого міста - 4%; відмовились відповідати – 1%.

Зруйновано/пошкоджено приватних будиків загальною площею біля 1,9 млн м², які потребують відновлення будівництва та послідуочого утеплення. На рис. 1.2 приведена динаміка чисельності внутрішньо перемішених осіб.

Крім того, Україна залишається найбільш замінованою країною у світі. В країні наразі заміновано понад 100 тис. кв. км території, зокрема угідь сільськогосподарського призначення.

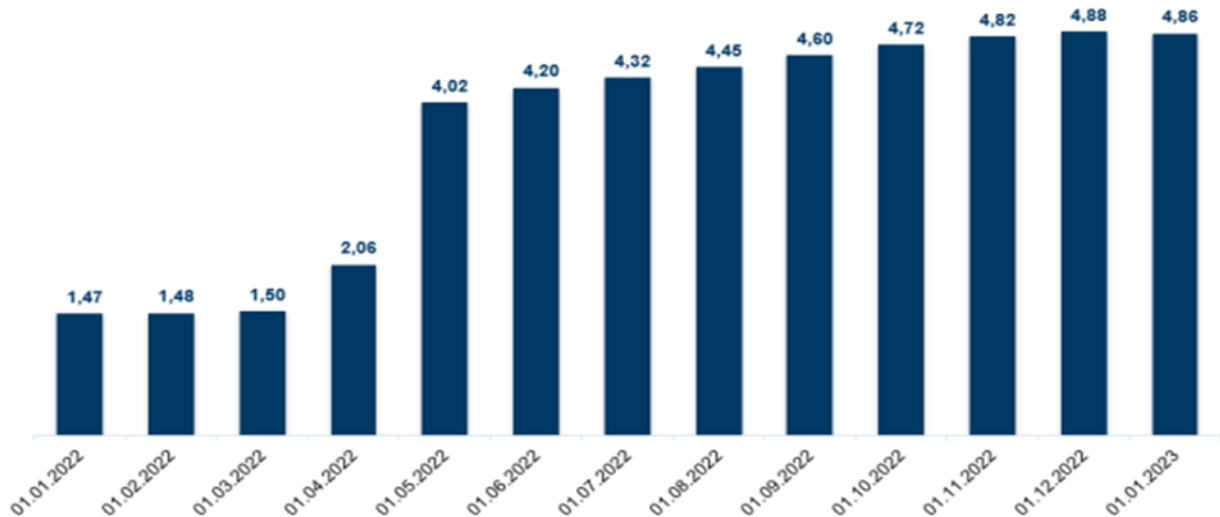


Рисунок 1.2 Динаміка кількості ВПО станом за 2022 рік, млн. осіб.

1.2 Енерго-екологічні вимоги до сучасного будівництва.

Функціонування будівельної галузі безпосередньо впливає на стан економіки, стан довкілля, оскільки ця фондоутворююча галузь являється основним споживачем енергетичних і матеріальних ресурсів, її діяльність провокує велику кількість вхідів [3].

Найбільш дієвим стимулом до енергозбереження в роботі підприємств, утримання житлового фонду є податок на викиди парникових газів та інші відходи. При спалюванні викопних видів палива - вугілля, нафти, газу при виробництві металу, цементу, електричної енергії утворюються парникові гази. До парникових газів відносять: двоокис вуглецю (CO_2), метан (CH_4), закис азоту (N_2O), гідрофторвуглець (ГФВ), перфторвуглець (ПФВ), гексафторид сірки (SF_6) і водяні пари.

МЕА підрахувала, що викиди CO_2 вугільними ТЕС світу становить 0,86–1,4 кг/(кВт · год).

Зміни клімату хвилюють все людство, а для України, за прогнозами фахівців, зміна клімату в майбутньому загрожує потенційним зниженням

урожайності сільськогосподарської продукції до 30% та іншими катаклізмами. Зміни клімату пов'язують саме із діяльністю людини, хоча водночас існує й інша версія, озвучена понад 50 років, яка пов'язує глобальне потепління зі зміною орбіти Землі та осьового нахилу планети.

Згідно з результатами досліджень НАСА та Національного управління океанічних та атмосферних досліджень минуле десятиліття стало найтеплішим за всю історію NASA, NOAA Analyses Reveal 2019 Second Warmest Year on Record [4].

Як видно з рис. 1.3 з 1981 року середня швидкість зростання температури швидко зростала. Щорічно температура суші та океану Підвищувалася температура суші і океану з швидкістю $+0,13^{\circ}\text{F}$ або $+0,07^{\circ}\text{C}$.

Податок на викиди CO_2 в Україні офіційно був введений ще в 2011 році в складі загального податку. Його розмір був практично символічним і він «розтворювався» в бюджеті країни і не спрямовувався на енергозбереження та екологію. З 1 січня 2019 року за пропозицією ЄС ставка податку в Україні зросла у 24,4 рази, до 10 грн за т викидів. В 2020 році ставку збільшили ще в 3 рази - до 30 грн. за т. У середньому цей податок в країнах ЄС становить 50-60 євро за т викидів CO_2 , максимальний розмір податку у Швеції — €140 за 1 т.



Рисунок 1.3. Средньорічні зміни середньої глобальної температури Землі.

Парникові гази поглинають та випромінюють радіацію у тому ж інфрачервоному діапазоні, що й поверхня Землі, атмосфера та хмари. Найважливішу роль під час створення парникового ефекту виконують водяні пари (H_2O), на другому місці стоїть CO_2 , далі слідує метан (CH_4), (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 Коефіцієнти викидів CO_2 при спалюванні т палива.

Види палива	Викиди CO_2	Види палива	Викиди CO_2
Природний газ	1,85 т CO_2 /(тис. м^3)	Камяне вугілля	2,7–2,8 т CO_2 /т,
Торф	~1,5 т CO_2 /т	Паливний мазут	3,1 т CO_2 /т
Автомобільний бензин	3,0 т CO_2 /т	Дизельное паливо	15 т CO_2 /т або 2,6–2,8 кг CO_2 /л
Авіаційний керосин	3,0 т CO_2 /т або 2,1–2,3 кг CO_2 /л	Древесное топливо	Викиди рівні нулю

Примітка* При спалюванні деревини і рослинних відходів викиди CO_2 приймаються рівними нулю, оскільки CO_2 бул раніше був поглинений з атмосфери в процесі росту рослини.

Відповідно до чинного законодавства платниками податку за викиди CO_2 в Україні будуть стануть ті компанії, які викидують більше 500 т в рік. Цей податок буде направлятись до державного бюджету і заходи на енергозбереження 50 на 50% Передбачається, що 50 % податку за викиди парникових газів в Україні буде спрямовуватись на підтримку енергозбереження, декарбонізацію, а решта будить спрямовані до державного бюджету. За індексом «зеленої економіки» Україна займає 120 місце.

В 2019 році Україна продовжувала скорочувати викиди CO_2 , вони склали 196 млн т, в 2018-му вони були на рівні 203 млн т, а у 1990 році — 783 млн т, а на душу населення в 2020 вони становили 4,5 т, проти 15 т в в 1990 році.

Саме тому зруйновані під час війни вугільні електростанції Україна не буде відновлювати. За електроенергетичним сектором найбільшим емітентом парникових газів в атмосферу є цементна промисловість.

Вартість комунальних послуг зростає щороку, а через погану якість будівель, відносно великий відсоток енергії тепла вивітрюється назовні. В

червні 2023 року зросли тарифи на електроенергію, в червні 2024 року відбулось чергове зростання вартості електроенергії

Теплоізоляційні властивості будинку закладаються ще на етапі будівництва, більшість людей сьогодні живуть у будівлях побудови 60-80 років, термічний опір стін в яких менше $1 \text{ м}_2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$. Такі будинки давно потребують негайної тепло модернізації. В табл. 1.4 приведені показники термічного опору «оболонки» будинків та темпи їх зростання.

В Україні з великим запізненням впроваджуються більш прогресивні нормативні вимоги щодо «оболонки» термічного опору будинків. При цьому слід зазначити, що існуючий житловий фонд постійно зазнає руйнувань, їх статистика постійно міняється та уточнюється, але обстріли продовжуються, гинуть люди та продовжуються руйнування.

Повернення зруйнованого житла до попереднього стану, вимагає додаткових витрат на: поточний і капітальний ремонт, нове будівництво і ремонт і прибудинкових територій, витрат на меблі, побутової техніки, та інше. При цьому відновлені будинки мають враховувати вимоги ДБН щодо збереження тепла.

У відсотковому відношенні найбільші втрати тепла приходяться на оболонку будівель (стін, вікон, входних дверей, покрівля, підлога).

На основі аналізу даних з різних наукових джерел витрати тепла у середньому складають складові:

- стіни – 30-40%;
- вікна – 20-30%;
- втрати тепла через конструкції перекриття – 4-6%;
- втрати тепла через дах – 6-15%;
- втрати тепла через фундамент і цоколь – 3-5%.

Влада планує підвищити енергоефективність житлових будинків, збудувати нові та відремонтувати пошкоджені домівки, частину громадських будівель використати для потреб житла ВПО. Крім цього, будуть модернізовані системи водопостачання, водовідведення та опалення,

відбудеться локалізація виробництва скла, вікон, яке в останні роки не вироблялось в Україні, а імпортувалось переважно з білорусії.

Таблиця 1.4 – Порівняльні показники термічного опору огорожувальних конструкцій з введенням нових ДБН В.2.6-31:2021.

	Вид огорожувальної конструкції		Значення R_{min} , $m^2 \cdot K / Bt$ для температурної зони	
			I	II
1	Зовнішні стіни		4,0 (3,3)*	3,5 (2,8)
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям		7,0 (6,0)	6,0 (5,5)
3	Покриття опалювальних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу, застелених балконів та лоджій, горищні перекриття неопалювальних горищ		6,0 (4,95)	5,5 (4,5)
4	Перекриття, що межують з зовнішнім повітрям, та над неопалювальними підвалами		5,0 (3,75)	4,0 (3,3)
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції для зовнішніх огорожень приміщень із коефіцієнтом скління	$m_{ск.пр} \leq 0,3$	0,75 (0,75)	0,6 (0,6)
		$0,3 < m_{ск.пр} \leq 0,5$	0,9 (0,75)	0,75 (0,6)
		$0,5 < m_{ск.пр} \leq 0,8$	1,10 (0,75)	0,95 (0,6)
		$m_{ск.пр} > 0,8$	1,3 (0,75)	1,2 (0,6)
6	Зенітні ліхтарі		0,8 (-)	0,7 (-)
7	Зовнішні двері		0,75 (0,6)	0,6 (0,5)

Примітка* В скобках приведені показники попередніх відмінених ДБН В.2.6-31:2016.

В результаті обстрілів будівель і руйнувань утворюється велика кількість будівельних відходів. Будівельні відходи мають повторно використовуватись за прямим призначенням у новому будівництві або додатково перероблятись і використовуватись, як вторинна перероблена сировина в іншому виробництві.

За даними Євростату, будівельні відходи складають майже третину відходів в країнах ЄС, здебільшого це ґрунт, бетон, цегла, скло, деревина, гіпсокартон, азбест, метали, пластмаси та ін. В загальній структурі

будівельних відходів приблизно 52 % становить бетон та залізобетон. Наприклад, у Нідерландах повторно використовується близько 90% будівельного сміття.

В 2020 році Європейська Комісія прийняла план є скорочення споживання в ЄС та подвоєння повторного використання побочних ресурсів у найближчі десятиліття і не тільки будівельного сектору економіки що одночасно сприятиме економічному зростанню.

Особливо великої уваги заслуговує питання утилізації відходів кровельних матеріалів. Азбестоцементні кровельні листи (шифер) багато десятиліть являється найбільш поширеним кровельним матеріалом в Україні.

1.3 Проблемні питання утилізації азбестоцементних відходів.

В процесі руйнування громадських об'єктів освіти, науки та охорони здоров'я, культурних споруд, спортивних об'єктів та індивідуальних приватних будинків, утворюються азбестоцементні відходи, які зазвичай називаються шифером – шифером покрита велика кількість застарілих громадських і житлових будинків, які зазнають руйнування покрівель.

Відмова від хризотилового азбесту – одне із зобов'язань України перед ЄС. У Євросоюзі давно відмовилися від азбесту. Це питання регулює директива Ради ЄС 2009/148/ЄС. Азбест – особливий мінерал, при його збільшенні він виглядає як тоні нитки. Міцність азбестових волокон на розрив перевищує міцність сталі.

Відмову від азбесту регламентує директива Ради ЄС 2009/148/ЄС.

Тривалий час азбест використовувався у багатьох сферах, економіки: будівельні матеріали, автомобільна галузь, хімічна промисловість, авіація, текстильна промисловість.

Найбільші родовища хризотилового азбесту розташовані в росії, Казахстані та Канаді. Хризотил-азбест ($3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) - гідросилікат

магнію (табл. 1.5) Його хімічний склад близький до складу такого відомого мінерала, як тальк, тобто, це силікат магнію і з хімічної точки зору є поширеними і нешкідливим для людини та тварин, але має інші особливості на які давно звернули увагу. Потрапивши в організм людини, волокна азбесту не розсмоктуються, а залишаються там і дають поштовх до розвитку запального процесу.

Таблиця 1.5 Химический состав хризотил-асбеста.

Оксид	SiO ₂	MgO	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O+K ₂ O
Вміст, %	43-49	39-42	1-2	1-2	< 1	< 1	сліди

Професійне захворювання, пов'язане з азбестовим пилом, отримало назву "Азбестоз". Важається, що у людини, яка страждає на азбестоз, ризик захворіти на рак легень у 5 разів вищий, ніж у решти людей.

Азбест заборонений у 70-ти країнах, включно в країнами ЄС. Йдеться про азбест, який міститься у шифері, трубах, різноманітних прокладках та матеріалах. Хоча науковці доводять, що не всі форми азбесту є канцерогенами і кожен контакт з ним має ризики для людини. Небезпека, спричинена впливом хризотилового азбесту, підтверджена Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ).

З азбестом пов'язана низка хвороб: фіброз легень, мезотеліома, рак легень, гортані та яєчника. Щорічно від впливу шкідливих волокон азбесту у світі гине спонад 100 тис людей.

У 2017 році Міністерство охорони здоров'я видало наказ №339, яким були затверджені нові державні санітарні норми і правила в частині впливу азбесту на працівників. Документ забороняв виробництво та використання азбесту. Цей наказ не набрав чинності і його було скасовано Міністерством юстиції.

Хоча у законопроекті № 4142 заборона безпосередньо не встановлює зобов'язання обов'язкової заміни шиферної покрівлі на інші матеріали, але

якщо держава визнає шифер настільки «небезпечним» матеріалом, що його не можна буде використати, тому має бути відповідь щодо що дій з існуючими покрівлями в країні.

Після завершення війни влада буде вимушена видаляти шифер приймати рішення відповідні рішення, які не суперечать вимогам ЄС. У разі визнання шиферу небезпечним матеріалом зміниться і його клас небезпеки (з 4 на 1), що приведе до потенційних витрат на його утилізацію. На сьогодні бій шиферу належить до 4 класу (малонебезпечний) є будівельним сміттям, яке не вимагає дорогого поховання на спецполігонах.

Дослідники вказують, що фіброцементні листи з ПВА-целюлози та поліпропілен-целюлози коштують усього на 10–12 % дорожче. Міжнародним бюро праці розроблено «Зведення правил з охорони праці під час використання азбесту» (1984 р.), прийнято конвенцію Міжнародної організації праці (МОП) № 162 «Про охорону праці під час використання азбесту» (1986 р.), «Рекомендація 1986 року про азбест» (№ 172, МОП), а також Резолюція МОП щодо азбесту (2006 р.).

Отримавши статус країни-кандидата до вступу в ЄС Україна має адаптувати власну нормативну базу до вимог ЄС та дотримуватись діючих вимог ЄС. В Україні прийнятий закон який передбачає введення заборони на використання небезпечного матеріалу. Стаття 27 закону забороняє виробляти і використовувати азбест у будь-яких технологічних процесах та будівництві.

Група Світового банку активізує свої дії, спрямовані на недопущення використання азбесту в об'єктах інфраструктури, що будуються, і при наданні допомоги у ліквідації наслідків стихійних лих. У 2007 році опублікований «Загальний посібник з охорони навколишнього середовища, здоров'я та праці», в якому вказані вимоги і правила, які необхідно дотримуватись при використанні азбестовмісних матеріалів при будівництві нових та реконструкції існуючих об'єктів інфраструктури [5]. В

2009 році Світовий банк видав методичну записку – Good Practice Note: Asbestos: Occupational and Community Health Issues [6].

1.4 Висновки за 1 розділом

Війна, розв’язана росією, нанесла колосальні збитків економіці України. Відбулось руйнування житлового фонду, промислових підприємств, енергетичної інфраструктури, доріг, мостів. Зі Сходу країни біля 9 млн осіб перемістились за межі країни та в західну частину України. Станом на червень 2023 року сумарна площа пошкоджених об’єктів - 87 млн м², які складають 8,6 % від загальної площі житлового фонду України. Україна втратила 50% електрогенеруючих потужностей.

В багатьох джерелах називається цифра 80–90% будівель збудованих в Україні до 1991 року що не відповідають сучасним вимогам до енергоефективності. Та дотримання правил «Про безпеку і захист працівників від шкідливого впливу азбесту та матеріалів і виробів, що містять азбест».

Проблематичність відбудови зруйнованого житла ускладнюється великою енергоемністю утримання застарілого житлового фонду, відмовою України від імпорту природного газу з 2024 року, втратою 50% електрогенеруючих потужностей, необхідністю обов’язкового утеплення побудованих раніше будівель.

РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАХОДИ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЗАСТАРІЛОГО ЖИТЛОВОГО ФОНДУ

2.1 Організація виконання теплоізоляційних робіт при утепленні житлових і громадських будівель.

Кабінет міністрів України в грудні 2023 року прийняв Розпорядження №1228-р «Деякі питання стратегічного розвитку енергетичної ефективності будівель». Державним замовником Програми визнано Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури, яке кожні 5 років починаючи з 2027 року має контролювати її реалізацію.

Проблема утримання існуючого житлового фонду ускладнилась з початком військової агресії. На початок 2022 року за даними Мінрегіону середня вартість проекту ермомодернізації багатоквартирного будинку, становила близько 8 млн. грн., а на кінець року вона зросла на 50%, станом на 2024 рік вона ще більше зросте.

Середня ставка за банківськими кредитами у 15% і більше робить кредитування виконання теплоізоляційних робіт практично не прийнятним. Хоча будівництво нового житла, термомодернізація застарілого житлового фонду, енергозатратність його утримання являються надзвичайно важливою проблемою розвитку економіки для України.

Україна прийняла на себе міжнародні обов'язання щодо зменшення викидів парникових газів і одна з перших в світі прийняла Закон України від 14.07.2016 «Про ратифікацію Паризької угоди», прийняті інші урядові постанови у тому числі зросли податки на викиди CO₂.

У багатьох регіонах країни експлуатується житло, вік якого наближається до 100 років. Безумовно воно постійно модернізується та вдосконалюється [7]. Станом на 2020 рік за даними державної служби статистики 88,3% сімей домогосподарств проживало в житлі, яке збудоване до 1991 року (у міських поселеннях – 88,2%).

За даними [8] в Україні у 60 – 80-х роках ХХ століття будівництво здійснювалось за типовими проектами (5-поверхові житлові будинки). Основним стіновим матеріалом служив керамзитобетон, глиняна цегла, всі вони потребують утеплення. Майже 80% з них це будинки 3-х найбільш розповсюджених серій – 438-ї, 464-ї, 480-ї. Загальна кількість будинків, побудованих індустріальним способом в 60-і і послідуючі роки минулого століття за проектами перших масових серій, перевищує 25,5тис. з загальною площею майже 72 млн. м², з них 47 – панельних, 50 – цегляних і 3% – великоблочних будинків (рис. 2.1).

Потенціал економії енергетичних ресурсів, на думку багатьох фахівців, в утриманні застарілих житлових і громадських будівель становить 50 – 65 %..

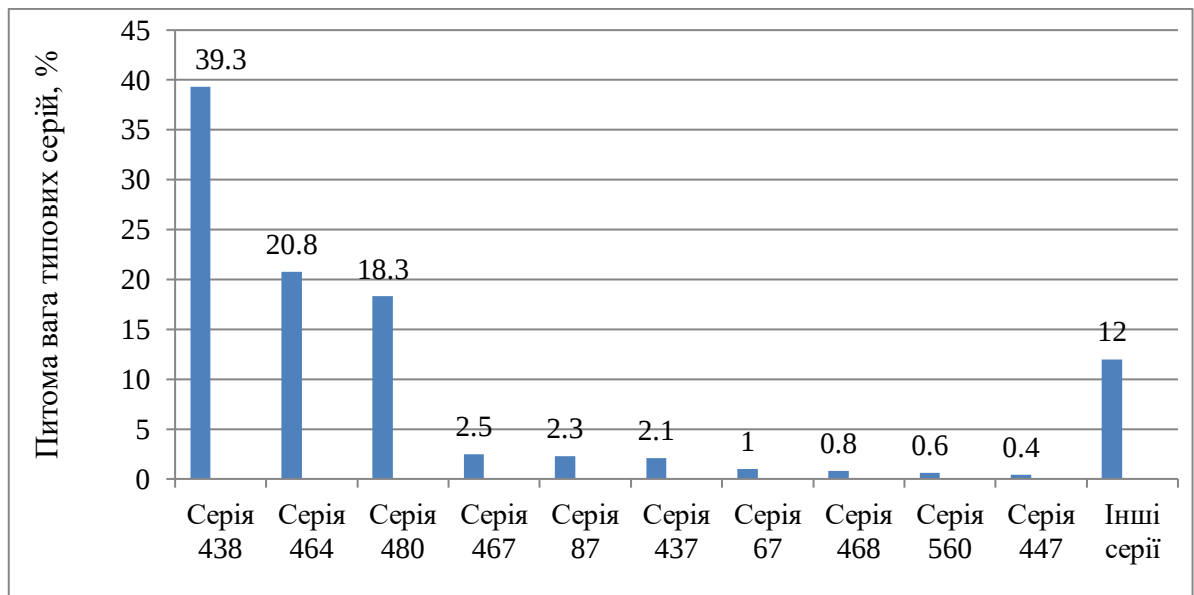


Рисунок 2.1. Питома вага серій типових будинків.

Існує декілька підходів використання застарілого житлового фонду – зносити це житло, будувати нове, модернізувати старе. Більшість країн світу віддають перевагу термомодернізації застарілого житлового фонду. В більшості європейських країн з такими ж кліматичними умовами, як в Україні, показник термічного опору стін становить 5,5–5,8 (м² · К) / Вт.

Станом на до 1 січня 2021 року за даними Держстату, загальна площа житлових приміщень в Україні становила 1,014 млрд. м². На аварійне житло прийшлося 1,01 млн. м² або 17,2 тис. одиниць. Тривалий час відносні обсяги будівництва нового житла в Україні тримаються в межах 0,17–0,24 м² / люд. в рік, при прийнятих ООН міжнародних стандартах будівництва – приблизно 1 м² / люд. в рік.

ООН передбачає мінімальну норму забезпечення населення житлом - це не менше 30 м² на людину. За даними офіційної статистики станом на довоєнний 2021 рік на одну людину в Україні приходилось 24,2 м² житлової площі.

В [41] в табл. 2.1 приведені дані показників термічного опору огорожувальних конструкцій стін в залежності від виду стінових матеріалів і товщини стіни.

Таблиця 2.1. Характеристика огорожувальних конструкцій зовнішніх стін житлових будинків 1960 – 1990 рр. забудови.

Вид стінового матеріалу	Товщина стіни, мм	Термічний опір теплопередачі, стін м ² · К / Вт
Зовнішні стіни з легкого бетону	300	0,74
	350	0,83
Тришарові панелі з ефективним утеплювачем	300	0,80
	350	0,90
Двошарові панелі	350	0,70
Ніздрюватий бетон	250	0,73
	300	0,84
Цегла керамічна, цегла силікатна густиною 1400-1650 кг / м ³	380	0,78
	510	1,00
Цегла керамічна, цегла силікатна густиною більше 1650 кг / м ³	380	0,63
	510	0,79
Полегшене цегляне мурування густиною менше 1400 кг / м ³	380	0,89

Поширений вид реконструкції та термомодернізації існуючого житла, це не тільки влаштування утеплення стін, заміну вікон і суміщеної покрівлі, але і надбудову мансардних поверхів. Це досягається шляхом застосування об'ємного, та не з'єданого з будинком, сталевого рамного каркасу, який встановлюється на буронабивні пальові фундаменти, розташовані по обидві поздовжні сторони будинку.(рис. 2.2). Він передбачає спирання надбудови на окремі спеціальні фундаменти, але цей метод не може бути масовим [9].

Найбільш поширений варіант утеплення існуючих будинків передбачає односну добудову 1-2 поверхів без втручання в роботу фундаментів [39].



Рисунок 2.2 Фрагмент утеплення будинку з прибудовою.

На рис. 2. 3. приведені фрагменти утеплення будинків (А і Б) з надбудовою додаткових поверхів. При цьому одночасно утепляється будівля та отримується до 20% додаткової житлової площі.



Рисунок 2.3. Утеплення та надбудови будинків з отриманням додаткової житлової площі.

Україна робила декілька спроб утеплення застарілого житла. В 1999 році була прийнята Постанова КМУ № 820 «Про заходи щодо реконструкції житлових будинків перших масових серій», яка передбачала проведення в 1999–2001 роках експериментальної реконструкції житлових будинків перших масових серій.

Національна програма реформування та розвитку житлово-комунального господарства на 2009-2014 роки передбачала реалізацію низки заходів у сфері утримання будинків, споруд та прилеглих територіях, включаючи реконструкцію застарілого житлового фонду.

Закон України «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду» був прийнятий в 2006 році. Бюджетні кошти мали спрямовуватись на використання реалізації інвестиційних проектів з реконструкції та капітального ремонту житлового фонду, систем централізованого теплопостачання, водопостачання та каналізації.

Протягом послідовних 15 років цей Закон не запрацював через низку непередбачених і до кінця не узгоджених, закладених в ньому положень. Зокрема, передбачалась згода 100% мешканців на реконструкцію або знесення застарілого житла, жителям, які мали відселялись, гарантувалось отримання площі в 1,5 рази більше площі старого житла, що було не прийнятним ще на стадії прийняття закону. Очевидно мала місце лише імітація діяльності галузевого міністерства.

В новому Законі України «Про внесення змін до деяких законів України щодо створення умов для запровадження комплексної термомодернізації будівель», що був прийнятий через 15 років були внесені суттєві зміни.

На рис. 2. 4 приведені інші закони, в які були внесені відповідні зміни і які мали послужили нормативно-правовою основою для проведення масштабної реалізації термомодернізації застарілих будинків.

У жовтні місяці 2021 року був прийнятий новий рамковий закон «Про енергетичну ефективність» на виконання Україною міжнародних

зобов'язань, він є рамковим, імплементує 27-у Директиву ЄС і її цілі стимулювати енергоефективність у всіх секторах економіки.

В установленому Законом порядку інвестор-забудовник має здійснювати заходи спрямовані на утилізацію відходів, вивезенню їх для повторного використання і виробництва нових будівельних матеріалів.

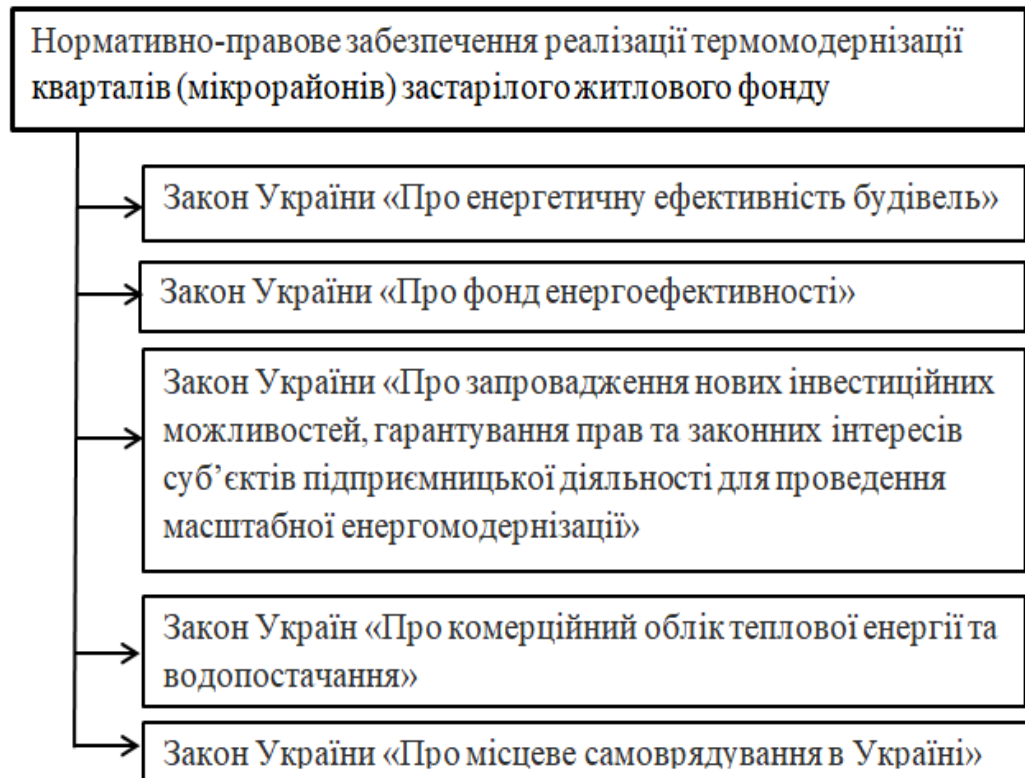


Рисунок. 2.4 Законодавчі документи, що сприяють термомодернізації житлового фонду.

В новому Законі для термомодернізації будівель передбачено голосування жильців які займають не менше 75% площі, розмір коефіцієнта відшкодування мають вирішувати місцеві органи самоврядування, які приймають рішення про знесення будинку, було передбачено зменшення площі квартири і докуповуючи надлишкові метри, передбачалась можливість використання бюджетних коштів та коштів місцевих бюджетів, інвесторів-забудовників, підприємств та організацій. При цьому передавалась реконструкція і об'єктів соціально-транспортної інфраструктури кварталу - дитячих садків, шкіл, медичних закладів, доріг.

При комплексній реконструкції кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду передбачене за згодою жильців надання їм іншого житла або грошової компенсації.

Продовжується робота над проектом Стратегії термомодернізації будівель до 2050 року та Державної цільової програми до 2030 року. На вимогу ЄС передбачена імплементація нових положень Директиви 2010/31/EU щодо енергоефективності будівель.

Наслідком реалізації низки заходів і планів передбачалось скорочення первинного споживання енергії на 22,3%, а кінцевого – на 17,1%.

Нормативні вимоги термічного опору «оболонки» будинків постійно «наздоганяли» аналогічні показники країн ЄС тому існує необхідність підняти вимоги українських стандартів до рівня європейських стандартів і перейти від класу енергоефективності будівель «С» до класу «В» при новому будівництві житла і житла, в якому проводиться термомодернізація.

Повноцінна ефективна термомодернізація будинку можлива за умов наявності маневреного житлового фонду. Мешканці можуть переселятись в інший будинок на постійній основі, або ж тимчасово оселятись в квартирах маневреного фонду. У них залишається право повернутися до своєї квартири після реконструкції, або отримання за неї компенсації чи продати її забудовнику, купивши або продавши додаткову площу. В європейських країнах опрацьовані технології утеплення фасадів, та будинків без відселення жильців.

Сучасні теплоізоляційні матеріали (пінополістирол, базальтова вата, мінеральна вата, піноскло, юнізол, піноізол, ніздрюватий бетон, пінополіуретан, та інші), мають приблизно рівну теплопровідність, в межах $0,04 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Але за своїми фізико-механічними та експлуатаційними властивостям вони суттєво різняться. Це стосується горючості, міцності, морозостійкості, екологічності, капілярного підсмоктування, водопоглинання, тощо. Перевага віддається дешевому пінополістиролу, до

складу якого вводяться добавки антипіренів для зменшення його горючості, та мінеральні та шлакові ваті.

При виборі технологічно-конструктивних рішень утеплення зовнішніх стін може бути використаний багатий зарубіжний досвід утеплення.

За заявою Уряду в 2022 році на утеплення житлових будинків з урахуванням допомоги донорських організацій планувалось виділити понад 5 млрд. грн. Фонд енергоефективності розпочав прийом заявок від ОСББ з 2 серпня 2021 року в онлайн-форматі на участь у програмі «Енергодім». На початок 2022 року були підготовлені організаційно-фінансові заходи масштабного вирішення проблеми термомодернізації застарілого житла. Уряд прогнозував до 2024 року залучити 300 млрд. грн. для утеплення житлового фонду країни. Частина цих коштів була спрямовані на будівництво доріг.

Одним з варіантів термомодернізації є збереження поверховості будинку, (рис. 2.5, варіант А). Він передбачає надбудову одного поверху. Заслуговує уваги німецький досвід термомодернізації застарілих малоповерхових будинків, який передбачає демонтаж окремих квартир на верхньому поверсі .

В Україні назріла необхідність переходу від класу енергоефективності «С» до класу «В» та впровадження власних зелених стандартів.



Варіант А. Збереження поверховості



Варіант Б. Надбудова поверху

Рисунок 2. 5. Зовнішній вигляд термомодернізованих будинків зі збереженням поверховості (варіант А) та зміною поверховості[9].

Державні Програми щодо відновлення та утеплення застарілого житлового фонду, що приймалися протягом всіх років незалежності країни не могли бути реалізовані без відсутності дієвої державної підтримки, низьку платоспроможність населення та високу вартість запозичених коштів.

Як відомо, Стандарт ООН передбачає мінімальну забезпеченість не менше 30 м²/людину. В Україні цей показник станом на 2021 рік в рази менше ніж в розвинених країнах і становить лише 24,2 м².

2.2 Енергетична сертифікація будівель.

Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» від 22.06.2017 р. № 2118-VIII визначає правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на зменшення споживання енергії у будівлях.

Під дію закону підпадають не всі житлові будинки. Обовязкова енергетична сертифікація проводиться для об'єктів з середніми (СС2) і значними (СС3) наслідками, будівлі державної власності з опалюваною площею понад 250 м² які часто відвідують громадяни і у всіх приміщеннях яких розташовані органи державної влади, будівлі з опалювальною площею понад 250 м² в яких розташовані органи місцевого самоврядування та в будівлях в яких передбачене державне фінансування.

На рис. 2.6 приведений зразок енергетичного сертифіката в якому міститься інформація енергетичної ефективності встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель та надаються

рекомендації з технічно та економічним обґрунтованими для зростання рівня енергетичної ефективності будівлі (рис. 2.6).

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ																							
Адреса (місцезнаходження) будівлі:																							
Функціональне призначення та назва:																							
Відомості про конструкцію будівлі:																							
опалювана площа, м ² :		опалюваний об'єм, м ³ :																					
кількість поверхів:		рік прийняття в експлуатацію:																					
Шкала класів енергетичної ефективності			Клас енергетичної ефективності																				
Високий рівень енергоефективності A B C D E F G Низький рівень енергоефективності																							
Питоме споживання енергії на опалення, гаряче водопостачання, охолодження будівлі																							
Питоме споживання первинної енергії, кВт х год/м ² за рік																							
<table border="1"> <tr> <td>0</td><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>60</td><td>70</td><td>80</td><td>>90</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>50</td><td>100</td><td>150</td><td>200</td><td>250</td><td>300</td><td>350</td><td>400</td><td>>450</td> </tr> </table>				0	10	20	30	40	50	60	70	80	>90	0	50	100	150	200	250	300	350	400	>450
0	10	20	30	40	50	60	70	80	>90														
0	50	100	150	200	250	300	350	400	>450														
Питомі викиди парникових газів, кг/м ² за рік:																							
Серія та номер кваліфікаційного атестата енергоаудитора																							

Рисунок 2.6 Енергетичний сертифікат будівлі.

Порядок проведення сертифікації енергетичної ефективності та енергетичного аудиту будівель враховує вимоги законодавства ЄС, Енергетичного Співтовариства і є гармонізованим до європейських стандартів у сфері енергетичної ефективності будівель.

Доступ до енергетичних сертифікатів є відкритим та безоплатним через портал Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва. Його

виготовляє енергоаудитор. Особи, які мають намір провадити діяльність із сертифікації енергетичної ефективності, енергетичного аудиту будівель та обстеження технічних установок, проводиться кваліфікаційними центрами, акредитованими Національним агентством кваліфікацій. Відомості зокрема про такі кваліфікаційні центри розміщуються на сайті Національного агентства кваліфікацій (НАНЦ).

НАНЦ проводить спеціальну підготовку за двома програмами: модуль Е «Договірні відносини у сфері будівництва» та модуль А «Будівлі і споруди житлово-громадського та виробничого призначення».

До будівель, які часто відвідуються громадянами віднесено будівлі органів державного та місцевого управління, бібліотеки, книгосховища, будівлі навчальних закладів тощо. Тож для таких будівель сертифікація енергетичної ефективності є обов'язковою. Сертифікація енергетичної ефективності будівель проводиться відповідно до прийнятого порядку.

Розрахунки показників енергетичної ефективності будівель виконуються з використанням проектної документації на будівлю відповідно до чинних нормативних документів. При відсутності проектної документації відповідні дані визначаються за результатами дослідженого стану будівлі.

2.3 Перспективи впровадження «зелених» стандартів.

Досить часто плутають поняття «сертифікат відповідності» і «сертифікат якості», вважаючи їх одним і тим же. Насправді це 2 різні документи. Готовий бланк сертифіката відповідності видає акредитований орган по сертифікації. Його можна отримати на продукцію вітчизняного або імпортного виробництва. У першому випадку він підтверджує вимоги ДСТУ, ТУ або ін. Термін дії цього документа в межах 1-3 років.

В будівельній галузі діє енергетична сертифікація. Сертифікат енергетичної ефективності являється продуктом аудиту будівлі.

Енергетичний сертифікат електронний документ встановленої формийкий містить показники та клас енергетичної ефективності будівлі.

«Зелене» будівництво, «зелені» будівлі – це практика будівництва метою якої є зменшення енергетичних, матеріальних ресурсів, зменшення впливу на довкілля протягом усього життєвого циклу будівлі, вибору ділянки до проектування, будівництва, подальшої експлуатації, ремонту та знесення.

Розробка «зелених» стандартів розпочалася у 90-ті роки минулого століття. Нині кількість застосовуваних у міжнародній практиці «зелених» стандартів будівель (на етапах проектування, будівництва та експлуатації) постійно зростає. «Зелені» стандарти спочатку розроблялися з урахуванням національних особливостей і застосовувалися лише в країні – розробника, а пізніше поширювались у всьому світі. Найбільш відомими, домінуючими та успішно застосовуваними є міжнародні системи BREEAM, LEED та DGNB [10].

Понад 20 років тому появився стандарт BREEAM, дещо пізніше виникла перша версія LEED [11]. Вловивши тенденцію, багато країн світу створили власні національні зелені стандарти, серед пострадянських республік це зробила лише росія.

До основних принципів «зеленого будівництва» слід віднести економію та енергоефективність, зменшення використання ресурсів, екологічність, мінімізація впливу на довкілля, зручність та комфорт для людини та інше.

Основною метою «зеленого» будівництва є зменшення впливу на скередовище та людину за рахуноу скорочення загального впливу забудови на навколишнє середовище та здоров'я людини, що досягається за рахунок:

-  ефективного використання енергетичних та водних ресурсів;
-  використання екологічно безпечних будівельних матеріалів;
-  скорочення відходів, шкідливих викидів та інших впливів на навколишнє середовище;

 використання матеріалів з підвищеними показниками енергоефективності

та енергозбереження.

Створення сприятливих умов життєдіяльності людини, забезпечення безпеки, обмеження негативного впливу на довкілля від будівельної діяльності, а також забезпечення раціонального використання та охорони всіх видів природних ресурсів можна добитися шляхом саме використання «зелених стандартів» у будівництві.

«Зелені» норми та стандарти пропонують дії, які запобігають забрудненню та погіршення середовища, а не спрямовані на усунення завданої шкоди. Такий принцип існує у всіх «зелених стандартах» та стає дедалі важливішим.

Деякі країни взяли за основу чужий стандарт, наприклад відомий у світі LEED, випустивши національні версії цієї системи.

Стандарти не передбачають функції наказу до виконання, вони лише проводять індивідуальну оцінку проекту. За кожною категорією проводиться оцінка проекту або будівлі вираховується загальна сума балів і на основі загальної суми балів присвоюється рівень відповідності та видається відповідний сертифікат.

За шкалою з 100 балів сертифікація поділяється на 4 рівні:

1. простий сертифікат видається при отриманні 40-49 балів ;
2. срібний сертифікат видається при отриманні від 50 до 59 балів;
3. золотий сертифікат видається при отриманні 60-79 балів;
4. платиновий сертифікат, самий вищий видається при отриманні 80 балів і вище.

Сертифікація об'єкта за системою «зелених» будівель ініціюють архітектори та інженери проектів у пошуку таких технічних рішень, які мінімізують негативний вплив енергетичних, технологічних факторів на довкілля та людини (рис. 2.7).

Все більше власників будівель в світі хочуть мати сертифікатами систем «зеленого» будівництва.



Рисунок 2.7 – Градація системи LEED.

Стандарт LEED передбачає оцінку якості будівлі по 6 різним напрямам:

1. Будівельний майданчик – місце забудови, що враховує майбутні потреби;
2. Ефективність використання водних ресурсів;
3. Споживання енергії та охорона атмосфери;
4. Матеріали та ресурси;
5. Якість середовища усередині приміщень;
6. Інновації у проектуванні;

Спеціальний розділ виділено для аналізу регіональних пріоритетів.

Переваги сертифікації будівель відповідно до «зелених» стандартів полягає в наступному:

1. Вища конкурентоспроможність проекту, що відповідає принципам сталого розвитку навколишнього середовища та що є екологічно чистим.
2. Гарантія того, що під час будівництва об'єкта застосовувалися технології, що відповідають основним принципам сталого розвитку територій.
3. Активація пошуку інноваційних рішень, що мінімізують вплив на навколишнє середовище.
4. Зниження експлуатаційних витрат та підвищення якості житлового середовища.

Система добровільної «зеленої» сертифікації BREEAM стала першою системою міжнародної «зеленої» сертифікації. Вона була розроблена в 1990 році організацією BRE Global метод оцінки екологічної ефективності будівель BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) [12]. Стандарт охоплює весь життєвий цикл будівлі та застосовується для різних типів нерухомості. Цей стандарт оцінює екологічну ефективність будівель, застосовується як до нових, так і до існуючих будівель. В основі стандарту закладені нормативи використання земельних ділянок, енергії, води та будівельних матеріалів.

Будинки, сертифіковані за стандартом BREEAM, забезпечують мінімальне забруднення навколишнього середовища та високий рівень екологічної безпеки для людей, що в них проживають. Для замовників, забудовників, проектувальників та інших учасників будівельного процесу BREEAM означає:

- ринкове визнання завдяки будівництву еко-ефективних, «зелених» будівель;
- гарантія, що будівля спроектована та збудована з урахуванням екоефективних технологій;
- стимул до пошуку нових, інноваційних рішень з мінімізації негативного впливу на довкілля;
- інструмент, що сприяє скороченню експлуатаційних витрат та поліпшення робочої та житлової атмосфери.

У 2008 році було опубліковано першу версію стандарту Ради сталого будівництва Німеччини (Нім. Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen — DGNB). На відміну від LEED та BREEAM, цей стандарт є стандартом другого покоління, що означає, що під час сертифікації розглядаються Показники об'єкта протягом усього ЖЦ, тобто. враховуються не тільки процес зведення будівлі та підбір матеріалів, що використовуються, а й програма експлуатації, реконструкції та зносу будівлі, таким чином реалізується принцип довгострокової оцінки.

У системі DGNB[13] критерії оцінки згруповані в 6 основних груп - екологічна якість, економічна якість, соціально-культурні та функціональні якості, технічна якість, якість процесу, якість ділянки будівництва. Система сертифікації доступна в різних варіантах – для будівель (нове будівництво, експлуатовані та реконструйовані будівлі), житлових та промислових кварталів та інтер'єрів. DGNB передбачає 4 рівні сертифікатів: «Бронзовий» (цей рівень сертифікату доступний лише для експлуатованих будівель), «Срібний», «Золотий», «Платиновий».

На сьогоднішній день, згідно реєстру DGNB [14], за цією системою сертифіковано 5000 об'єктів у 29 країнах світу. BREEAM є провідним методом оцінки екологічної ефективності будівель. На сьогоднішній день цим методом сертифіковано понад 600 тис будівель та зареєстровано понад 2200000 об'єктів, яким належить пройти процес сертифікації майже в 100 країнах світу.

В табл. 2.2 приведені порівняльні показники сильних і слабких сторін стандартів BREEAM, LEED і DGNB.

Структура «зелених» критеріїв стандарту Великобританії BREEAM передбачає оцінку таких чинників: управління; здоров'я; енергія; транспорт; вода; матеріали; утилізація відходів; використання земельної ділянки; забруднення.

Вигоди від зеленого будівництва отримують усі учасники процесу будівництва.

Будівельні об'єкти, які сертифіковані більш привабливі на будівельному ринку, дешеві утриманні швидко, окупаються хоча мають більш вивоку вартість 7–10% на стадії будівництва, термін окупності додаткових витрат становить 7–10 років[15].

Таблиця 2.2 Порівняння стандартів BREEAM, LEED

Стандарти	Сильні сторони	Слабкі сторони
1	2	3
LEED	- Система просування на транснаціональному рівні; - відсутня необхідність в організації навчання оцінювачів; - універсалізація процесів та схем; - підвищені вимоги до нергоефективності на всіх рівнях оцінки; – реалізовано системоутворюючий комплексний підхід, дозволяє знизити витрати в процесі будівництва, експлуатації; – узгоджується з технологіями, інженерними системами, інноваціями, будівельними матеріалами тощо, що реалізуються на ринку США та трансатлантичному просторі COT; – не суперечить міжнародним технічним регламентам та нормативам.	– адаптований під соціально економічні реалії США; - завищені вимоги до оформлення документації; – жорсткий зв'язок функціонального призначення з архітектурними формами
BREEAM	- застосовується до різних типів будівель; – адаптований під британське законодавство у галузі будівництва, що забезпечує високу якість будівництва та відповідність заявленому проекту на стадії експлуатації; - Можливість адаптації до будівельних нормативів конкретної країни; – можливість формування програм оцінки будівлі з урахуванням її індивідуальних особливостей та якостей	– жорсткі вимоги, які не допускають відхилень; – слабкий маркетинг; - значна вартість отримання погоджень
DGNB	- розглядає будинок протягом усього життєвого циклу; – дозволяє оцінити в кількісному вигляді вплив будівлі на навколишнє середовище та соціум; – процес обліку дозволяє мінімізувати наслідки від настання ризикової події на всіх етапах життєвого циклу); – сертифікат, що надається, включає рівень оцінки об'єкта за екологічними критеріями, додатково враховує економічну продуктивність, соціально-культурні та функціональні аспекти будівель; – легко вдосконалюється та адаптується до технічних, соціальних та міжнародних розробок	– відсутній облік пасивного методу енергозбереження

Україна має долучитись до розробки власного зеленого стандарту для житлових будинків, що дозволить більш ефективно реалізувати енерго-екологічну політику в державі та підвищити рівень обізнаності населення.

В табл. 2.3 на прикладі польських будівельників рприведені порівняння вартості будинків, побудованих за різними технологіями[16].

Таблиця 2.3 Порівняння вартості будинків, споруджених за різними технологіями.

Тип будинку	Стандартний	Низько енергетичний	Пасивний
Житлова площа, м ²	130,4	130,4	130,4
Щорічна потреба в енергії для опалення, кВт*год/м ²	123,0	44,7	13,7
Вартість будівництва, євро	78401	89955	108448
Вартість житлової площі, євро/м ²	601	684	832
Додаткова вартість, %	– 15	38	
Щорічна потреба в енергії для ГВП, кВт*год	3721	1861	1861
Система опалення та ГВП	Газовий котел	Газовий конденсаційний котел, сонячний колектор	Компактна опалювальна установка, сонячний колектор
Щорічна вартість опалення та ГВП, євро	980	341	194

Як видно з табл. 2.3 перехід до будівництва «пасивних» будинків забезпечує значну економію енергетичних ресурсів в утриманні будівлі.

Серед недоліків системи оцінки BREEAM можна виділити дуже жорсткі вимоги; високу вартість отримання погоджень. Стандарт прив'язаний до будівельних та інженерних норм та підходів Великобританії, тобто, у разі вибору даного стандарту за основу завжди необхідно часткове запозичення ідей загального проектування.

Все більше країн намагаються збільшити кількість зелених будівель. Так, у Канаді починаючи з 2005 року нові офісні будівлі є сертифицизовані за стандартом LEED Gold, при цьому за 5 років ця країна інвестувала біля 10 млрд. доларів. У Великобританії з 2020 року всі житлові будинки повинні відповідати спеціальному стандарту економ будинок (Ecohomes) [17].

Висновки до 2 розділу

Перехід до «зеленого» будівництва, впровадження зелених стандартів трансформується в будівництво енергоефективних, в послідуєчому і пасивних будинків.

Сертифікація будівель забезпечує їх відповідність основним принципам «зеленого» будівництва. «Зелені» стандарти покликані регламентувати новий підхід до будівництва та оцінки їх відповідності будівель вимогам сьогодення.

Розробка «зелених» стандартів розпочалася у 90-ті роки минулого століття, застосовується у міжнародній практиці багатьох країн. Найбільш відомими, домінуючими та успішно застосовуваними є міжнародні системи BREEAM, LEED та DGNB.

Показники нормативних вимог термічного опору «оболонки» будинків в Україні тривалий час були значно нижчими ніж в країн ЄС, а витрати на опалення відповідно вижчими нижчими становлять $250-400 \text{ кВт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \text{ в рік})$.

В умовах реалій, які склались в Україні цілком логічним є необхідність з 2025 року черговий раз збільшити і наблизити вимоги українських стандартів до рівня європейських стандартів і перейти від класу енергоефективності будівель класу «С» до класу «В» при новому будівництві житла і житла, в якому проводиться термомодернізація.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЇ УТЕПЛЕННЯ ЗАСТАРІЛОГО ЖИТЛА

3.1 Технологічні особливості утеплення стін.

При утепленні стін враховується те, що волога, яка потрапляє у матеріал, стіни зволожує його і теплопровідність стіни зростає. Коефіцієнт теплопровідності води $\lambda = 0,55 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$, тобто в 20 разів більший, ніж коефіцієнт теплопровідності повітря в порах середнього розміру. Коефіцієнт теплопровідності льоду становить $\lambda = 2,2 \text{ Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$, в 5 разів більше ніж води і в 100 разів більше коефіцієнта теплопровідності повітря.

Найбільш поширеним методом утеплення зовнішніх стін будинку є «мокрый» методом, який передбачає використання води, тому має обмеження щодо виконання теплоізоляційних робіт при мінусовій температурі.

Вентильований утеплений фасад передбачає наявність металевого каркасу фасадних панелей, сайдингу або інших облицювальних виробів, якв облицювають фасад. Для утеплення використовують пінополістирол, мінеральну вату.

Подібна багатошарова конструкція передбачає певні вимоги до сумісності шарів, тому більшість виконавців з утеплення фасадів використовують перевірені матеріали.

Якщо будівля являється пам'яткою культури, має історичне значення виникає необхідність використання лише внутрішнього утеплення. На (рис. 3.1) приведені фрагменти внутрішнього утеплення стін, покрівлі та підлоги з використанням теплоізоляційних панелей з суперлегкого газобетону густиною $100\text{--}200 \text{ кг /м}^3$. При цьому коефіцієнт його теплопровідності є співромурий з найбільш вживаними і поширеними теплоізоляційними мінеральною ватою та пінополістиролом та його аналогами. Цей матеріал екологічно чистий, негорючий широко поширений в європейських країнах.



Рисунок 3.1 Фрагменти внутрішнього утеплення стін, пілоги, перекриття

За даними Євростату 67% енергії в домогосподарствах використовується для опалення. В залежності від розмірів і конструкції будівлі тільки через стіни втрачається 30% - 40% загальних втрат тепла. Практичний досвід передбачає використання не тільки легкого «сухого» і важкого «мокрого» методів але і внутрішнього утеплення стін та зовнішнього з врахування теплоізоляційних властивостей утеплювача.

На європейському ринку поширена інноваційна теплоізоляція Multipor. Це екологічно чиста, не схильна до займання система на мінеральній основі, яку виробляє німецький концерн «XELLA», який являється провідним європейським виробником будівельних матеріалів [18].

Німецька компанія вперше в світі запустила виробництво газобетону густиною приблизно 100 кг/м³, який завдяки особливій структурі матеріалу поєднанує важливі властивості: міцність, паропроникність і негорючість.

Перш за все, така плитка є екологічно чистою оскільки виготовлена з природних матеріалів. Завдяки відмінним теплоізоляційним властивостям мінеральних теплоізоляційних плити Multipor широко використовуються в європейських країнах. [19]



Рисунок 3.2 Утеплення фасаду газобетонними плитами «Multipor»

Німецька компанія виготовляє газобетон марки D100-115 під торговою маркою «Multipor» - це якісний газобетон низької густини, він є екологічно чисти придатний для внутрішнього і зовнішнього утеплення, в Європі виробляється лише декілька років, але за цей час здобув популярність у споживачів завдяки своїм унікальним експлуатаційним характеристикам.

Внутрішня ізоляція з газобетону (ізоляційні плити) виготовляються із пористого бетону щільністю менше 115 кг/м^3 . Вони бувають різної товщини, від 5 до 20 см. Це матеріал, який не викликає проблем при механічній обробці та швидко встановлюється. Завдяки високій паропроникності та здатності швидко висихати, його не потрібно покривати пароізоляційною фольгою. Його використання вимагає проведення комплексу так званих «мокрих» робіт. Крім того, блоки, як і вата, зменшують корисну площу приміщень, що утеплюються. У цьому випадку теплоізоляція перегородки залежить виключно від товщини блоків, що використовуються. Блоки з газобетону приклеюються до стіни за допомогою розчину.

Перспектива використання легкого газобетону в Україні очевидна. Саме тому в ДСТУ Б В.2.7-45:2010 «Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови» були внесені зміни, які розширили функціональні властивості газобетону, і передбачають можливість виробництва теплоізоляційного газобетону (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 Експлуатаційні властивості теплоізоляційного газобетону.

Марка за середньою густиною	Середня густина, кг/м ³	Клас міцності, С	Міцність, МПа, не менше	Теплопровідність у сухому стані, Вт/м·°С, не більше
D100	70–120	C0,25	>0,4	0,052
D150	120–170	C0,25	>0,4	0,058
D 200	180–220	C0,35	0,50	0,055
D 250	220–270	C0,5	0,72	0,065
D 300	270–320	C0,75	1,06	0,08
D 350	320 - 370	C1,0	1,45	0,09

Виробництво теплоізоляційного газобетону марки D150 вперше серед країн колишнього СРСР розпочалось в Україні в 2013 році, але на сьогодні воно призупинене.

Переваги при зовнішнього утепленні віддаються мінеральні ваті (рис. 3.3).

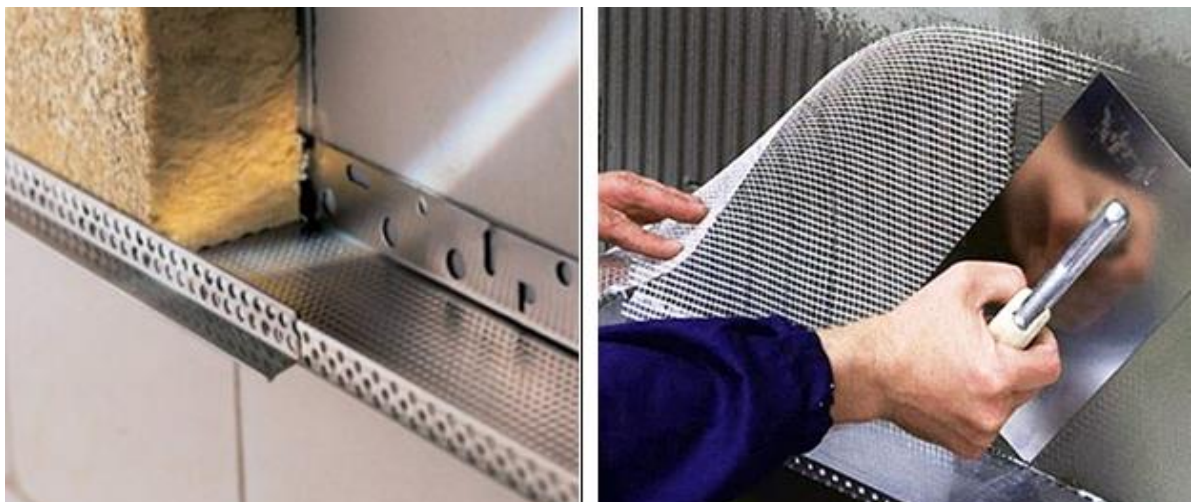


Рисунок 3.3 Фрагмен укладки базальтового утеплювача та армуючої сітки при утеплення фасаду будинку.

При виконанні якісного утеплення стін точка роси зміщується назовні, адже при сильних морозах в стіні може утворюватися конденсат. Завдяки цьому збільшується термін експлуатації будинку.

Процедура мокрого утеплення стін передбачає декілька послідовних дій:

1. Підготовка стін;
2. Закріплення цокольних профілів, стартової планки ;
3. Монтаж плит утеплювача з використання клею;
4. Фіксація утеплювача за допомогою пластикових дюбелів типу парашутів;
5. Нанесення лугостійкої сітки і клею.
6. Нанесення декоративного фінішного на фасад стіни.

В Україні переважно виконується «клаптикове» утеплення стін будинків за рахунок власників окремих квартир (рис. 3.4). За рахунок коштів місцевих бюджетів проводиться утеплення лише громадських будівель (шкіл, дитячих садків, музеїв, адміністративних будівель та інших).



Рисунок 3.4 Фрагмент фасаду клаптикового утеплення стіни.

Фактично «клаптикове» утеплення спотворює фасад будинку, по суті є незаконним, виконується фактично з мовчазної згоди місцевих органів влади, його наслідки не відчутні в роботі теплопостачаючих компаній, які дотуються з місцевих бюджетів, і в послідууючому можуть приводити до деформацій в зоні контакту з суміжними ділянками фасадів, хоча температура в утеплених квартирах може зростає приблизно на 2 °С.

Декоративна поверхня стіни досягається за рахунок наявності певної кількості мілкої фракції камінців в складі штукатурок, поставляється на будівельний майдан в готовому вигляді.

До основних переваг утеплення методу «мокрый» фасад слід віднести: відносно низьку його вартість, однорідність теплоізоляційного захисту, перекриття тріщин, захист від корозії і морозів, відсутність конденсату, декоративне оформлення фасаду.

На рис. 3.5 приведена конструктивна схема влаштування мокрого фасаду.

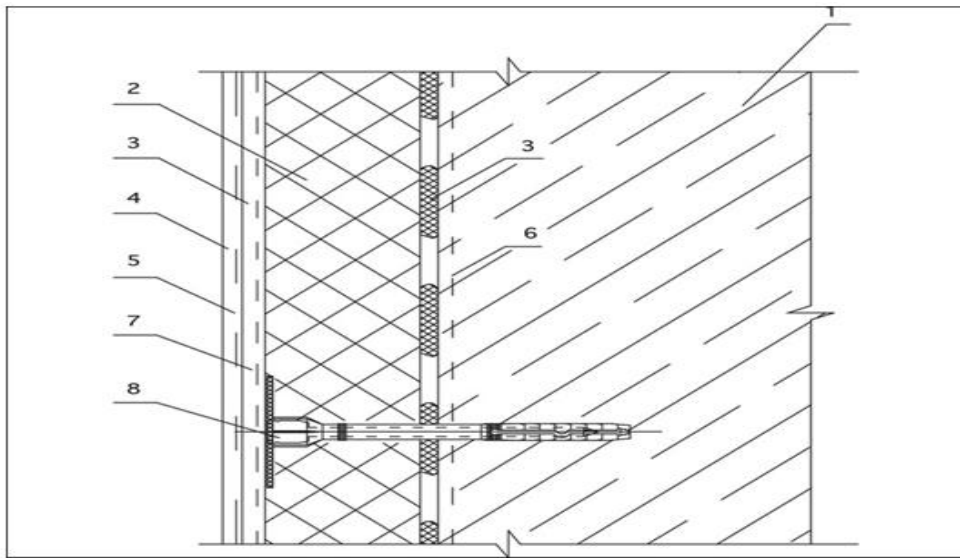


Рисунок 3.5 Конструктивна схема «мокрого» фасаду. Де: 1- стіна; 2 – теплоізоляційний матеріал; 3 – мінеральний клей; 4 - декоративна штукатурка; 5 - ґрунтовка; 6 - ґрунтовка; 7 - армована склотканина, стійка до дії лугу (осередок 5х5, щільність 160 г/кв.м); 8 - дюбель.

Утеплення стін методом мокрого фасаду проводиться при позитивній температурі. Мокрий фасад вважається прогресивним технологічним рішенням, яке забезпечує високий рівень теплоізоляції. Фасади, утеплені за вказаною технологією, допомагають власникам заощадити до 40% витрат на обігрів приміщень [20].

3.2. Технологія утеплення стін методом навісних фасадів.

В останні роки швидко поширюється для утеплення будівель Система НВФ (навісних вентилязованих фасадів, яка складається з конструкції несучих профілів і кронштейнів, утеплювача, вітро- гідро-ізоляції і облицювальних декоративних панелей. Несуча конструкція виконує роль каркаса, який приймає на себе навантаження від облицювальних панелей.

В країнах ЄС будівельні норми встановлюють споживання енергії в будинках на рівні 80–100 кВт · год / (м² · рік). У нового покоління будинків, які проектуються і будуються відповідно до нової концепції ЄС, рівень енергоспоживання повинен бути не вище 15 кВт · год / (м² · рік).

Термічний опір стінових конструкцій застарілої забудови коливається в межах 0,8–1,0 м² · К / Вт і такі будівлі втрачають великі обсяги енергії на їх утримання. Країни ЄС переходять до будівництва будинків з витратами від 20 до 40 кВт · год / м² та пасивних будинків, які додатково генерують та віддають енергію в мережу.

Введені в дію нові ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», передбачають зростання термічного опору огорожувальних конструкцій на 16–20% в порівнянні з ДБН В.2.6-31:2016.

У табл. 3.2 приведені характеристики мінеральної вати, пінополістиролу, пінопласту, пінополіуретану, які являються базовими, найбільш поширеними у використанні теплоізоляційними матеріалами.

При цьому слід зазначити, що на пінополістирол та мінеральну вату приходить до 95% теплоізоляційних матеріалів, на всі інші – 5%.

Через низькі нормативні вимоги будівництва, які тривалі терміни не змінювались на відміну від інших європейських країн (табл. 3.3) і необхідністю зменшення викидів парникових газів.

Таблиця 3.2. Порівняльні показники основних теплоізоляційних матеріалів.

Матеріал	Щільність, кг/куб.м	Теплопровідність Вт/(м×С°)	Паропроникність, мг/(година×м×Па)
Мінеральна вата	50-200	0,048-0,07	0,2-0,3
Пінополістирол	33-150	0,031-0,05	0,13-0,21
Пінопласт ПВХ	125	0,052	0,22
Пінополіуритан	30-80	0,02-0,041	0,09-0,17

В Україні ситуація з енергозабезпеченням житлового фонду через високу його енергозатратність та руйнівні наслідки від війни суттєво ускладнилась. Більшість громадян живе в будинках, які будувались в умовах дії занижених показників термічного опору огорожувальних конструкцій. Вони будувались в умовах існування символічних цін на енергоносії.

При утепленні застарілих будинків необхідно враховувати горючість теплоізоляційних матеріалів і їх поверховість. Вона враховується в ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування» наведені дані застосування теплоізоляційних матеріалів в залежності від висоти будівлі (табл. 3.3).

Як видно з табл.3.3 при висоті будівлі менше 9 м може бути використаний теплоізоляційний матеріал: негорючий (НГ), горючий (Г1) та горючий (Г2).

Брак державних коштів не дозволяв здійснити утеплення централізовано. Близько 90% всіх багатоповерхівок потребують термомодернізації. Теза, що термомодернізація повторюється багато років поспіль [22].

З великим запізненням в Україні ще в складі колишнього СРСР почали зростали нормативні показники термічного опору оболонки будівель, після світової нафтової кризи 1974 року.

Таблиця 3.3 Застосування конструкцій із фасадною теплоізоляцією в залежності від їх конструктивного типу, висоти будівель та горючості матеріалів, горючості матеріалів теплоізоляції і опоряджувальних шарів.

Конструктивна схема збірної системи згідно з додатками А – В	Умовна висота будівель та споруд H , м	Група горючості теплоізоляційного матеріалу			Група горючості опоряджувального матеріалу		
		НГ	Г1	Г2	НГ	Г1	Г2
А	$H \leq 9$	+	+	+	+	+ ¹⁾	+ ¹⁾
	$9 < H \leq 26,5$	+	+	+	+	+ ¹⁾	–
	$26,5 < H \leq 47$	+	–	–	+	–	–
	$H > 47$	+	–	–	+	–	–
Б	$H \leq 9$	+	+	+	+	+ ¹⁾	–
	$9 < H \leq 26,5$	+	–	–	+	+ ¹⁾	–
	$26,5 < H \leq 47$	+	–	–	+	–	–
	$H > 47$	+	–	–	+	–	–
В	$H \leq 9$	+	+	+	+	+ ¹⁾	+ ¹⁾
	$9 < H \leq 26,5$	+	+	–	+	+ ¹⁾	–
	$26,5 < H \leq 47$	+	–	–	+	–	–
	$H > 47$	+	–	–	+	–	–
Примітка. "+" означає можливість застосування. ¹⁾ Встановлюється з урахуванням вимог 5.3.							

– Застосування конструкцій із фасадною теплоізоляцією в залежності від їх конструктивного типу, висоти будівель та горючості матеріалів теплоізоляційного та опоряджувального шарів

В табл. 3.4 приведені показники нормативних вимог оболонки будівель окремих європейських країн і дати їх прийняття. Можемо здійснити порівняння вимог до показників термічного опору для різних країн світу та України. За оцінками експертів [23], сфера житлово-комунального господарства залишається однією з найенергоємніших, а її потенціал скорочення споживання природного газу становить 8–10 млрд м³

Таблиця 3.4. Порівняльні показники коефіцієнту термічного опору огорожувальних конструкцій будівель ($\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$) та рік прийняття [21].

Країна	Польша	Данія	Вел. Брит	Норвегія	Швеція	Україна	Україна
Рік прийняття	2020	2006	2010	2007	2008	2016	2022
Стіни	5,00	5,00	5,55	5,56	5,56	3,3-2,8	4,0-3,5
Покрівля	5,00	5,56	6,67	7,69	7,69	6,0-5,5	6,0-5,5
Вікна	0,77	0,67	0,67	0,83	0,76	0,75-0,6	0,9-0,7
Підлога	2,86	6,67	4,76	6,67	6,67	4,95-4,5	5,0-4,0

В Європі ще наприкінці 1970-х років НВФ отримали поширення, в Україні вони стали популярними в 1990-х роках, як швидкий спосіб збільшення опору теплопередачі стінових конструкцій переважно громадських будівель [24].

Монтаж зовнішнього фасаду здійснюється на спеціальні підсистеми у вигляді каркаса з дерев'яного бруса або металевого профілю. Вимоги до проектування НВФ передбачають улаштування надійного навісного каркаса, теплоізоляційного шару, опорядження індустриальними елементами, повітряного прошарку фіксованої товщини між шарами теплоізоляції та опоряджувальними елементами з обов'язковим забезпеченням його вентиляції.

На рис. 3.6 приведений фрагмент зовнішнього вигляду конструкторсько-технологічної схеми найбільш поширеної збірної системи НВФ з вентильованим повітряним прошарком.

Для кріплення направляючих навісної системи фасаду до стіни використовуються різноманітні елементи кріплення (заклепки; дюбелі; анкерні болти; санчата; столики; тощо).

Одним із бюджетних варіантів влаштування НВФ для малоповерхових приватних індивідуальних будинків є влаштування навісного каркасу з

дерева, на який кріпиться вініловий сайдинг. В Україні перевага в утеплення віддається мокрим технологіям утеплення.

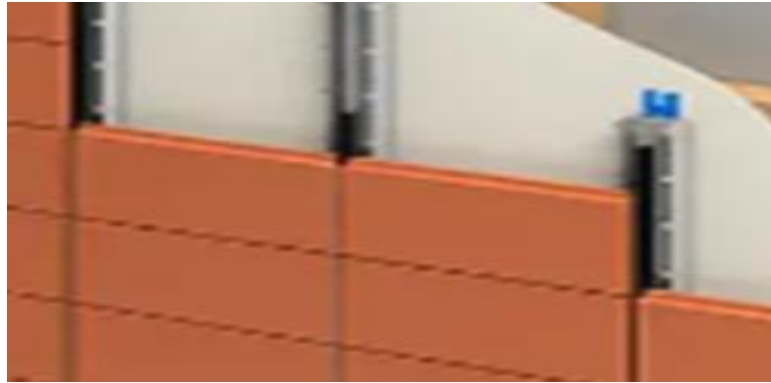


Рисунок 3.6 Фрагмент утеплення стіни методом вентильованого фасаду.

Негорючі мінераловатні утеплювачі, які кріпляться до стіни будівлі тарілчастими дюбелями. Для утеплення вентильованого фасаду зі стандартним утеплювачем завтовшки 50–200 мм,

Бюджетним варіантом утеплення фасадів одноповерхових будинків є використання вінілового сайдингу, але великої популярності таке рішення в Україні не знаходить. Громадські будівлі переважно утепляють методом вентильованого фасаду з використанням керамограніту (рис. 3.7).



Рисунок 3.7 Фрагмент вентильованого фасаду з використанням алюмінію.

При виконанні монтажних робіт висотних будинків методом вентильованого фасаду рекомендується використовувати спеціальні інструменти для фіксації облицювальних панелей фасаду.

На рис 3.8 приведений фрагмент кріплення облицювальної панелі до навісної за допомогою клямера.. Клямер – спеціальна стальна пластина товщиною 1-1,1 мм з кількома фіксаторами, вона буває рядова, стартова, бічна. Клямер жорстко і надійно фіксується спеціальними заклепками до прямого профілю, частіше до Т-подібного профілю (тавр), рідше – до L-подібного профілю.



Рисунок 3.8 Зовнішній вигляд проміжного і стартового клясерів

Завдяки зазору між утеплювачем і облицювальними панелями відбувається видалення вологи. Для усунення потенційної рійнації утеплювача він закривається гідро-вітрозахисною мембраною. Мембрана одночасно захищає теплоізоляцію від проникнення вологи з зовні та видування волокон утеплювача.

Металева каркасна система може бути виготовлена з алюмінію (густина 2,7-2,9 г/см³), що майже в 3 рази менше сталі, нержавіючої або оцинкованої сталі.

При проектуванні і виконанні теплоізоляційних робіт з використанням НВФ необхідно керуватись ДБН В.2.6-33: 2018 «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування». При цьому важливо враховувати властивості горючості і не горючості утеплювача і мембрани.

Утеплення будівель системами НВФ на сьогодні набуває великого поширення. Утеплення провадиться у будь яку пору року. Застарілі фасади з силікатної або керамічної цегли отримують привабливий вигляд.

Виробники НВФ супроводжують свою продукцію детальними інструкціями, які по суті замінюють технологічні карти та карти трудових процесів. НВФ, як будівельна продукція, обов'язково мають бути сертифіковані. Найбільшу поширеність в Україні отримали НВФ з використанням облицювальних панелей з довговічного керамограніту.

Основним і вагимим недоліком НВФ залишається висока його вартість через наявність металу. Наявність металевих кронштейнів кріплення та дюбелів в самій стіні впливає на теплозахисні властивості самої стіни.

На будівельному ринку присутня різноманітні облицювальних елементів до яких слід віднести: керамограніт, агломератна плитка або штучний камінь, фіброцемент, натуральний камінь, алюмінієві композитні панелі, ламінат високого тиску, скляні панелі, теракотова кераміка, металосайдінг, фотоелектричні модулі, медіа касети та інші.

Основним теплоізоляційним матеріалом при утепленні висотних будинків з використання НВФ є мінеральна вата.(рис. 3.9)

Камяна вата полмерне вяжуче вирисовується при сухих (НВФ) і мокрих технологіях утеплення фасадів будівель	
Скловата без полімерно вяжучого використовується для утеплення горизонтальних поверхонь (покрівель)	

Рисунок 3.9 – Використання негорючої мінеральної вати

НВФ забезпечують високу довговічність фасаду, архітектурну виразність самої будівлі швидкі темпи виконання робіт.

Проблемними питаннями НВФ, на які майже не звертали уваги, були «містки холоду» від металевого анкера, який розміщується в стіні.

Між кронштейном і стіною передбачається наявність паронітових терморозривних прокладок, а пароніт це продукт вулканізації суміші азбестових волокон (60-70%), розчинника, каучуку (12-15%), мінеральних наповнювачів (15-18%) та сірки (1.2-8.0%), які піддаються вальцюванню під великим тиском.

Терморозривна прокладка зменшує теплопровідність лише шляхом прямого контакту металевого кронштейна зі стіною. За даними [25] зниження рівня теплозахисту фасадних систем в цілому може досягати до 50% від величини опору теплопередачі, розрахованої без впливу включень. На рис. 3.11 приведена схема розподілу температури стіни.

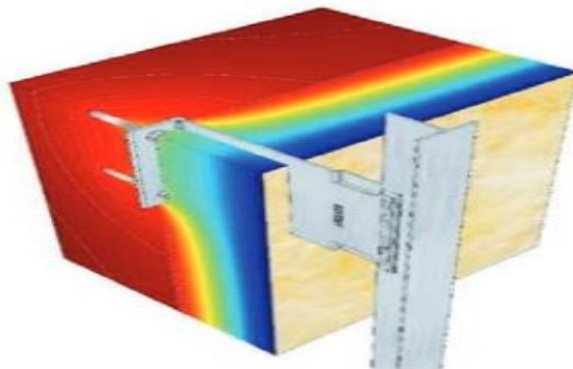


Рисунок. 3.10 – Розподіл температур ($^{\circ}\text{C}$) поверхнями фрагмента зовнішньої стіни з НВФ, утеплювачем $\delta = 50$ мм та кронштейном

З рис. 3.10 видно, що температура облицювального елемента фасаду і поверхні теплоізоляції однакова. Теплопровідність вуглецевої сталі становить $45 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, а чистого алюмінію - $235 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$. Нержавіюча сталь має низьку теплопровідність, $15 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ [26], що робить її більш прийнятною для конструкцій у корозійних середовищах. Енергозатратні і теплопровідні матеріали конструкцій на фасаді зовнішніх стін потребують вдосконалення.

Використання фотоелектричних модулів на фасаді будівлі – це інноваційний світовий тренд. Отримання сонячної енергії дозволяє знизити негативний вплив об'єкта на довкілля за рахунок скорочення викидів CO₂ та інших забруднюючих речовин, що супроводжують вироблення електроенергії з традиційного викопного палива.

Вентильовані фасади з використанням композитних панелей на основі алюмінієвих сплавів мають ряд переваг перед іншими видами облицювання будівель (незалежно від використовуваних матеріалів):

- *Легкість.* Один з найважливіших факторів при будівництві будь-яких багатоповерхових будівель, тим більше хмарочосів;
- *Пластичність.* Можливість надання матеріалу абсолютно будь-якої форми дозволяє створювати унікальні споруди різних стилів;
- *Стійкість.* Щільна і жорстка структура металу забезпечує хороший захист від різких перепадів температур в діапазоні від -57°C до + 80°C;
- *Міцність.* Інноваційні міцні алюмінієві сплави дозволяють витримувати механічні дії силою до 50 кг на 1 см² панелі;
- *Величезний асортимент кольорів.* Крім стандартного окрасу, композитні панелі для вентильованого фасаду можуть імітувати дерево або камінь, а оксидні покриття дозволяють надати їм різні кольори;

З вибором вентильованого фасаду майбутній власник будівлі отримає наступні переваги:

- практично безмежні можливості по декору фасаду (граніт, мармур, дерев'яної доски, різноманітна текстура та колір) ;
- легкість ремонту, довговічність експлуатації, високі звукоізоляційні властивості фасаду;
- вентиляційний повітряний прошарок забезпечує збереження термічного опору стіни та стійкість до атмосферних опадів;

3.3 Сонячні панелі як облицювальні панелі вентилязованого фасаду.

Фасад із сонячними батареями підходить для облаштування вентилязованих фасадів офісів, готелів, торгових центрів, житлових багатоквартирних будинків, а також інших об'єктів нерухомості Liberta Solar [27]. Вироблена електрика має використовуватись для потреб будівлі. або (рис. 3.11).

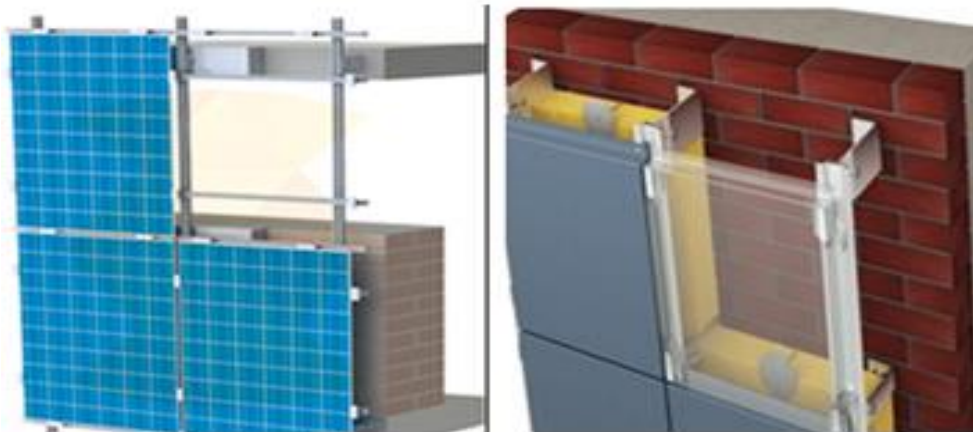


Рисунок 3.11 Фасад будинку облицьований сонячними модулями та варіант фіксації сонячної панелі

Сонячні панелі Liberta Solar є повністю інтегрованою касетною фасадною системою, що перетворює сонячне випромінювання в електрику. Фасад Liberta Solar надає архітектурі будівлі сучасний зовнішній вигляд [28].

Застосування навісного вентфасаду з використанням Liberta Solar дозволяє значно скоротити витрати на експлуатацію об'єкту. Потужність однієї панелі складає до 145 Вт, що можна порівняти з витратою 24 стандартних енергозберігаючих 6W ламп. Гарантія на касети Liberta Solar становить 25 років (потужність на рівні $\geq 80\%$). На сьогоднішній день виробники гарантують, що прозора сонячна батарея прослужить не менше 20 років.

Товщина фотоелектричних елементів становить 6 мм. Для встановлення таких сонячних батарей використовується система спеціальних кріплень Unity. Панелі Solstex, легкі важать не більше 17 кг/м² [29].

За даними європейських енергетичних компаній з грудня 2022 року по листопад 2023 року ціни на сонячні панелі впали в Європі на колосальні 40-53 % і зараз знаходяться на рекордно низькому рівні.

Переваги влаштування вентиляованого фасаду з сонячних модулів: ціна сонячних панелей не вища за ціну стандартних матеріалів для влаштування вентиляованого фасаду; характеристики сонячних панелей повністю відповідають вимогам захисту фасаду будівлі і можливість бути використаними в каркасних конструкціях; гарантійний термін для сонячних панелей складає 25 років.

3.4 Німецький досвід комплексного утеплення застарілих будинків.

Корисним і перспективним для України має стати німецький досвід утеплення фасадів. Німецький власник приватного будинку, чи багатоквартирного будинку, зрозуміло зацікавлений в зменшенні витрат енергії на його утримання. В великих містах Німеччини 37- 50% населення проживає в орендованих квартирах. В утеплені будівлі зацікавлені орендарі і орендавці тому воно постійно провидиться і передбачає:

-  утеплення фасадів стін будинків;
-  індивідуальне опалення квартир;
-  заміна вікон на більш енергоефективні;
-  одночасно з вікнами монтуються віконні ролети.

Завчасно до початку утеплення будинку для його жильців виставляються

зразки фінішної краски фасаду, і таким чином проводиться своєрідне «опитування» жильців, враховується думка орендаторів житла щодо вибору майбутнього кольору фасаду будинку після утеплення.

Термін служби дерев'яні вікна вважається 50 і більше років. Так звані пластикові вікна стрімко витісняють дерев'яні. В окремих країнах з жарким кліматом поширені вікна з алюмінію. Полівінілхлорид (ПВХ) – високомолекулярний хлорвмісткий вуглевод, який вперше був синтезований ще в 1835 році, а в XX століття став використовуватись у будівництві (килимові покриття, сайдинг, віконний профіль та інше).

На сьогодні загально відомо, як будівельникам так і забудовникам, що енергозберігаючі вікна заповнені інертними газами зберігають тепло краще ніж повітрям. Криптон не горючий, не отруйний та абсолютно безпечний газ, що міститься у повітрі.).

Відповідно до чинних нормативних документів - ДСТУ Б В.2.6-23-2009. «Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Загальні технічні умови» приведений термічний опір існуючих дерев'яних вікон не перевищує 0,39-0,42 ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт. (табл. 3.5). Його можна було б підвищити до 0,53 ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт використовуючи третій шар скла, але при цьому зростає маса вікна та додаткові витрати матеріалів та трудовитрати.

Саме ринкова конкуренція, дає можливість придбати вікна виготовлені за індивідуальним замовленням клієнта. Це стосується розмірів, кількості склопакетів, кольору, форми та інше.

Висока енергетична ефективність вікон досягається насамперед через: камерності склопакетів; використання інертних газів; використання енергозберігаючого та сонцезахисного напилення на поверхню скла; використання «тепліх» дистанційних рамок у склопакеті.

Таблиця 3.5 Приведений термічний теплопередачі вікон відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-23-2009.

Класи вікон	Приведений опір теплопередачі вікна
A1	0,80 м ² · К/Вт і більше
A2	від 0,75 м ² · К/Вт до 0,79 м ² · К/Вт
B1	0,70 м ² · К/Вт » 0,74 м ² · К/Вт
B2	0,65 м ² · К/Вт » 0,69 м ² · К/Вт
B1	0,60 м ² · К/Вт » 0,64 м ² · К/Вт
B2	0,55 м ² · К/Вт » 0,59 м ² · К/Вт
Г1	0,50 м ² · К/Вт » 0,54 м ² · К/Вт
Г2	0,45 м ² · К/Вт » 0,49 м ² · К/Вт
Д1	0,40 м ² · К/Вт » 0,44 м ² · К/Вт
Д2	0,35 м ² · К/Вт » 0,39 м ² · К/Вт

Зростання показників звукопоглинаючих, теплоізоляційних властивостей всієї віконної конструкції досягається шляхом заповнення камер віконного профілю спіненими або твердими утеплювачами. Збільшення теплоізоляційних властивостей всієї віконної конструкції шляхом заповнення камер віконного профілю спіненими або твердими являється сучасним трендом для отримання переваг віконної продукції (рис. 3.12).



Рисунок 3.12 Заповнення камер віконного профілю спіненими або твердими утеплювачами

Впровадження в масове житлове будівництво якісних теплозахисних вікон і, в першу чергу, дерев'яних та з ПВХ-профілів зажадало проведення їх сертифікації, яка показала необхідність їх адаптації до конструктивних систем стін.

Завдяки високому вмісту хлору (56%) в виробках ПВХ полівінілхлорид не горить, але при температурі 130-150 °С відбувається його термічна деструкція, як полімера з утворенням соляної кислоти. Висока якість та теплостійкість віконних конструкцій є наслідком постійного вдосконалення віконних конструкцій через конкуренцію на будівельному ринку цієї продукції.

Заміна повітря в камерах вікна інертним газом забезпечує зростання термічного опору вікна (рис. 3.13).

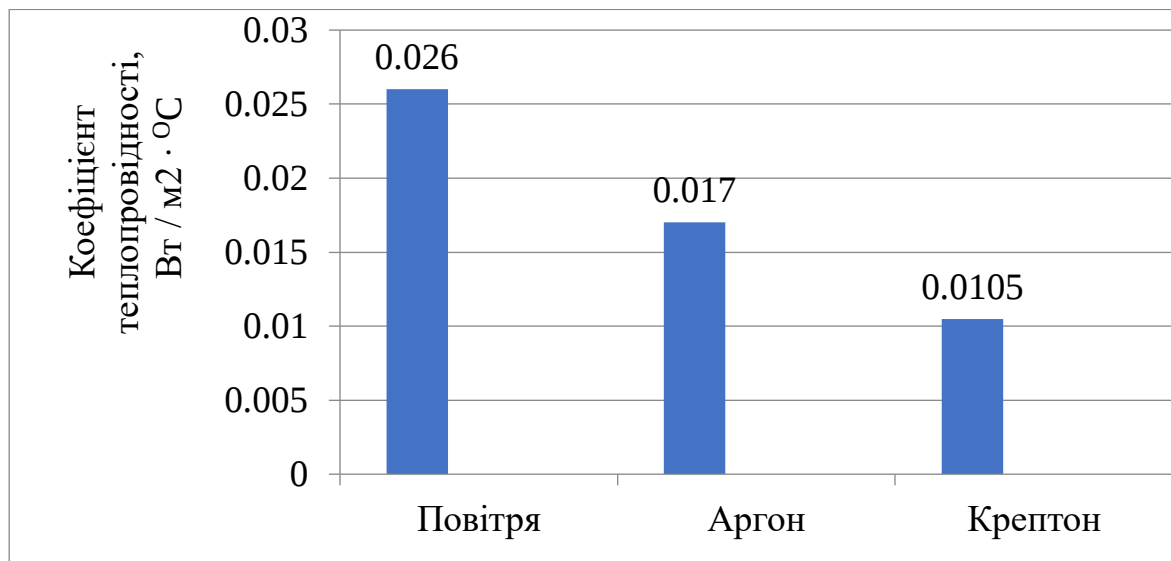


Рисунок 3.13 Коефіцієнти теплопровідності інертних газів при 10 °С

Раніше були поширені віконниці - це непрозорі щитки для прикривання віконного проїому. Їх виготовляли з дерева і вони використовувались до винаходу віконного скла, на сьогодні практично від їх використання відмовились.

На шляху пошуку додаткових джерел економії енергетичних ресурсів в утриманні будівель світ повернувся до віконниць, але в новому вигляді. Цілком очевидним правильним і раціональним підходом до утеплення застарілого житла є одночасне утеплення стін, заміна вікон і встановлення роlet.

Ролети допомагають зменшити тепловтрати на опалені та на охолодженні будинку і на це належну увагу приділяють в країнах ЄС. Сьогодні ролети це не пережиток минулого, а корисний унікальний дизайнерський елемент влаштування сучасного фасаду у тому числі і багатоповерхового будинку.(3.14).



Рисунок 3.14 Фрагмент комплексного утеплення стін, німецький досвід, (м. Хайльброн, 2023 рік)

Як видно з рис. 3.14 «посадка» вікної «коробки» у віконний проїом в сторону приміщення забезпечує зменшення втрат тепла через вікна. Додаткові ролети в режимі «день – ніч» зменшують втрати тепла в зимку, а в літній період захищають приміщення від перегріву та витрат енергії на кондиціювання приміщень.

Для підтвердження теплоефективності конструкцій в Німеччині проведений комплекс досліджень ролетів. Результати випробувань показали, що при встановленні ролет тепловтрати через вікна можуть знижуватись до 30%.

Європейський досвід підтверджує стрімке поширення ринку ролет, як ефективного інструментарію, який забезпечує зменшення втрат енергії через саме вікно. Цілком очевидно, що відсоток зменшення втрат теплової

енергії залежить від якості самого вікна. Захисні жалюзі заощаджують до 10% тепла, яке втрачається в холодну пору року. А сонячну літню полру року захисні жалюзі не пропускають сонічні промені внутр приміщення і підтримують у приміщенні температуру до 9 °С нижче.

Завдяки різноманітності кольорової гаи ролети вдало доповнюють дизайн приміщень, вони гармонують із зовнішнім і внутрішнім виглядом будинку.

Краска фасаду будівлі і зовнішній вигляд ролет мають доповнювати одне одного. Різнманітності кольорової гаи ролети вдало доповнять і внутрішній дизайн приміщень (рис. 3.15).



Рисунок.3.15 Конструктивна схема влаштування ролет.

3.5 Висновки до розділу 3

Європейські країни з аналогічними кліматичними умовами ще на початку 2000 років збільшили показники термічного опору стін до 5,0-5,85, а Україна зробила це з затримкою в 15 років, і наприклад термічний опір стін збільшила до 4,0 м²/Вт· °С лише з вересня місяця 2022 року. Зрозуміло, таке відставання переклало вирішення проблем енергозбереження на наступні покоління.

Основними теплоізоляційними матеріалами являється мінеральна вата та пінополістирол, на які приходить 95% всього утеплення, хоча існує багато інших теплоізоляційних матеріалів з аналогічними показниками коефіцієнта теплопровідності.

Недоліком пінополістиролу являється його горючість, а при температурі плюс 80 °C він розмягчається. Базальтова вата являється негорючим матеріалом, хоча при 400- 500 °C з неї витіляються продукти руйнування смол які вводяться до її складу, а при попаданні в неї вологи остання повільно видаляється.

В Україні перевага віддається більш дешеві «мокрі» технології утеплення. Використання навісних вентильованих фасадів - «суха» технологія гарантує довговічність експлуатації до 30 і більше років. В перспективі в якості облицювальних і панелей НВФ будуть використовуватись сонічні панелі.

Належне утеплення житлового фонду має компенсувати близько 10 млрд м³ природного газу, які країна відмовилась імпортувала з 2024 року. Перехід з 2024 року на опалення нового житла з використанням електрики потребує прискореного розвитку і будівництва електростанцій на ВДЕ, будівництва акумулюючих станцій. Передбачено будівництво 2-х атомних станцій на Хмельницькій АЕС.

Вентильовані фасади в процесі експлуатації будівлі виконують декілька функцій, легко піддаються ремонтам.

В зарубіжній практиці утеплення використовується автоклавний газобетон густиною 70-120 кг/м³, який являється не горючим, екологічно чистим утеплювачем. Виробником такої теплоізоляції являється німецька компанія «Хелла». По мірі підвищення необхідності економії енергетичних ресурсі має зростати питома вага індивідуального опалення і в цілому децентралізація систем опалення міст. З часом використання віконних ввійде в практику вітчизняного будівництва житлових будинків..

РОЗДІЛ 4 ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Підвищена увага світової спільноти пов'язана з унікальними властивостями аерогеля і можливістю його використання в будівництві. Аерогель (від лат. aer - повітря і gelatus - заморожений). Він має рекордно низьку щільність та низку інших унікальних якостей: твердість, прозорість, жароміцність, надзвичайно низьку теплопровідність та відсутність водопоглинання. Аерогель на 98%-99% складається з повітря, з яких 75% знаходиться в мікропорах (< 2 нм). В нанопорах повітря перебуває у статичному стані, розмір пор менша за довжину пробігу молекул газів повітря [30-32].

Пов'язані молекули повітря переносять менше енергії, ніж вільні молекули повітря, за рахунок чого забезпечується зменшення теплопровідності матеріалу (рис. 4.1).

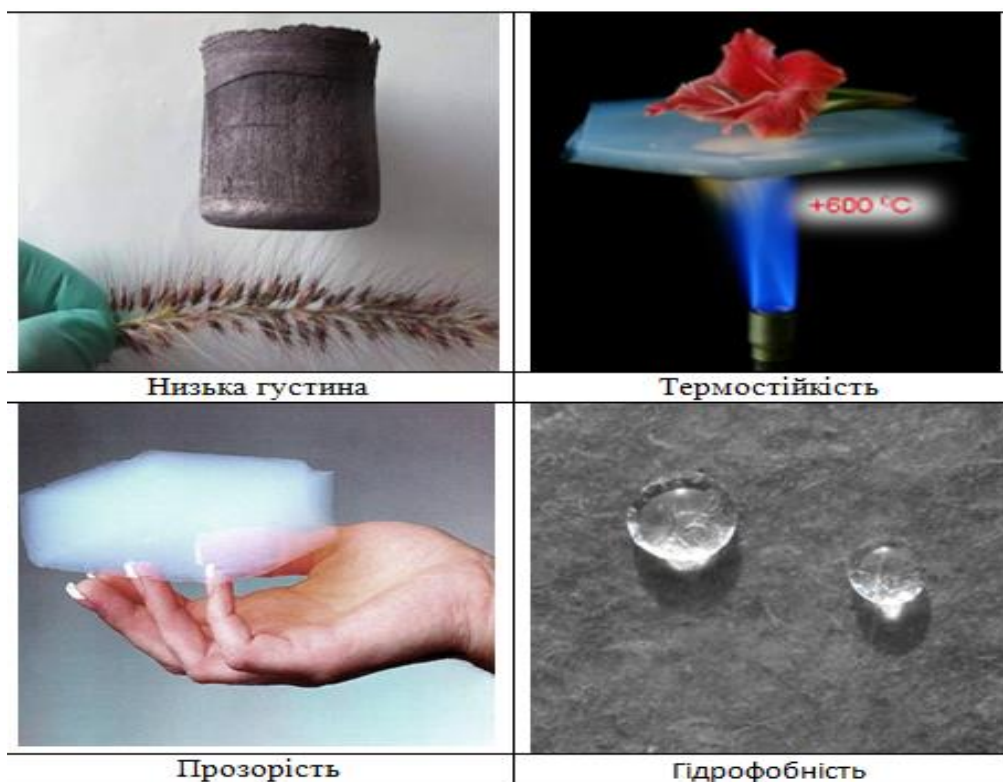


Рис. 4.1 Зовнішній вигляд зразків аерогелю, які демонструють його властивості.

Приведені на рис 4.1 зображення широко поширені в мережі Інтернет, викликають підвищений інтерес у фахівців. Вкрай мала теплопровідність пов'язана з структурою самого матеріалу. Перенесення тепла через повітряну фазу ускладнюється через те, що ці ж ланцюжки унеможливають конвекцію, без якої теплопровідність повітря зменшується.

За свої унікальні властивості аерогель удостоєний 15 позиціями в книзі рекордів Гіннеса. Матеріал витримує навантаження в 2000 разів більше, ніж його власна вага. Аерогель тримає пальму першості як найлегший твердий матеріал у світі. За структурою аерогелі представляють собою деревоподібну мережу з об'єднаних в кластери наночастинок розміром 2-5 нм і пор розмірами до 100 нм.

Такі матеріали мають рекордно низьку щільність. Відомі аерогелі на основі аморфних оксидів: діоксиду кремнію SiO_2 , оксиду алюмінію Al_2O_3 , інших оксидів та інших елементів. Також отримані аерогелі на основі вуглецю (вуглецевих нанотрубок) на початку 90-х років минулого століття.

Першість у винаході аерогелю визнано за американським хіміком Стівеном Кістлером, який опублікував у 1931 році в журналі *Nature* результати своїх досліджень.

Суть технології виробництва аерогелю базується на тому, що якщо гель з водою нагріти до критичної температури $374\text{ }^\circ\text{C}$ та стиснути до 218 атмосфер різниця між парою і водою зникає — утвориться так звана надкритична рідина. У середині кожної пори гелю утвориться дуже щільна пара або вода, що по суті те саме. Якщо почати знижувати тиск до критичного і нижче, зберігаючи температуру вище критичної, то ця щільна пара почне поступово виходити з гелю без будь-якої конденсації. Такий процес отримав назву «суперкритичне» сушіння.

Характеристики аерогельної теплоізоляції для промисловості приведена в роботі [31]. Така теплоізоляція має найнижчу теплопровідність ($\sim 0,016\text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$) у повітрі, а це практично біль ніж в 2 рази менше кращих теплоізоляційних матеріалів — пінополістиролу, мінеральної вати. При при нормальному

атмосферному тиску та температурі +25 °С, аерогель не горить, не поглинає воду, пропускає пару, не підсажується, тобто це єдина у світі теплоізоляція, яка зберігає свої теплоізолюючі властивості.

Коефіцієнт теплопровідності аерогеля практично в 2 рази менше традиційних широко повживаних теплоізоляційних матеріалів – мінеральної вати і пінополістирола. В табл. 4.1 приведені технічні показники аерогелю, який експортується в країни світу переважно американськими та китайськими виробниками.

Таблиця 4.1 Технічні показники аерогелю китайського виробництва
(Чжэнчжоуска компанія науки і техніки ООО «Joda»).

Моделі	SACB-0-3	SACB-0-6	SACB-0-10
Товщина, (мм)	3	6	10
Ширина, (мм)	За вимогою	За вимогою	За вимогою
Колір	Білий	Білий	Білий
Робочий температурний діапазон, (° С)	-200 ~ 650	-200 ~ 650	3 скловолоконна: -200 ~ 650; 3 керамічного волоконна: 600 ~ 1000
Густина, (кг/м³)	200±20	200±20	200±20
Клас горіння	A1	A1	A1
Стійкість до корозії	Проходить	Проходить	Проходить
Гідрофобність, (%)	>99,8	>99,8	>99,8
Клас дима	SR-2	SR-2	SR-2

Технічна рулонна теплоізоляція аерогеля виготовляється товщиною 3, 5, 6 і 10 мм. Вона, на відміну від пінополістиролу, може використовуватись як для «гарячих» поверхностей та протипожежного захисту промислових виробництв з температурою застосування до +1000 °С так і для криогенних об'єктів теплоізоляції з температурою застосування від -260 °С. При цьому аерогелі, особливо кварцові, не тільки відмінні утеплювачі, вони також дуже гігроскопічні. Завдяки надзвичайно низькій теплопровідності ~0,017 Вт/(м · °С) у повітрі при атмосферному тиску, теплопровідність аерогеля менше, ніж

теплопровідність повітря 0,024 Вт/(м · °С), саме аерогель має великий потенціал застосування у тому числі і в будівництві.

Величина експлуатаційних показників аерогелю залежить від хімічної природи твердої фази, а також від кількості твердої речовини в матриці самого матеріалу. Порівняння експериментально отриманих значень мінімальної теплопровідності свідчить, що в останній час зростають обсяги виробництва і органічних аерогелів (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 Теплопровідність аерогеля на основі органічних речовин.

Вид органічного матеріалу	Теплопровідність, Вт/(м · °С)	Розмір пор, нм
Резорцинол формальдегід	0,012	10-20
Поліуретан	0,022	8,3-66,5
Целюлоза	0,030	1-100

Аерогель, як високоефективний теплоізоляційний матеріал має широкий діапазон температурного застосування від -250°С до +1200 °С. Теплоізоляція з аерогеля майже в 3-5 разів ефективніша за інші традиційні ізоляційні матеріали, що дозволяє значно скоротити товщину ізоляції та отримати інші попутні вигоди. Матеріал не вбирає вологу та відмінно захищає від корозії.

Аерогелі в силу своєї структури мають своєрідні акустичні властивості. Низька швидкість розповсюдження звуку в аерогелях (до 70-100 м/с) дозволяє використовувати цей матеріал для виготовлення звуконепроникних перегородок, ліній звукової затримки, різних акустичних систем, у тому числі систем із виділеним напрямом розповсюдження звуку.

NASA розробило цей матеріал для ізолювання космічних кораблів, супутників, скафандрів. Як правило, це тонкий рулонний матеріал, що складається з основи і відбиваючого шару. Шаром відбиття є тонка полірована алюмінієва фольга. Вона має коефіцієнт відбиття 96-97%.

Існує декілька видів аерогелей різних кольорів. Найбільш характерні їх властивості:

- дуже низька щільність (до 160 гр /м³), тобто в 6 разів легше повітря;

- вкрай низька теплопровідність (до $0,016 \text{ Вт} \cdot \text{М} / \text{К}$), у 10 разів нижче, ніж у дерева;
- низька швидкість розповсюдження звуку (до 70 м/сек);
- надзвичайно низький коефіцієнт заломлення світла (до 1.0002);
- електрична провідність може змінюватися в широких межах залежно від області використання.

До інших переваг аерогелевої теплоізоляції слід віднести: неможливість розвиватися грибку та плісняви в його структурі при експлуатації; додатково підвищує звукоізоляційні характеристики стін, покрівлі та підлоги; має невелику товщину без втрати теплоізоляційних властивостей; легко клеїться на стіни (рис. 4.2).



Рис. 4.2 Фрагмент утеплення стіни аерогелем.

Як видно з рис 4.2 аерогель наноситься на поверхню стіни, аналогічним методом, як і шпалери є пріоритетним утеплювачем будівель за умови відсутності можливості утеплення зовнішнього фасаду будівлі.

Вироби на основі аерогелю використовуються у багатьох сферах:

- для утеплення різних конструкцій, поки що в основному в галузі промислового та цивільного будівництва;
- для захисту трубопроводів;
- герметизації різних ємностей у промисловості;

- вологоізоляції з метою запобігання корозії;
- покращення показників теплоізоляції в процесі виробництва сучасних виробів при високі температурі.

Ринок аерогелю сегментований за типом, формою, галуззю кінцевого користувача та географії. За типом ринок сегментований на кремнезем, вуглець, глинозем та інші типи. За формою ринок сегментований на ковдри, частки, блоки та панелі. По галузях кінцевих користувачів ринок поширений на нафтогазову, будівельну, автомобільну, морську, аерокосмічну та інші галузі кінцевого користувача.

Особливо великі перспективи використання має аерогель при теплоізоляції теплових мереж та технологічного обладнання.

В роботі [31] проведені результати досліджень визначення економічної доцільності застосування аерогелю для теплової ізоляції будівель. Впродовж року тестували невеликі лабораторні зразки зі шаром аерогелю товщиною 10 і 20 мм. Результати досліджень показали зниження енергоспоживання на 23% для зразка зі шаром аерогелю товщиною 10 мм і 38% для зразка з шаром аерогелю товщиною 20 мм.

Похоже дослідження провели автори в роботі [32], чисельно і експериментально оцінивши ефективність застосування аерогелевої ізоляції в спорудах. Автори замінили традиційну скловату в стінах будівлі та аргонове скло в склопакетах на аерогель. Результати досліджень показали, що в цілому річне енергоспоживання знизилося на 6%.

Щільність різних аерогелів зазвичай варіюється в межах від 0,001 до 0,5 г/см^3 (найчастіше порядку 0,02 г/см^3), а густина повітря – 0,001225 г/см^3 [33].

Компанія Aspen aerogels (США) першою відкрила масштабне промислове виробництво аерогелю. Технологія отримання аерогелю - надкритична технологія була освоєна іншими фірмами, серед яких ТОВ компанія науки і техніки «Joda» з Китаю. Це компанія науки і техніки була створена в 1995 році, в 2005 році перетворена в акціонерне підприємство.

Китайська компанія досить швидко наростила виробничі потужності, її продукція завоювала світовий ринок, особливо кварцовий аерогель, який представляє нанопористі аерогелі, аерогель вуглецю, теплоізоляція на основі аерогеля, які мають інші назви, наприклад, аерогель - теплоізоляція, аерогель-утеплювач, аерогель для утеплення, фольгований утеплювач на основі аерогеля.

Продовжуються дослідження по застосовуванню аерогеля, як складову частину віконної системи, заповнюючи аерогелем простір між склом (рис. 4.3).

Шляхом проведення експериментів виявлено, що цей прошарок здатний пропускати видиме світло, але при цьому зупиняє теплову енергію. У порівнянні з подвійним низькоемісійним склом, нова технологія скорочує тепловтрати до 55% при монолітному заповненні аерогелем і до 25% - при використанні гранул [34].



Рисунок 4.3 Фрагмент вікон з використанням аерогелю.

Як видно з рис. 4.3 таке вікно забезпечує зменшення втрат тепла через вікно, але дещо «розмиває» зображення за вікном. Таке конструктивне рішення виготовлення вікна дозволяє вирішувати одночасно декілька його функціональних задач.

Досить несподіваним є використання аерогелю в легкій промисловості. У США, (компанія Aspen), в Німеччині та Китаї аерогелі використовуються для теплового одягу. Очікується, що в найблищі роки ринок аерогелів зростатиме в середньому більш ніж на 10% в рік [35].

Висновки до розділу 4

Аерогель, це інноваційний високоефективний теплоізоляційний матеріал, який має широкий діапазон температурного застосування від -250 °С до +1200 °С. Теплоізоляція з аерогеля в декілька раз ефективніша за інші традиційні ізоляційні матеріали.

З темпами, приблизно 10% в рік, росте виробництво і використання теплоізоляційного матеріалу - Аерогеля. Його виробляють в США, КНР, Німеччині, росії то технології «критичного сушіння».

Аерогель удостоєний 15 позиціями в книзі рекордів Гіннеса. Матеріал витримує навантаження в 2000 разів більше, ніж його власна вага.

Виділяють основні сегменти промисловості, в яких аерогелі знайшли своє застосування: термоізоляція, шумоізоляція; електроніка; хімія; медицина; військові технології; енергетика; сенсори та інструменти; космос; споживчі товари; біологія; фармацевтика; охорона навколишнього середовища. Аерогель отримав пальму першості як найлегший твердий матеріал у світі.

Основною перешкодою масштабного впровадження аерогелів залишається

висока його вартість - від 10–13 доларів за м². При збереженні високих темпів обсягів виробництва та зростаючої ролі утеплення, вдосконалення технології виробництва аерогель в перспективі стане поширеним теплоізоляційним матеріалом для різноманітних цілей.

РОЗДІЛ 5. ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕПЛОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЛІ

Існуючий будинок будувався в 90-ті роки минулого століття як громадська будівля власними силами місцевого колгоспу. Це 2-х поверхова будівля прямокутної форми із несучими повздовжніми стінами та поперечними цегляними перегородками. Розміри будівлі в осях А-В 12,5 м, в осях 1-2 41,98 м, площею 578,53 м². Висота приміщень 2,75м. Зовнішнє оздоблення - штукатурка з цементно пісочним набризом (шуба).

Зовнішній вигляд будівлі приведений на рис. 5.1 та фасад рис. 5.2



Рисунок 5.1 Зовнішній вигляд будівлі до термомодернізації



Рисунок 5.2 Спрощена схема основного фасаду в осях 1-2.

Завданням на проектування передбачено утеплення, перепланування без змін фундаментів громадської будівлі - колишнього «Будинку рибака» на 4 квартири зі спільною сходовою кліткою. На рис. 5.3 приведений план будівлі, 1 поверху.

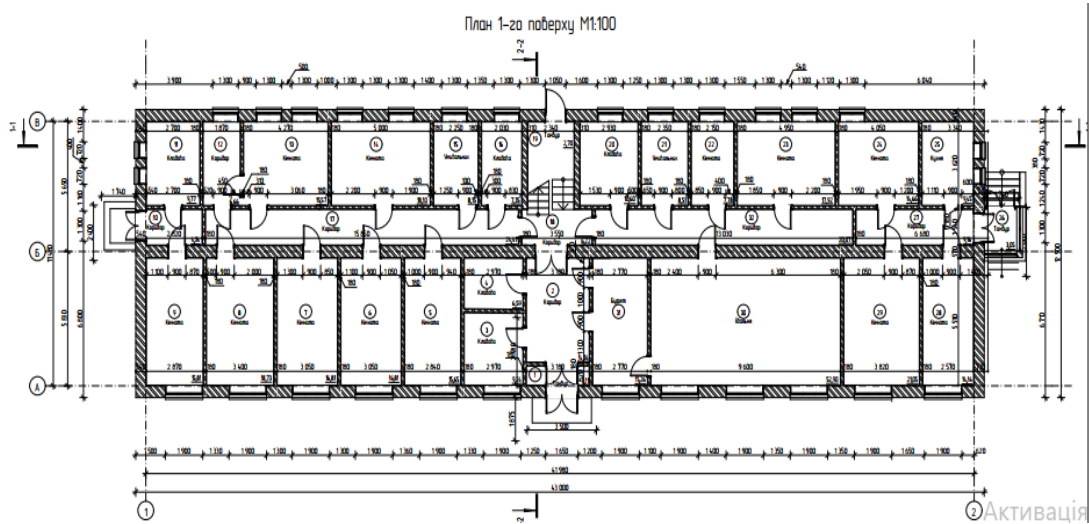


Рисунок 5.3 План першого поверху.

Оскільки існуюча громадська будівля була запроектована, як будівля «коридорного типу» і передбачала наявність великої кількості приміщень для складування необхідної оснастки для вирощування риби, приміщень відпочинку, прийому їжі, наявність так званої спеціальної громадської зали для проведення зборів та інших заходів (рис. 5.4).

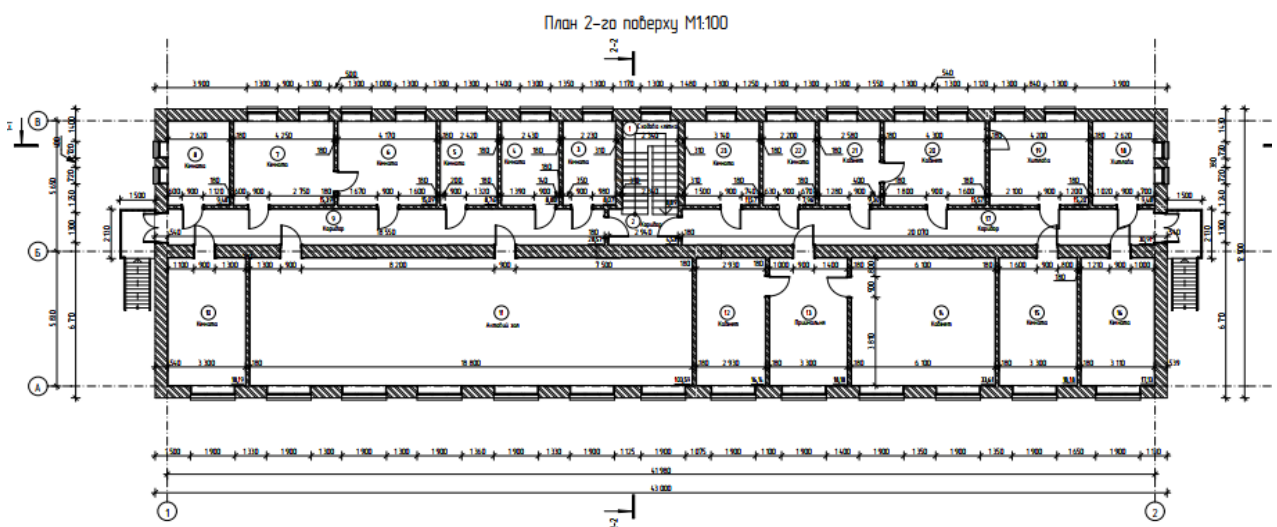


Рисунок 5.4. План 2-го поверху будинку до термомодернізації.

На рис. 5.5 приведений фрагмент плану 2-го поверху будівлі після перепланування та термомодернізації будівлі. Нові квартири зберегли «коридорну» схему розміщення кімнат.

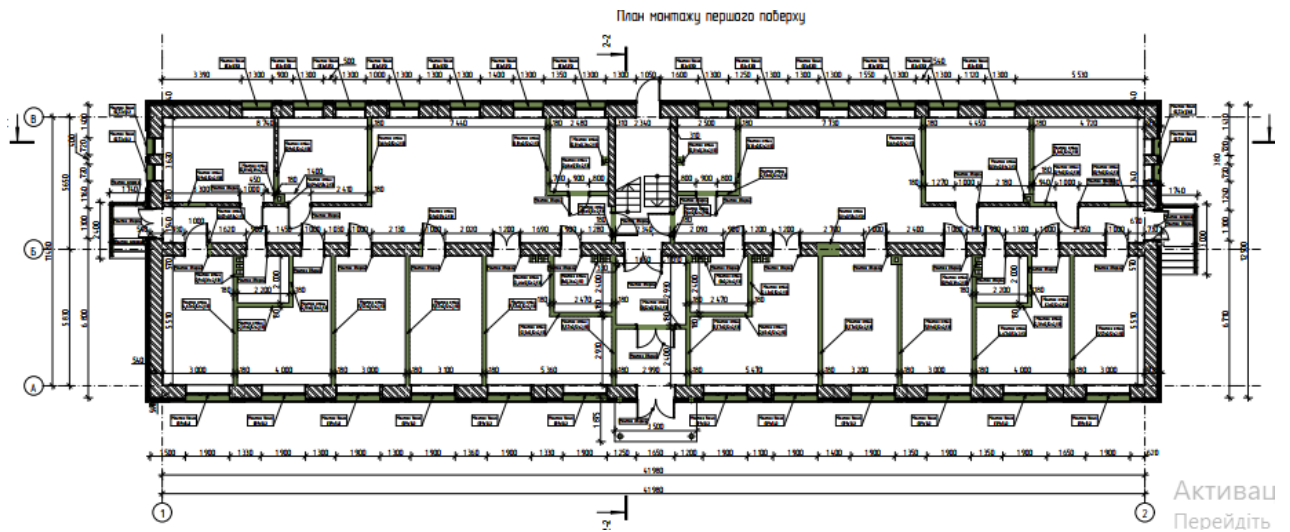


Рисунок 5.5 План перепланування кімнат 1-го поверху будівлі.

Після демонтажу міжкімнатних перегородок, заміни вікон, влаштування нових перегородок на кожному поверсі були утворені по 2 квартири.(рис. 5.6)

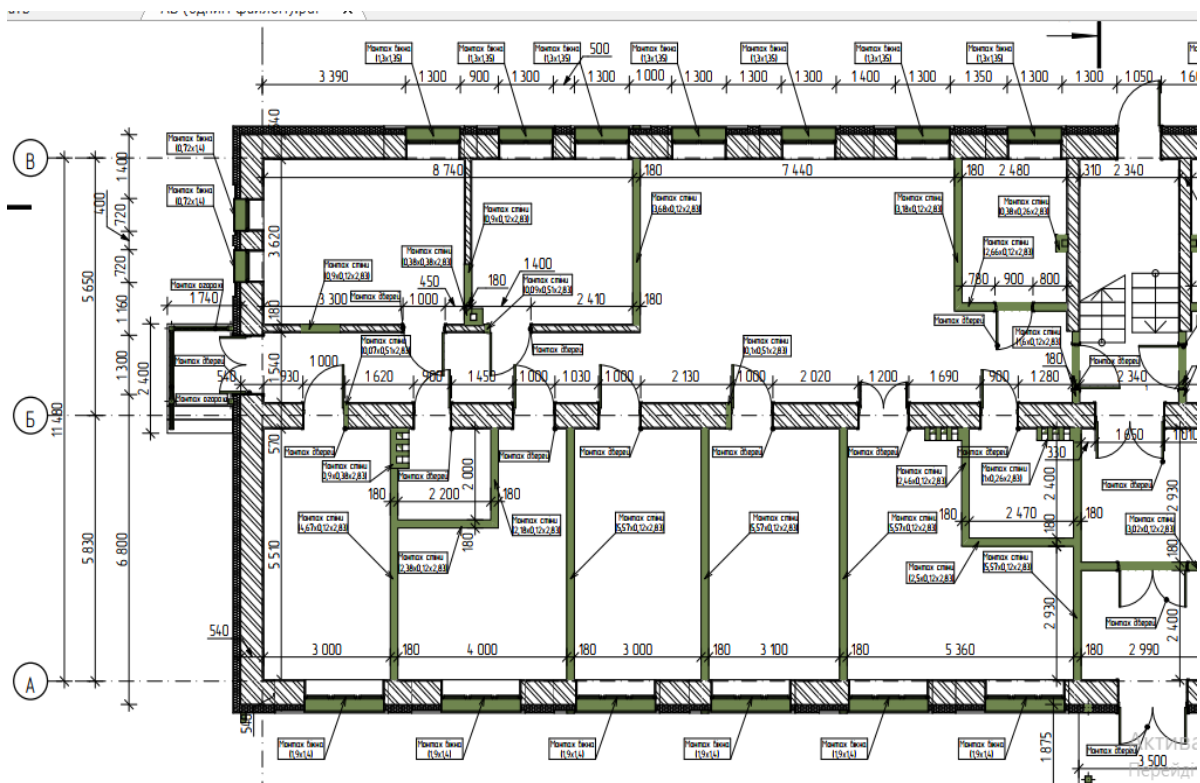


Рисунок 5.6 План 5-ти кімнатної квартири однієї з 4-х квартир після

демонтажу існуючих перегородок і влаштування нових внутрішніх стін.

Інженерне забезпечення термомодернізованої будівлі передбачає автономне забезпечення доступу до мережі інтернет, систем каналізації, води, опалення.

На 2-му поверсі розміщено 2 квартири, в одній із них передбачено 5 дитячих кімнат, кухня-їдальня, батьківська кімната, санвузол, підсобні приміщення, відпочинкова зала з санвузлом. Інша квартира на 2 поверху передбачає наявність 3-х дитячих кімнат, батьківської кімнати, кухні-їдальні, санвузла підсобного приміщення. Відпочинкова зала використовується для одночасних потреб мешканців 2-х квартир.

В частині проекту передбачено встановлення систем опалення та вентиляції багатокварних житлових будинків. Даний розділ розроблений згідно архітектурно-будівельної частини проекту та діючих нормативних документів.

Температура зовнішнього повітря прийнята $t=-22$ С, внутрішнього згідно ДБН В. 2.2-15-2015 "житлові будинки", тривалість опалювального періоду - 175 діб, Середня температура опалювального періоду - $0,8^{\circ}\text{C}$

Опалення:

Для забезпечення приміщень теплом використовуються автономні електричні котли встановлені на кухнях. Котли мають експлуатуватись на постійній основі для забезпечення нормованих температур повітря в обслуговуваних приміщеннях. Система опалення прийнята двотрубна з нижньою розводкою. Теплоносій в системі опалення - вода з параметрами $80-60^{\circ}\text{C}$.

Живлення система опалення через водопровід, який підключений до зворотньої лінії в конструкції котла. Система опалення прийнята двотрубна з нижньою розводкою. Теплоносій в системі опалення - вода з параметрами $80-60^{\circ}\text{C}$.

Трубопроводи монтуються із металопластикових труб прокладка трубопроводів передбачається в стяжці підлоги та в штробах стін в захисній гофротрубі "пешель". В якості опалювальних приладів прийняті радіатори опалення " Kermi тип 22 ". На підводках до радіаторів встановлюються автоматичні терморегулятори "Danfoss" що надає можливість регулювати температуру в кожному окремо взятому приміщенні. Випуск повітря - кранами Маєвського та в котлі.

З метою зменшення витрат енергоресурсів проектом передбачається:

- регулювання температури повітря в приміщеннях системою опалення за допомогою термостатичних вентилів, що розміщені на опалювальних приладах;
- влаштування ефективної теплоізоляції трубопроводів систем опалення.

Матеріали, що використовуються для теплової ізоляції трубопроводів опалення повинні мати показники пожежної небезпеки не вище ніж Г2, РП1.

Вентиляція:

Вентиляція будинку запроектована припливно-витяжна із механічним спонуканням (витяжні вентилятори сан.вузлах) .

Передбачено улаштування власних автономних вентканалів окремо для санвузлів та окремо для кухонь за допомогою каналів зі "спутниками". Приплив повітря - неорганізований, через вікна і двері.

Монтаж виконувати згідно норм та паспортів на обладнання. Вентиляційні канали в будівельних конструкціях мають межу вогнестійкості.

не менше EI30.

Передбачена реконструкція (без змін зовнішніх геометричних розмірів фундаментів в плані будівлі) громадського будинку під житловий будинок для внутрішньо переміщених осіб по вул. Рибальська, 1 в смт Меджибіж Хмельницького району, Хмельницької області.

Технічні рішення, які прийняті в робочих кресленнях, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших діючих норм і правил і забезпечують безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єкта при дотриманні заходів, що передбачені робочими креслення

Для забезпечення доступом до Інтернету розроблено проєкт мережі Інтернет в приміщенні електрощитової монтується низькострумний серверний шкаф розміром 9U, з встановлення всередині активного обладнання (головний маршрутизатор, до якого підключається волоконно-оптичний кабель від провайдера, два комутатори для підключення кінцевих споживачів першого та другого поверхів). Обладнання знаходить в одному серверному шкафу, для зменшення відстані між ними, та з'єднуються оптичними патчкордами, для отримання максимальної швидкості заявленої виробником. Проєктом передбачено встановлення розеток RJ-45, з підтримкою кабелю CAT.6, в місцях ймовірного підключення, а також встановлення точок доступу для забезпечення покриття Wi-Fi мережі в коридорах 1-го, 2-го поверхів та кімнати відпочинку. Внутрішня мережа прокладається кабелем стандарту CAT.6, для забезпечення швидкісного доступу до мережі.

Вертикальна прив'язка об'єкта виконана з урахуванням відміток прилеглого рельєфу, а також з урахуванням відміток прилеглої пішохідної частини.

Планування майданчика розроблена в ув'язці з висотним положенням навколишньої території, з урахуванням забезпечення водовідведення від фундаментів будівель і споруд, з максимальним збереженням існуючого рельєфу і мінімальними земляними роботами.

Водовідвід від фундаментів будівель і споруд забезпечується за допомогою ухилів відмосток, тротуарів, майданчиків та проїздів, а по проїздах, за рахунок поздовжнього і поперечного його ухилу.

За умовну позначку 0.000 прийнята позначка площини верху

пішохідної зони, що відповідає абсолютній відмітці 274,21 м. на генплані в Балтійській системі висот.

Вертикальна прив'язка об'єкта виконана з урахуванням відміток прилеглої проїжджої частини, а також з урахуванням відміток прилеглого рельєфу. У висотному відношенні ділянка характеризується наступним перепадом відміток:

- в Північній частині становить 272,11 м,
- в Південній частині – 274,60 м.

Проектом передбачено відведення зливових вод від будівлі за раунок влаштування вимощення в частині розміщення підвальної частини будівлі. Після завершення будівництва передбачається частковий благоустрій території.

Проектом благоустрою передбачається:

- благоустрій та озеленення території;
- влаштування відмосток;
- влаштування пішохідних тротуарів;
- влаштування асфальтованої дороги;
- влаштування дитячого майданчика;

В процесі будівництва слід врахувати підземні комунікації, що потрапляють під проектуючу частину. Всі проектні покриття виконуються після укладання і перенесення всіх підземних комунікацій, з обов'язковим погодженням відповідних служб міста.

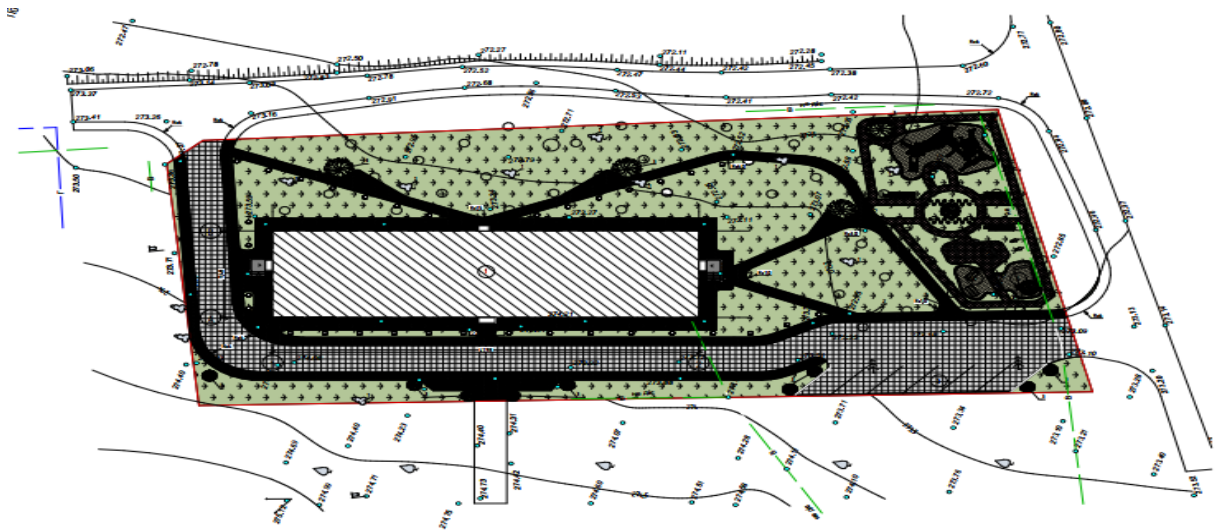
Благоустрій території передбачається виконати зі стійких матеріалів, з урахуванням навантаження. Перед початком виконання земляних робіт при необхідності отримати погодження відповідних організацій в установленому порядку.

Всі проектні покриття виконуються після укладання і перенесення всіх підземних комунікацій.

Інженерно-транспортна інфраструктура передбачає загальну ширину проїжджої частини вул. Рибальська складає 4,5-5,0м.

Обслуговування території села пасажирським транспортом здійснюється за рахунок автобусів, маршрутних таксі, траєкторії яких проходять по сусідніх вулицях. Отже, існуюча транспортна мережа, види транспортного обслуговування і нормативний доступ до них відповідає ДБН В.2.2-12:2019.

На рис. 5.7 наведені складові генплану громадської будівлі після знесення існуючих будівель та внутрішнього перепланування приміщень та утворення 4 квартир для ВПО.



№пп	Найменування	Примітка
1	Споруда що підлягає реконструкції	Існуючий
2	Дитячий майданчик	Проектований
3	Паркінг на 5 автомобілів	Проектований
4	Пісочниця	Проектований

Рисунок 5.7 Генплан громадської будівлі після термомодернізації .

На рис. 5.8 приведений вузол утеплення стіни та заміни азбестоцементного покриття металопластиковою арматурою.

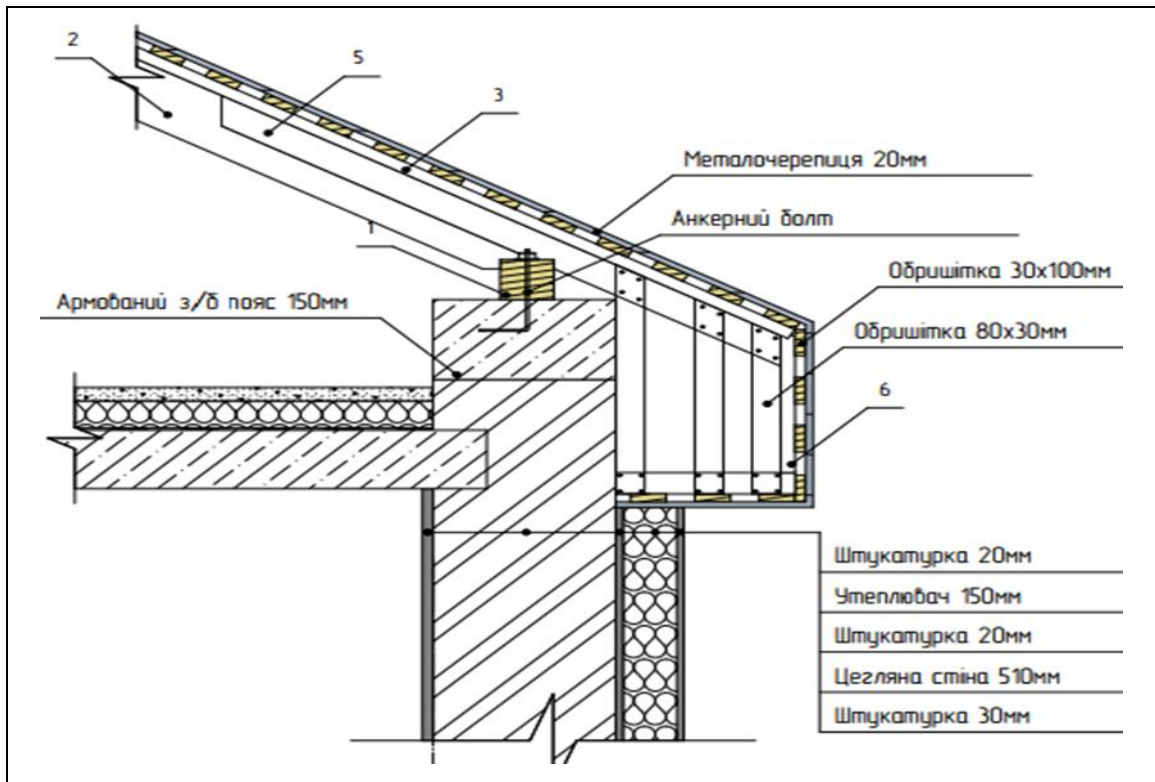


Рисунок 5.8 Вузли утеплення стіни та заміни азбестоцементного покриття металопластиковою арматурою.

На рис. 5.9 приведені вузли плит перекриття на першому і другому поверхах з влаштуванням підлоги. На 1-му поверсі будівлі передбачений демонтаж дерев'яної підлоги, влаштування засимки, чернкової стяжки, гідроізоляції, утеплювача, чистової стяжки і чистової підлоги з лінолеуму.



Рисунок 5.9. Вузли плит перекриття на першому і другому поверхах.

Конструктивне рішення підлоги на 2-му поверсі (відм. +3,050) передбачається влаштування гідроізоляції, стяжки, клеючого розчину та лінолеуму.

Покрівля двоскатна із влаштування зовнішньої водостічної системи. Головний вхід в приміщення будівлі розташований з сторони західної сторони будинку.

В цокольну частину є один окремий вхід-вихід зв'язаних з верхньою частиною. Висота всіх поверхів складає 2,75 метра, крім підвального, його висота складає 2,0 метра.

Головний нормативний документ щодо необхідності звукоізоляції будівельних конструкцій - ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму». Відповідно до вимог ДБН перекриття між двома квартирами повинна мати індекс ізоляції повітряного шуму $R_w \geq 52$ дБ, а індекс приведенного рівня ударного шуму під перекриттям $L_{nw} \leq 55$ дБ.

На рис. 5.10 приведений вузол влаштування звукоізоляції в міжповерхового перекритті.

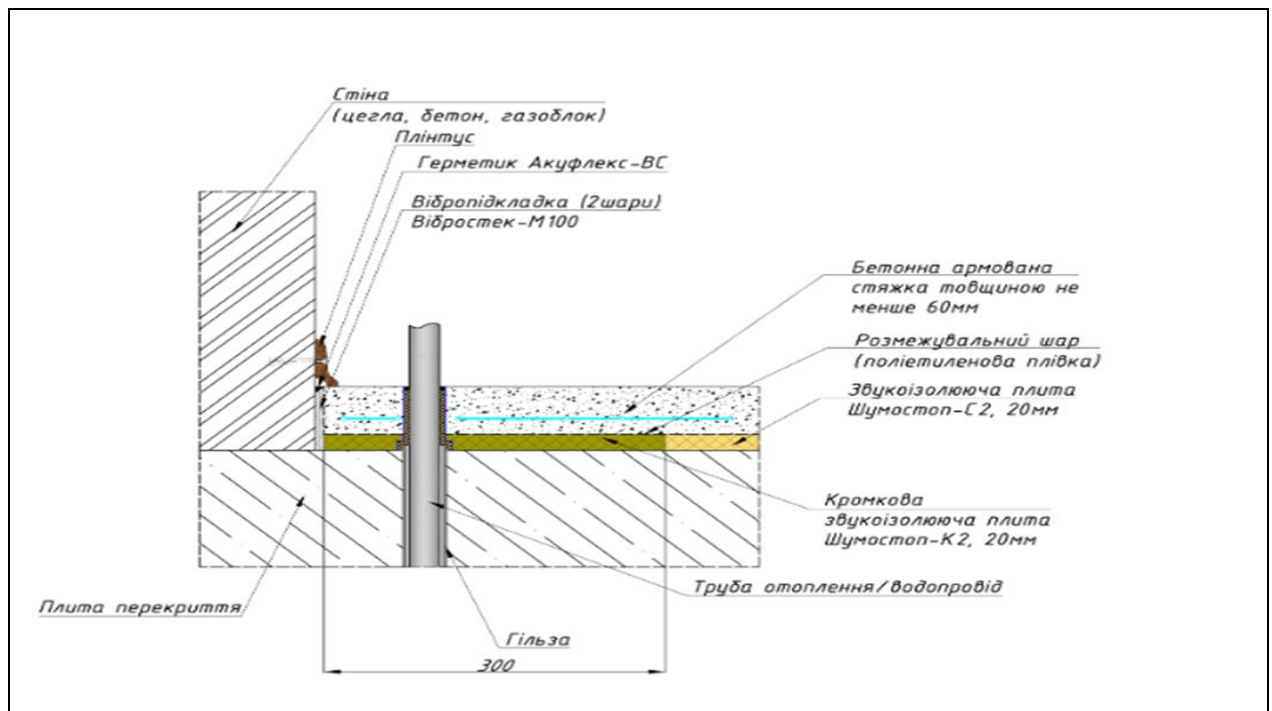


Рисунок 5.9 Схема влаштування звукоізоляції міжповерхового перекриття.

Внутрішнє оздоблення приміщень передбачає штукатурку та шпаклівку внутрішніх стін поверху з послідуною покрасою водоемульсійними красками та облицюванням керамічною плиткою в залежності від призначення приміщення. На підлозі влаштується ліноліумне покриття та керамогранітна плитка. Стеля передбачає водоемульсійну покраску та підвісна типу “amstrong” в залежності від призначення приміщення.

Опорядження і покриття підлоги, стін та стелі на шляхах евакуації виконані з негорючих матеріалів (проектм виконується демонтаж горючих матеріалів з заміною на негорючі).

Основні техніко-економічні показники до схеми генерального плану приведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 Техніко-економічні показники до схеми генерального плану.

№ п.п.	Найменування	Одиниці	Примітки
1	Загальна площа ділянки	га	0,30
2	Площа забудови	м ²	558,73
3	Площа заощення	м ²	1240,25
4	Площа озеленення	м ²	1294,02
5	% забудови	%	18,06
6	% заощення	%	40,10
7	% озеленення	%	41,84
8	Загальна площа	м ²	883,51
9	Будівельний об'єм будівлі	м ³	5799,61
10	Висота будівлі	м	10,38

ЗАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Через війну, розв'язану росією проти України на початок агресії виникла така категорія людей, як внутрішньо переміщені особи (ВПО), чисельністю більше 4,9 млн осіб, які перемістились зі Сходу України в західну і центральну частину країни, більше 6 млн осіб переїхали в європейські країни, спочатку найбільше українців прийняла Польща, на сьогодні частина переселенців з Польщі перемістились до Німеччини та інших країн. Станом 11 травня 2022 р кількість ВПО в Україні перевищила 8 млн чоловік, а на серпень 2022 року їх чисельність становила 6,9 млн осіб. Для ВПО будувалось тимчасове житло, використовувались дитячі садки, школи та інші громадські будівлі.

3. За останні 2 роки війни загальні обсяги будівництва житла скоротились майже в 2 рази. Зруйновано 10% житлового фонду.

4. З 2024 року Україна відмовилась від імпорту приблизно третини природного газу (10-13 млрд м³) при власних обсягах видобутку 18,6 млрд м³. Саме тепло модернізація житлового фонду має компенсувати відмову від імпорту природного газу.

5. Від ракетних обстрілів Україна втратила 50 електро генеруючих потужностей. З 2024 року за заявою уряду Україна переходить до електроопалення нового житла. Передбачено зростання потужності з 3 до 5 кВт енергії на одну квартиру. Обленерго мають це реалізувати протягом 2-х років за власний рахунок. Планується протягом 5-10 років побудувати

6. Вимоги термомодернізації існуючого житла і будівництво нового житла мають відповідати вимогам нових ДБН В.2.6-31:2021, які передбачають зростання термічного опору стін до 4,0 м² · К / Вт для 1 кліматичної зони (приблизно в 4 рази по відношенню до показників будинків побудованих до 1990 року).

7. Утеплення застарілих громадських будівель виконується «сухим» і «мокрим» методом. Для утеплення використовується пінополістирол,

базальтова вата. До нових інноваційних теплоізоляційних матеріалів відноситься газобетон марки D100 і D150 та аерогель, які в Україні не виробляються і являються дорогими.

8. Європейський досвід свідчить, що самим дієвим важелем зменшення споживання викопних видів палива є зростання податків на викиди CO₂. В країнах ЄС за 1 т викидів CO₂ виплачується в середньому 50-60 євро/тону, в Україні в 2019 і 2020 році збільшили податок в 27 раз і ще в 3 рази до 30 грн/тону.

9. Світовий і вітчизняний досвід показує, що для утеплення будівель використовують як сухі, так і мокрі технології. Мокрі технології утеплення являються більш дешевими. Використання навісного вентильованого фасаду потребує металу і може виконуватись протягом року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на початок 2024 року.
https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf.
2. Сердюк Т.В., Сердюк В.Р. Зростання обсягів житлового будівництва в умовах демографічної кризи. Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». ВНТУ. Том 32 №1. (2022). – С.79-88.
3. Гаевская З. А., Лазарева Ю. С., Лазарев А. Н. Проблемы внедрения системы «зеленых» стандартов // Молодой ученый. - 2015. - №16. - С. 145-152.
4. Electronic resource] / NOAA National Centers for Environmental Information, 2020 – Mode of access: <https://www.giss.nasa.gov/research/news/20200115/>.
5. General Environmental Health and Safety Guidelines. World Bank Group, pp. 71, 91, 94 (2007).
http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHS.
6. Методическая записка по надлежащей практике. Асбест: вопросы гигиены труда и охраны здоровья населения. <http://siteresources.worldbank.org/EXTPROPS/Resources/Resources/>.
7. Хохлов О. Г., Козарь В. І., Козарь Л. М. Житловий фонд України – глобальні проблеми сьогодення. Економічні науки. Вісник Хмельницького національного університету 2019, № 3. –С.207–211.
8. Онищук Г.І. Реконструкція житла в Україні: досвід, проблеми та шляхи їх вирішення. Державний науково-дослідний та проектно-вишукувальний інститут «НДІпроектреконструкція», м. Київ. Научно-технический сборник №59. –С.3–10.
9. Сердюк В.Р., Франишина С.Ю., Сердюк Т.В., Христич О.В. Організаційно-технологічні заходи термомодернізації застарілого житлового фонду. Вісник ВПІ. 2022. № 2. С.6-17.

10. Иванова, К.А. «Зеленые» стандарты в строительстве/ К.А. Иванова, А.С. Журенкова// Молодой ученый.- 2016. - №9.1 (113.1). - С. 31-34.
11. LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction -2009 Edition.
12. BREEAM – метод оценки экологической эффективности зданий по всему миру. – <http://www.rugbc.org/assets/files/1315/original/>.
13. DGNB GmbH DGNB System — New buildings criteria set. Version 2020 International. 2020.
14. Реестр проектов DGNB. URL: <https://www.dgnb-system.de/en/projects/>.
15. Білик О.А. Зелене будівництво: концепція, причини та тенденції розвитку Науковий вісник Херсонського державного університету. Випуск 20. Частина 1. 2016. –С.53-57.
16. Проект пассивного будинку в Польщі. Режим доступу : <http://novatechnika.info/proekty/250-proektpasivnogo-budinku-v-polshchi>.
17. Что такое экологическое строительство? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://green-city.su/chto-takoeekologicheskoe-stroitelstvo/>.
18. Можно ли утеплить стены газобетоном: применение плит «Мультипор» для теплоизоляции помещений. <https://kraska.guru/dom/istorii/plity-multipor.html>
19. Multipor mineraalsoojustusplaat Majatohter <https://majatohter.ee/tooted/soojustusmaterjalid/mineraalnesoojustus/multipor-mineraalsoojustusplaat/>.
20. Майстренко А.А., Амеліна Н.О., Бердник О.Ю., Рижанкова Л.М., Яковлева О.М. Технологічний аналіз вибору системи утеплення зовнішніх стін. Науковий вісник будівництва, 2020, Т.99, № 1.-С.110-124.
21. Сердюк В.Р. Розширення функціональних властивостей навісних вентильованих фасадів при утепленні будівель. Наук-тех журн. «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2023. –С.91-100.
22. Мінрегіоні визначились, які будинки першими пройдуть термомодернізацію. <https://www.slovoidilo.ua/2016/03/14/>.

23. Урядовий портал: Термомодернізація житлових будівель та бюджетних установ - одне з пріоритетних питань політики України у сфері енергоефективності. www.kmu.gov.ua
24. Назиров Р. А., Белов Т. В. Влияние сопротивления теплопередачи утеплителя на распределение температурных полей в стеновых ограждениях с навесными вентилируемыми фасадами // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2014. Vol. 7. № 2. P. 207-213.
25. Протасевич, А.М. Классификация вентилируемых фасадных систем. Влияние теплопроводных включений на их теплозащитные характеристики / А.М. Протасевич, А.Б. Крутилин // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – № 8. – С. 57–62.
26. Стали нержавеющей. Часть 1. Перечень нержавеющей сталей. СТБ EN 10088-1-2009. – Минск: Государственный Стандарт Республики Беларусь, 2009. – 69 с.
27. Сонячні панелі Liberta Solar. <https://rautagroup.com/uk/product/liberta-solar-uk/>.
28. Liberta Solar <https://rautagroup.com/uk/product/liberta-solar-uk>.
29. Вентилируемые фасады из солнечных батарей с КПД 18% уже доступны в Канаде. <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/4962-ventiliruemye-fasady-iz-anade.html>.
30. Аерогельна теплоізоляція для промисловості <https://est-est.prom.ua/ua/g24123390-aerogelnaya-teploizolyatsiya-dly>.
31. Elshazli M.T., Mudaqiq M., Xing T., Ibrahim A., Johnson B., Yuan J. Experimental study of using Aerogel insulation for residential buildings //Advances in Building Energy Research. 2021. Pp. 1–20.
32. Golder S., Narayanan R., Hossain M.R., Islam M.R. Experimental and CFD investigation on the application for aerogel insulation in buildings // Energies. 2021. T. 14. № 11. С. 3310.

33. Aerogels/Ed.J. Fricke. – Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo: SpringerVerlag, 1986. – 205 p.
34. Cinzia Buratti, Elisa Moretti, Elisa Belloni and Michele Zinzi. Experimental and Numerical Energy Assessment of a Monolithic Aerogel Glazing Unit for Building Applications // Applied Sciences – 2019 – 9(24), 5473.
35. Анализ размера и доли рынка аэрогеля - тенденции роста и прогнозы (2023 - 2028 гг.) Source: <https://www.mordorintelligence.com>.
36. Конструкції будинків і споруд. Блоки віконні та дверні. Загальні технічні умови. Державний стандарт України. ДСТУ Б В.2.6-23-2009. – Електронний ресурс. – Доступний з: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/5-1-0-1077>.
37. Оцінювання ефективності енергоспоживання у житлових будівлях (на прикладі Львівської області) [Електронний ресурс] / О.Ю.Трач // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2014. – № 2(12). – С. 159-164. – Режим доступу: <https://economics.opu.ua/files/archive/2014/No2/159-164.pdf>.
38. Фощ А.В. Термомодернізація будівель – ресурс енергозбереження в будівництві/ Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2016. – Вип. № 65. – С.137-141.
39. Жербин М.М., Большаков В.И. Новая концепция модернизации и надстройки существующих малоэтажных жилых зданий до любого количества этажей. Днепропетровск, Украина: Gaudemaus, 2000, 50 с.

ДОДАТОК А

ДОДАТОК Б

ВІДОМІСТЬ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

Аркуш	Найменування	Примітка
Лист 1	Мета. Задачі. Актуальність дослідження	
Лист 2	Динаміка кількості внутрішньо переміщених осіб	
Лист 3	Збитки від військових дій	
Лист 4	Стан енергетичного забезпечення	
Лист 5	План першого поверху	
Лист 6	Фрагмент обстеження будівлі	
Лист 7	Фасад в осях 1-2, фасад А-В, фасад В-А	
Лист 8	Порівняльні нормативні показники термічного опору	
Лист 9	Термічний опір стін в залежності від марки газобетону і товщини утеплювача D200	
Лист 10	Залежність втрат енергії огорожувальних конструкцій	
Лист 11	Інвестиції в будівництво нових електростанцій	
Лист 12	Експлуатаційні характеристики теплоізоляційних матеріалів	
Лист 13	Основні законодавчі документи	
Лист 14	Заходи національного плану з енергетики	
Лист 15	Варіанти термомодернізації	
Лист 16	Конструктивні схеми збірної системи з опорядженням	
Лист 17	Пінополістирольні панелі. Сфера застосування	
Лист 18	Фрагмент утеплення стіни	
Лист 19	Утеплення газобетон ними плитами	
Лист 20	Схема утеплення стін базальтовою ватою	
Лист 21	Німецький досвід утеплення будинків	
Лист 22	Зовнішні ролети	
Лист 23	Коефіцієнт теплопровідності	

ДОДАТОК В

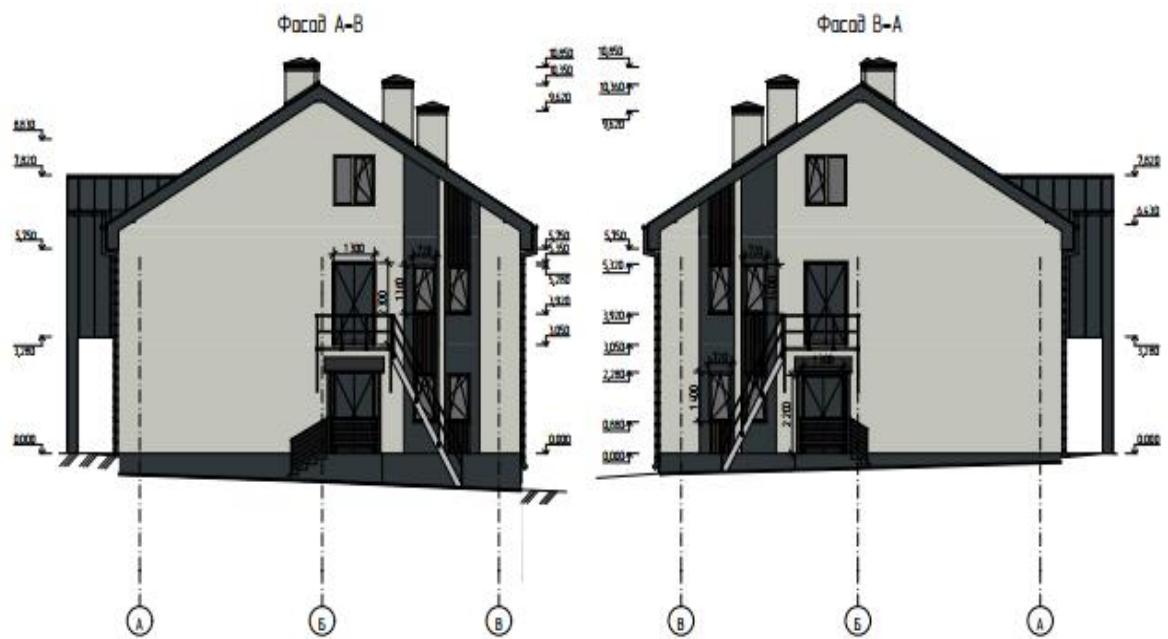
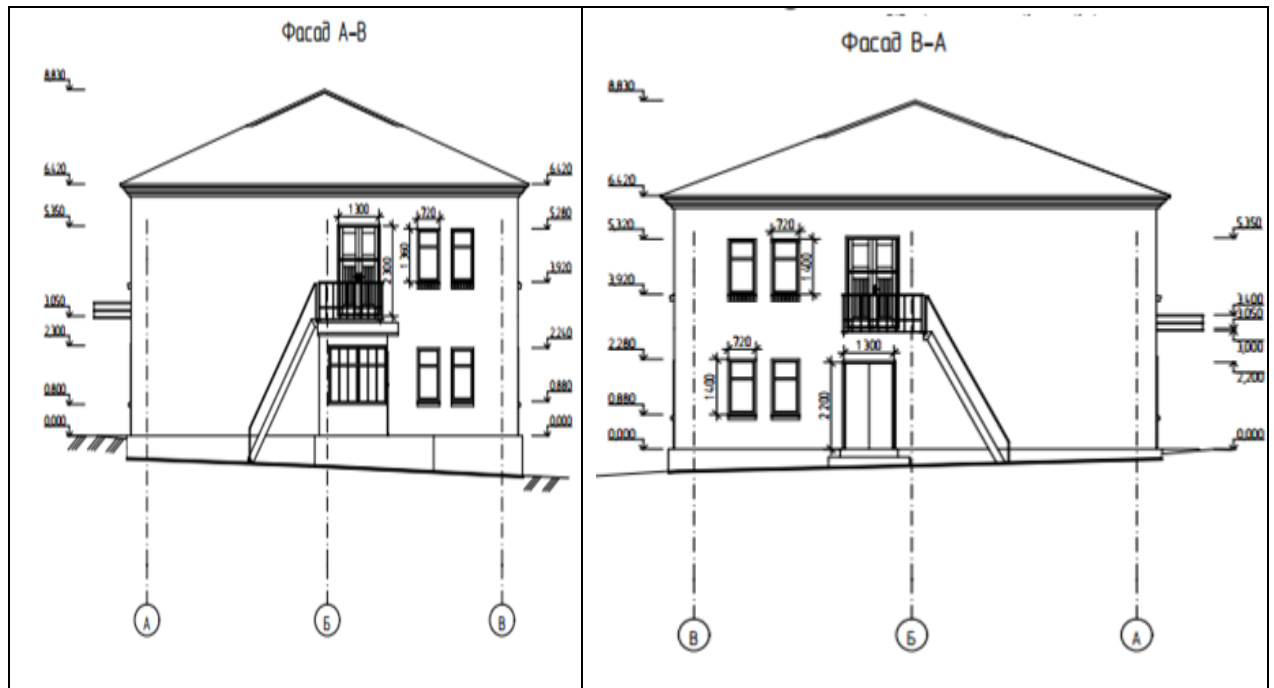
Фасади будівлі до та після термомодернізації

Фасад в осях 1-2



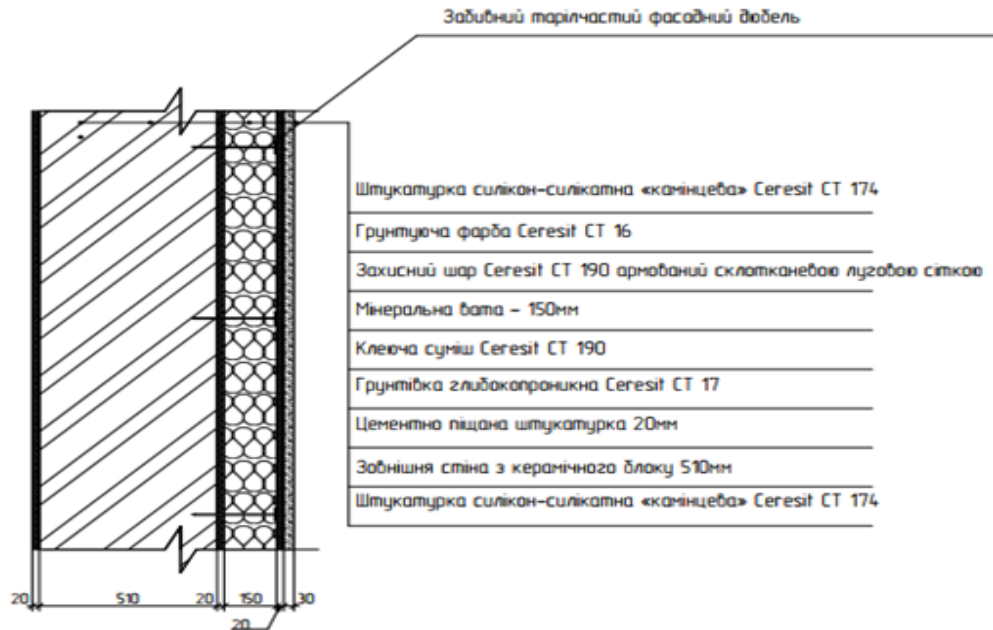
Фасад 2-1





ДОДАТОК Г

Вузол Б (Вузол утеплення стіни)

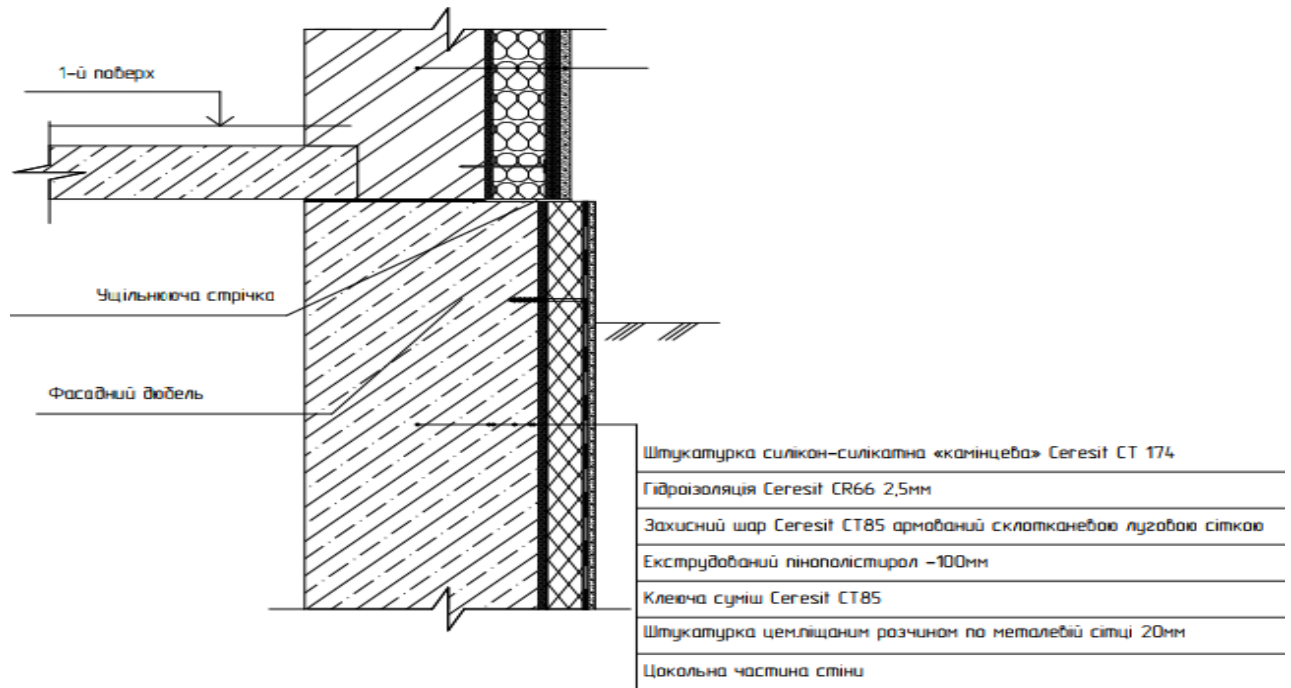


Вузол плити перекриття на відм. +0,000



ДОДАТОК Д

Вузол утеплення фундаменту



Вузол підлоги

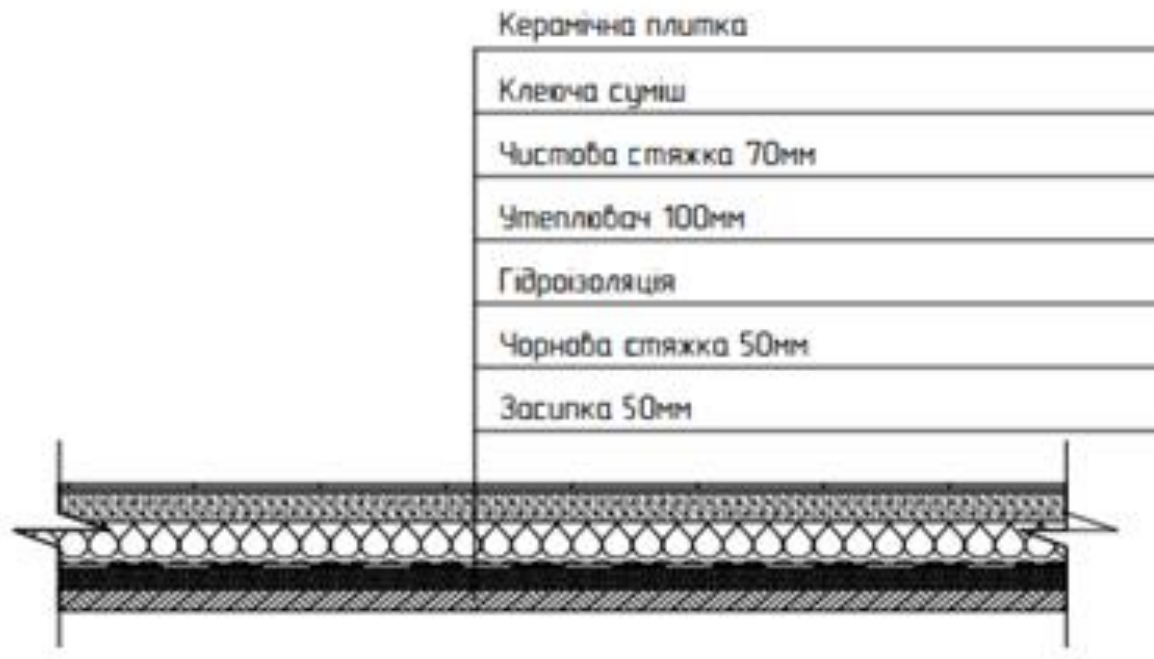
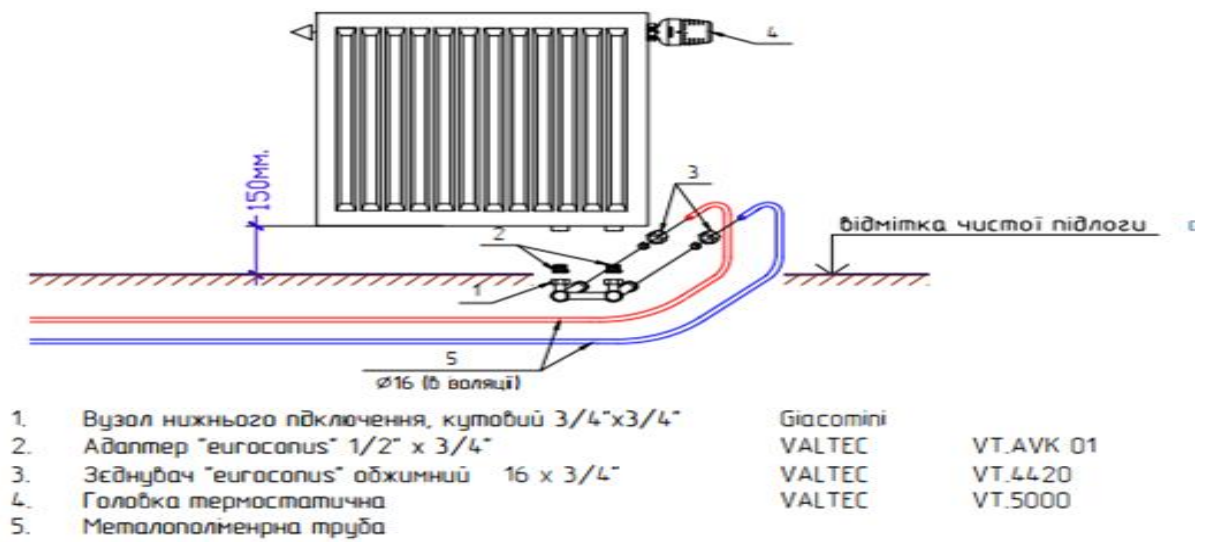


Схема підключення радіатора опалення та фасади термомодернізованої будівлі



Фасади термомодернізованої будівлі



ЕНЕРГЕТИЧНА ЕТИКЕТКА СВІТЛОПРОЗОРОЇ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ		
Повне найменування або торгівельна марка світлопрозорої огороджувальної конструкції		
Габаритні розміри (висота × ширина), м		
Тип профілю та його товщина, мм		
Варіант скління		
Приведений опір теплопередачі R_w , $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$		
Масова повітропроникність (за умови $\Delta p_o = 10 \text{ Па}$) G_k , $\text{кг}/(\text{m}^2 \cdot \text{год})$		
Світлопрозора частка F_w		
Загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії g_w		
Найменування міста та області України		
	Клас енергоефективності за опалувальний період	
	Клас енергоефективності за період охолодження	

Мета МКР: Термомодернізація громадської будівлі (без змін зовнішніх геометричних розмірів фундаментів в плані) для потреб ВПО з врахуванням сучасних енерго-екологічних вимог.

Задачі дослідження:

- дослідження сучасного стану будівництва житла та наслідків військових дій;
- динаміка ВПО та міграційних процесів через військові дії на території України;
- наслідки та проблемні питання відновлення будівельних об'єктів, мокрий та сухий метод утеплення, удосконалення нормативної бази будівництва нових та реконструкції існуючих екологічні наслідки, парниковий ефект, структурні зміни енергетичного забезпечення житлового фонду;
- інноваційні технології утеплення існуючих будівель;
- організація утеплення існуючих і нових будинків;

Об'єкт дослідження; термомодернізація громадських і житлових будівель в умовах оновленої енергетичної стратегії України.

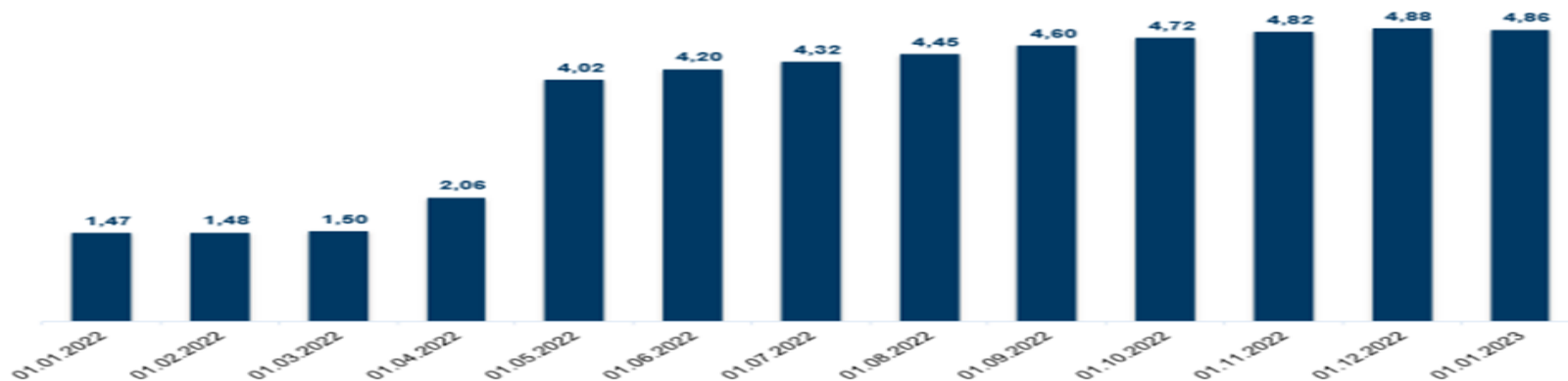
Публікації:

Стаття : Сердюк В. Р., Рудик С. В., Гоголь С.В. «Використання традиційних та інноваційних теплоізоляційних матеріалів для утеплення стін житлових та громадських будівель Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». 2024. Том. –С.

Стаття : Сердюк В. Р., Павловський С.А., Рудик С.В. Структурні зміни енергетичного забезпечення житлового фонду. Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». ВНТУ 2024.

Теза: В.Р.Сердюк, Рудик С.В. Підвищення ролі вікон при теплоізоляції фасадів будинків: німецький досвід.

Динаміка кількості внутрішньо переміщених осіб станом за 2022 рік, 2 млн. осіб



Збитки від військових дій станом на 24.02.2023 у млрд. дол. США

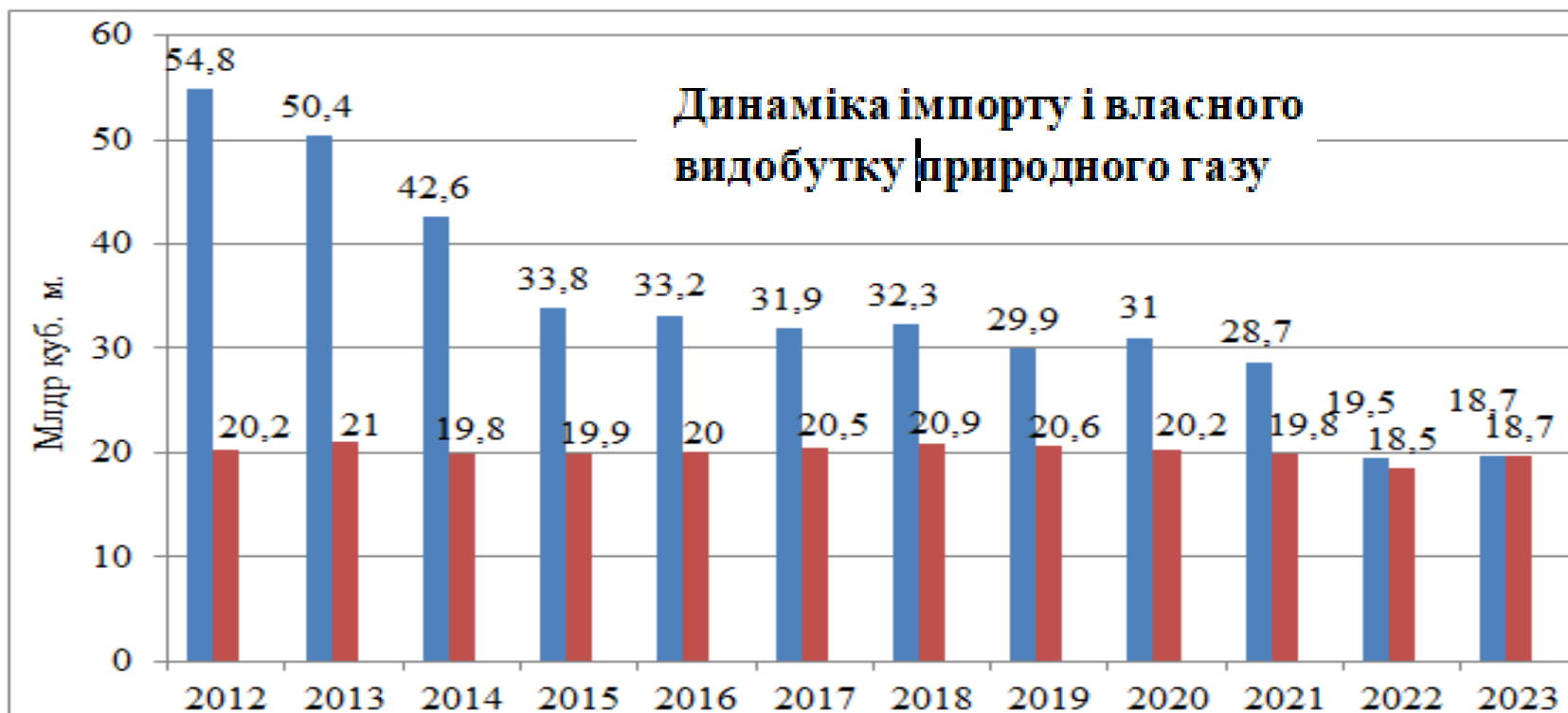
Сектор	Пошкодження	Потреби
Житло громадян	50,4	68,6
Освіта і наука	4,4	10,7
Охорона здоров'я	2,5	16,4
Соціальний захист і засоби до існування	0,2	41,8
Культура і туризм	2,6	6,9
Енергетика і добувні галузі	10,6	47,0
Транспорт	35,7	92,1
Телекомунікації та цифрові технології	1,6	4,5
Водопостачання і очищення води	2,2	7,1
Муніципальні послуги	2,4	5,7
Сільське господарство	8,7	29,7
Промисловість і торгівля	10,9	23,2
Іригація, управління водними ресурсами	0,4	8,9
Фінанси і банківська справа	0,0	6,8
Охорона довкілля і ліси	1,5	1,5
Державне управління	0,3	0,6
Розмінування	-	37,6
Інші	0,3	1,5
Всього	134,7	410,6

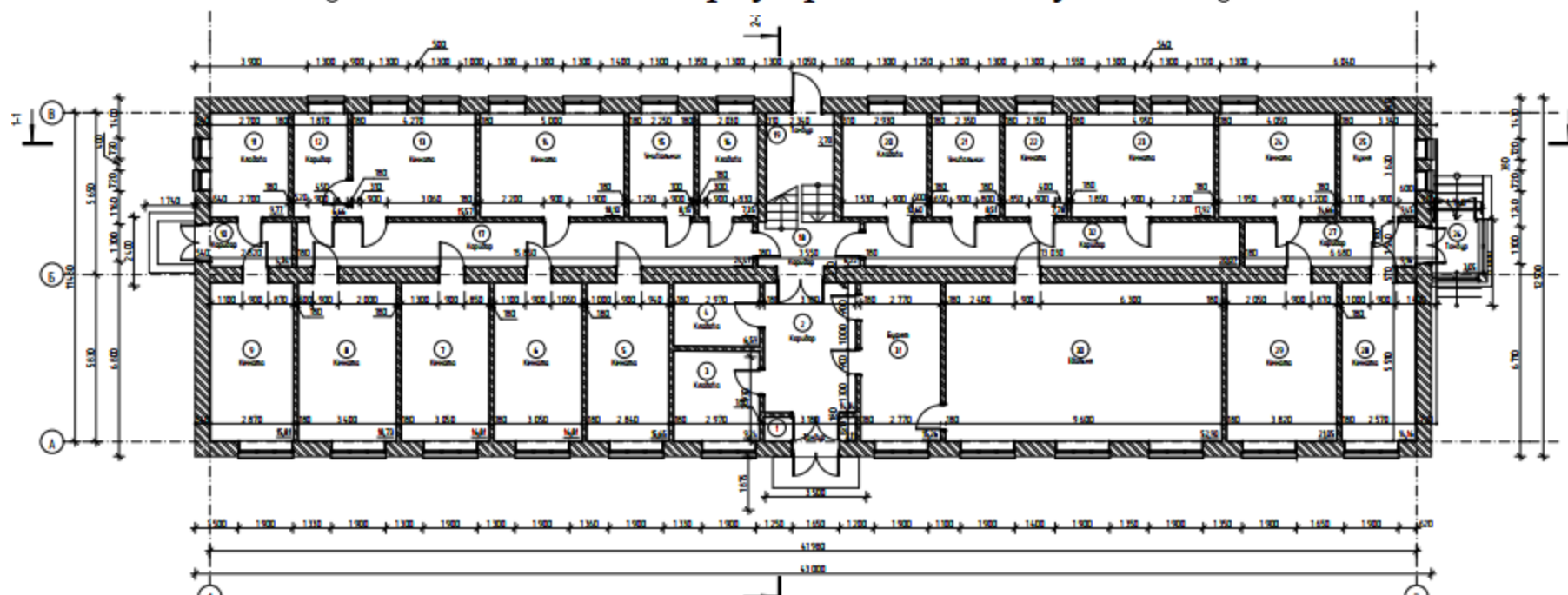
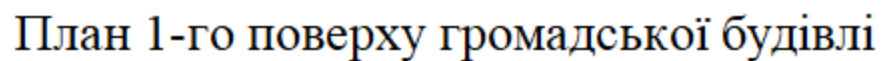
Джерело: The World Bank, the Government of Ukraine, the European Union, the United Nations.
«Rapid Damage and Needs Assessment».

СТАН ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОВОГО БУДІВНИЦТВА ТА УТРИМАННЯ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

4

1. З 2024 року Україна відмовилась від імпорту природного газу (приблизно 10-13 млрд м³) при власному видобутку 18-20 млрд м³.
2. З 2024 року передбачений перехід до електроопалення нових житлових будинків. В результаті війни знищено 50% електрогенеруючих потужностей країни.
3. НКРЕКП внесла зміни, передбачено збільшення потужності забезпечення з 3 до 5 квт·год на квартиру і обленерго мають це зробити протягом 2 років.
4. Передбачено протягом 5-10 років вкласти до \$15 млрд в будівництво електростанцій на ВДЕ та добудувати 2 енергоблоки на Хмельницькій АЕС.
5. Планується до 2032 року термомодернізувати ~ 50% будівель, і 100% до 2050 року





Фрагменти обстеження будівлі

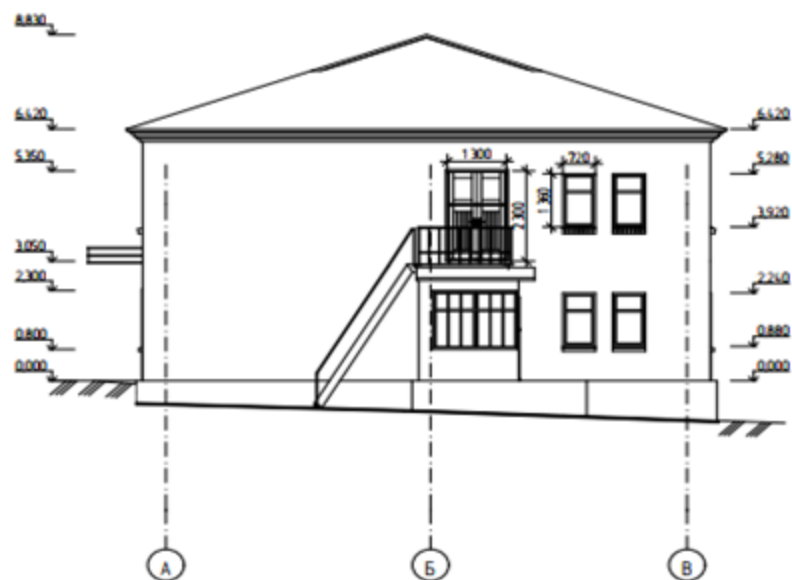
6



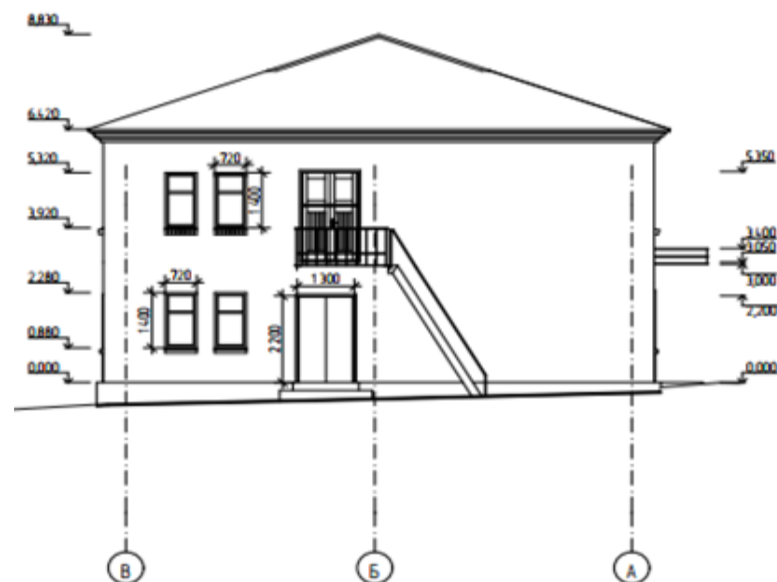
Фасад в осях 1-2



Фасад А-В



Фасад В-А



8

Порівняльні нормативні показники термічного опору огорожувальних конструкцій застарілих будівель, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$

Тип огородження застарілого житлового фонду	Товщина, мм	Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$
Зовнішні стіни з легкого бетону	300	0,74
	350	0,83
Тришарові панелі з ефективним утеплювачем	300	0,80
	350	0,90
Двошарові панелі	350	0,70
Ніздрюватий бетон	250	0,73
	300	0,84
Цегла керамічна, силікатна густиною 1400-1650 $\text{кг} / \text{м}^3$	380	0,78
	510	1,00
Цегла керамічна, цегла силікатна густиною більше 1650 $\text{кг} \text{ м}^3$	380	0,63
	510	0,79
Полегшене цегляне мурування густиною менше 1400 $\text{кг} / \text{м}^3$	380	0,89

Порівняльні показники прогресивних нормативних вимог термічного опору стін

9

Країна	Німеччина	Данія	Великобританія	Норвегія	Швеція	Фінляндія	Україна
Рік прийняття	2009	2006	2010	2007	2008	2010	2022
Стіни	3,57	5,00	5,55	5,56	5,56	5,88	4,0-3,5
Покрівля	5,00	5,56	6,67	7,69	7,69	11,11	6,0-5,5
Вікна	0,77	0,67	0,67	0,83	0,76	1,0	0,75-0,6
Підлога	2,86	6,67	4,76	6,67	6,67	5,88	4,95-4,5

1. Стіни з цегли товщиною 510 мм забезпечували термічний опір стіни біля 1,0 м²·К/Вт

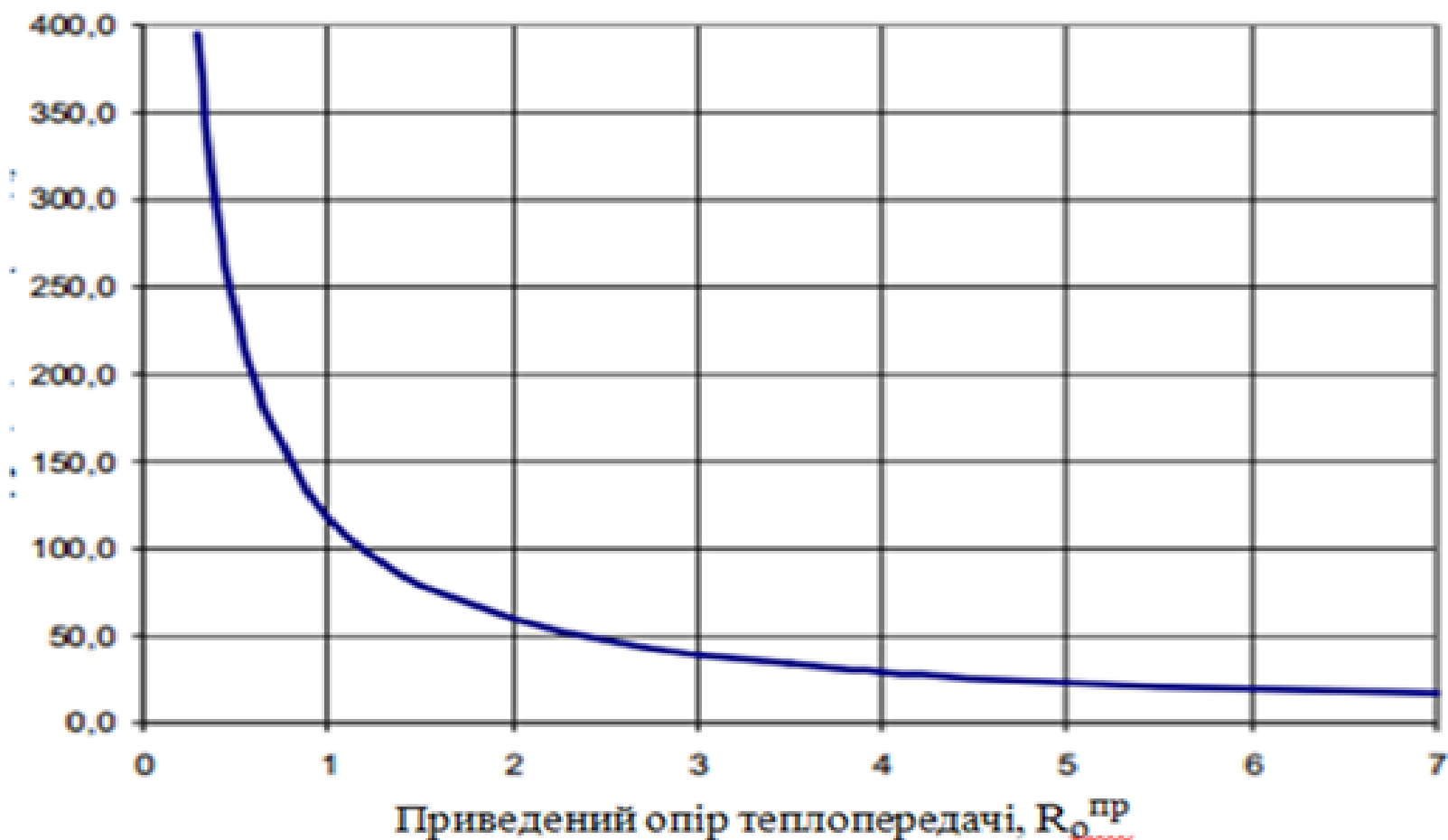
2. ДБН В.2.6-31:2021 передбачає з вересня 2022 року зростання термічного опору до 4,0 м²·К/Вт для 1 кліматичної зони.

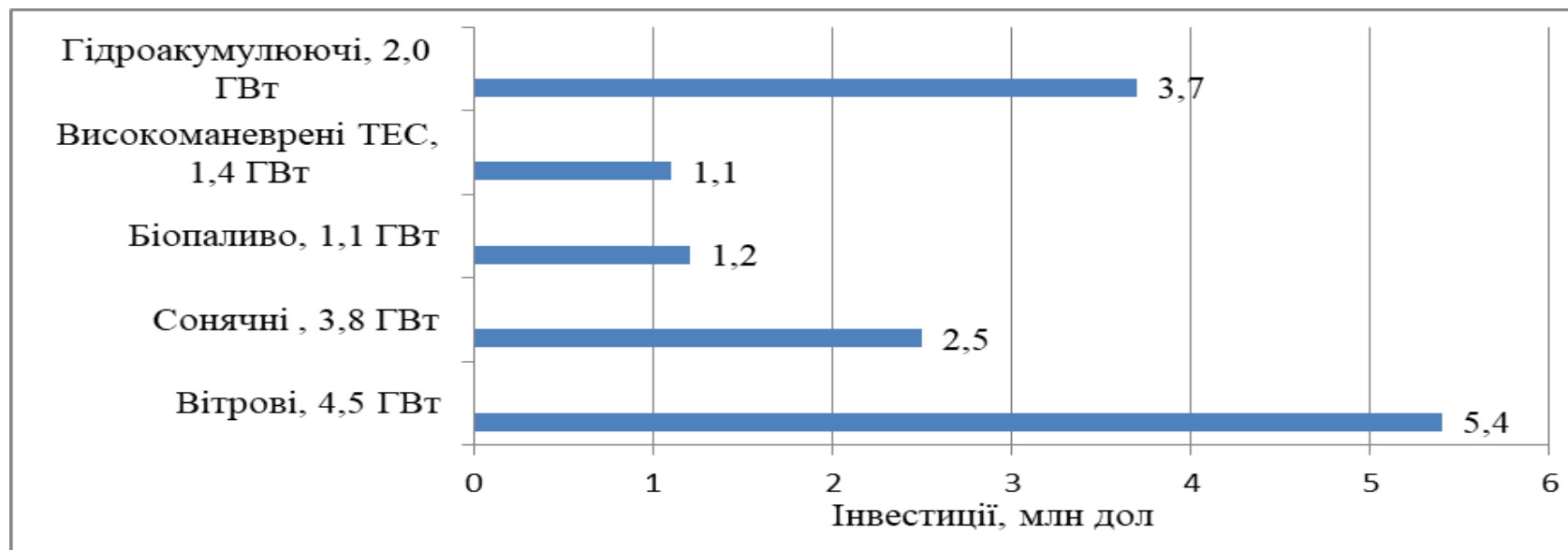
3. В кранах ЄС діє Директиви про енергетичну ефективність будівель № 2010/31 / EU (EPBD) передбачає з 2021 р всі нові будівлі (адміністративні - з 2019) будуватися як будівлі з «майже нульовим споживанням енергії». «Пасивний» будинок має термічний опір стін не менше 6,67 м²·К/Вт

Залежність втрат енергії огорожувальної конструкції від приведеного опору теплопередачі.

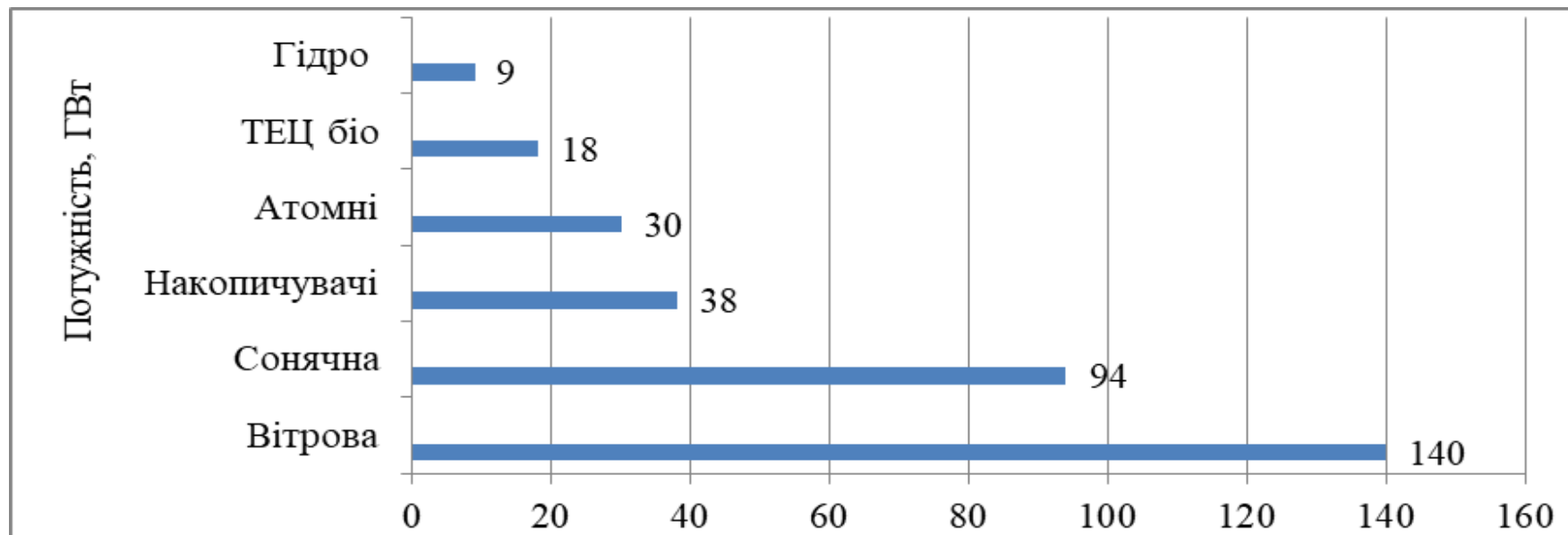
10

Тепловтрати через 1 м² огорожувальної
конструкції, кВт год(м²· рік)





Потенціал нарощування енергетичної потужності до 2050 року.



Матеріал	Щільність, кг/куб.м	Теплопровідність Вт/(м×С°	Паропроникність, мг/(година×м×Па)
Мін. вата	50-200	0,048-0,07	0,2-0,3
Пінополістирол	33-150	0,031-0,05	0,13-0,21
Пінопласт ПВХ	125	0,052	0,22
Пінополіуритан	30-80	0,02-0,041	0,09-0,17

Горіння фасаду з пінополістиролом та комбіноване використання мінеральної вати та пінополістиролу

ДБН В.2.6-33:2018

«Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією» регламентує використання теплоізоляції з врахуванням її горючості (НГ, Г1, Г2, Г3) і поверховості будівлі



Основні законодавчі документи, що регламентують термомодернізацію застарілого житлового фонду

13

Нормативно-правове забезпечення реалізації термомодернізації кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду

→ Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»

→ Закон України «Про фонд енергоефективності»

→ Закон України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації»

→ Закон України «Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання»

→ Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні»

Заходи Національного плану з енергетики та клімату України 2025-2030

14

- скорочення викидів парникових газів на 65% порівняно з рівнем 1990 року;
- кліматична нейтральність енергетичного сектору до 2050 року;
- частка відновлюваних джерел енергії у структурі валового кінцевого енергоспоживання не менше 27%;
- первинне споживання енергії не більше 72 224 тис. т н.е., кінцеве споживання енергії – 42 168 тис. т н.е.;
- очікувана економія енергії у будівлях органів державної влади не менше 24.9 ГВт•год/рік;
- зниження рівня імпортозалежності (брутто-імпорт у загальному первинному постачанні енергії) до 33%;
- поглиблення диверсифікації джерел і шляхів постачання енергоресурсів – не більше 30% від одного постачальника;
- повна і всебічна інтеграція ринків електроенергії та природного газу України з європейським ринком;
- вільне ціноутворення на енергетичних ринках з механізмами підтримки вразливих споживачів;
- розвиток та фінансування інновацій та досліджень в секторі чистих технологій, відновлюваної енергетики та низьковуглецевого виробництва.

Варіанти термомодернізації



Варіант А. Збереження поверховості



Варіант Б. Надбудова поверху



Варіант В. Надбудова поверху



Варіант Г. Зменшення поверховості

Зовнішній вигляд термомодернізованих будинків: варіант А — зі збереженням поверховості; варіанти Б, В, Г — зі зміною поверховості

Конструктивні схеми збірної системи з опорядженням зовнішніх стін легкими тонкошаровими і товстошаровими штукатурками

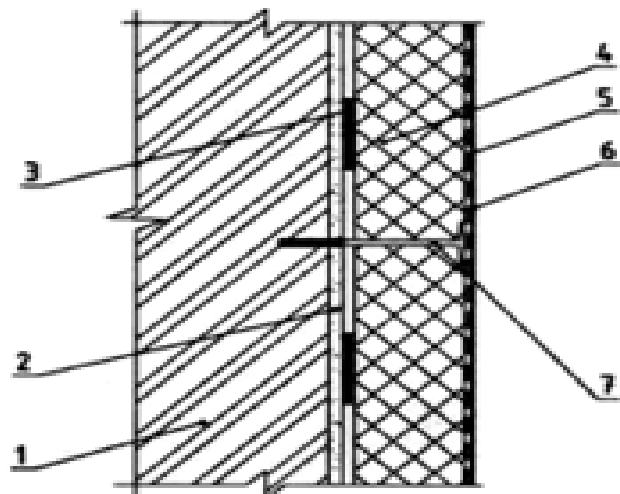


Рисунок А.1 — Конструктивна схема збірної системи з опорядженням легкими тонкошаровими штукатурками

1 - несуча частина стіни; 2 - вирівнювальний штукатурний шар; 3 - клейовий шар; 4 - шар теплової ізоляції; 5 - захисний шар, армований склосіткою; 6 -опоряджувальне покриття; 7 — елемент механічного кріплення утеплювача.

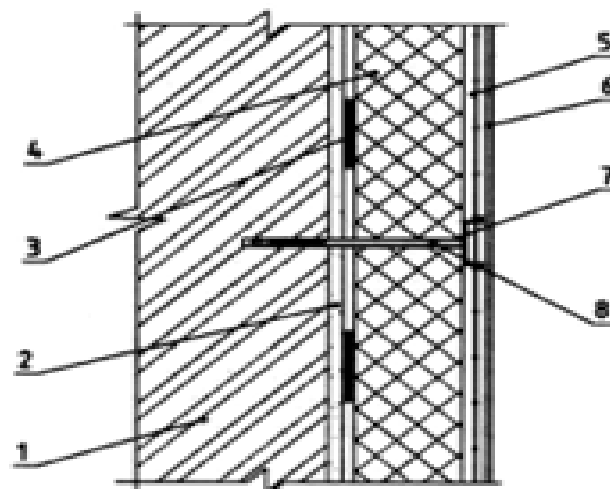


Рисунок А.2 — Конструктивна схема збірної системи з опорядженням товстошаровими штукатурками

1- несуча частина стіни; 2 - вирівнювальний штукатурний шар; 3 - клейовий шар; 4 - шар теплової ізоляції; 5 -захисний шар, армований металевою сіткою; 6 - опоряджувальне покриття; 7 - фіксатор металевої сітки; 8 -елемент механічного кріплення утеплювача.

Матеріал	Пінополіуретан	Піноізол	Мінвата	Пінопласт
Теплопровідність, Вт/(м · К)	0,025-0,035	0,035-0,038	0,046	0,04-0,05
Клас горючості	Г3, Г2, Г1	Г2	НГ	Г4
Паропроникність, мг/(м · год · Па)	0,02	0,021-0,024	0,49-0,6	0,03
Водопоглинання, %	2	18-20	1,5	3
Термін служби, років	50	30	10-20	15
Робоча температура, °С	-160...+150	-50...+120	-40...+120	-100...+75



А



Б



В



Зовнішній вигляд проміжного і стартового клямерів для фіксації облицювальних панелей до навісного каркасу





Марка за середньою густиною	Середня густина, кг/м^3	Клас міцності, С	Міцність, МПа, не менше	Теплопровідність у сухому стані, $\text{Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$, не більше
D100	70–120	C0,25	$>0,4$	0,052
D150	120–170	C0,25	$>0,4$	0,058
D 200	180–220	C0,35	$>0,5$	0,055
D 250	220–270	C0,5	0,72	0,065
D 300	270–320	C0,75	1,06	0,08
D 350	320 - 370	C1,0	1,45	0,09



Німецький досвід утеплення будинків

1. Одночасно виконується утеплення фасаду стін, заміна вікон та встановлення ролет.
2. Віконна конструкція заглиблюється внутр приміщення та утеплюється по периметру.
3. Монтуються ролети, які забезпечують економію енергії на опалені і на кондицінуванні приміщень влітку. Ролети можуть працювати в режимі «день-ніч», їх робота управляється дистанційно.

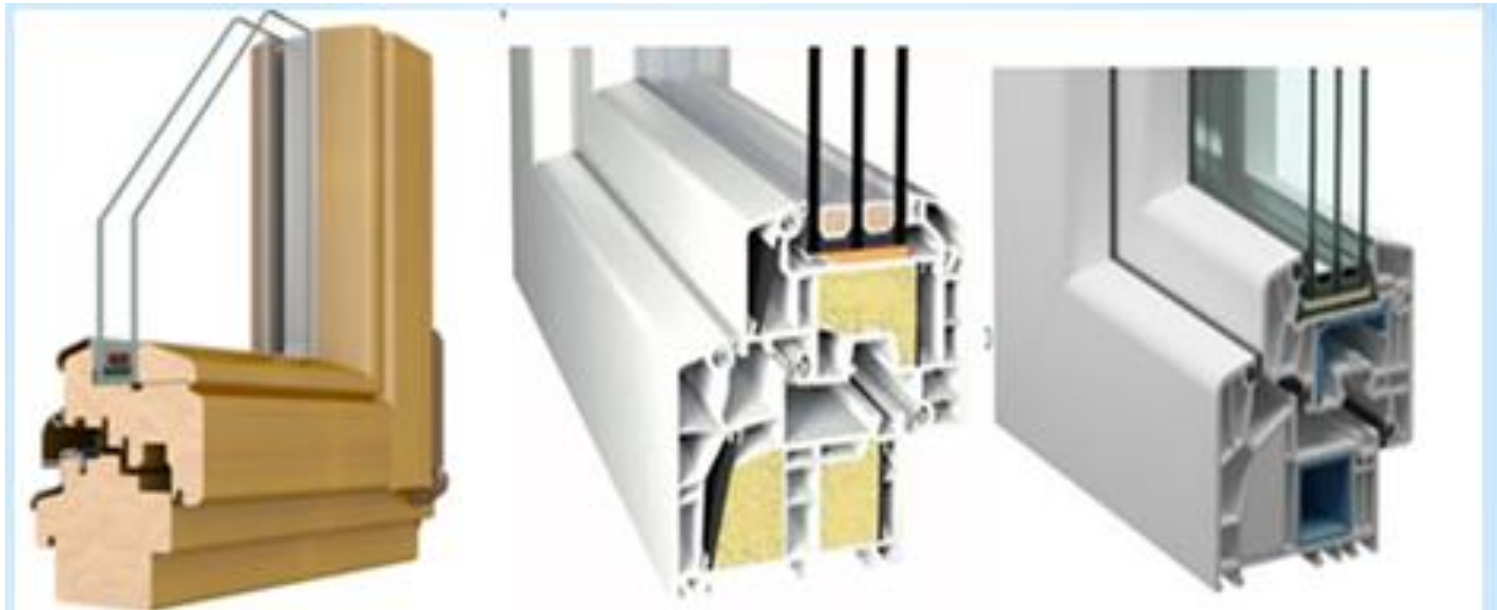
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м² · оС: повітря - 0,026; аргону – 0,017; крeптону- 0,0105



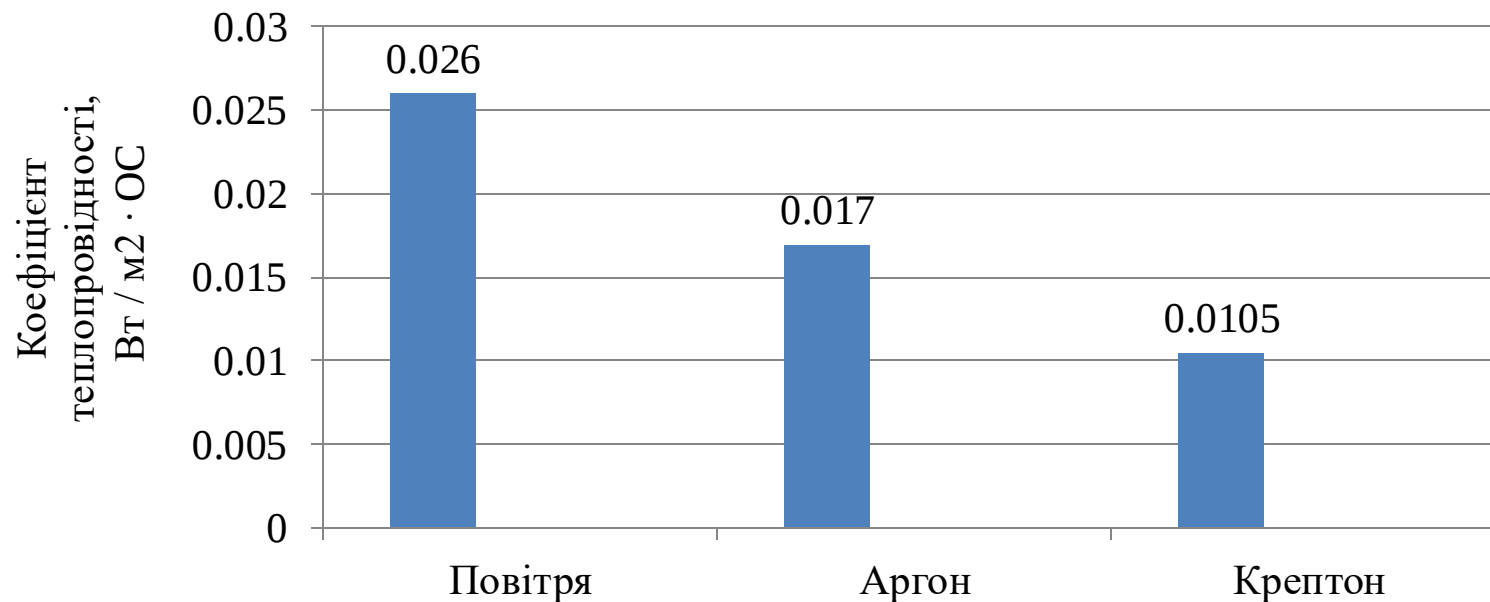
Зовнішні ролети

- зовнішні ролети закріплюються захищають від сонячних променів;
- вони використовуються для вікон та скляних фасадів великої площі, затримують зовні від 81 до 100 %. сонячного світла та УФ-променів;
- оптимально знижують енерговитрати на кондиціювання повітря та втрати тепла взимку;
- зовнішні ролети є повітропроникними та створюють відмінний екран проти сонячних променів. регулювати освітлення приміщення.

Кращі світові компанії-виробники вікон заповнюють камери віконного профілю спіненими або твердими утеплювачами, що збільшує теплоізоляційні властивості вікона.



Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м² · оС: повітря - 0,026; аргону – 0,017; криптону- 0,0105



Вперше полівінілхлорид (ПВХ) був отриманий німецьким хіміком Ренгольдом, ще в 1835 році, а в 50-х роках ХХ століття цей полімерний матеріал став використовуватись у будівництві (килимові покриття, сайдинг, віконний профіль та інше).

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Технологія тепло модернізації громадських будівель для внутрішньо переміщених осіб в селищі Меджибіж Хмельницької області з врахуванням сучасних енерго-екологічних вимог

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

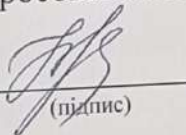
Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 80,7 % Схожість 19,3 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

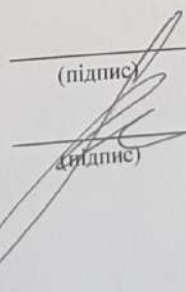

(підпис)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

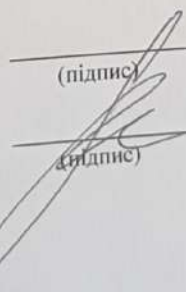
Автор роботи


(підпис)

Рудик С.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Сердюк В.Р.

(прізвище, ініціали)

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи

«Технологія тепло модернізації громадських будівель для внутрішньо переміщених осіб в селищі Меджибіж Хмельницької області з врахуванням сучасних енерго-екологічних вимог»

Рудика Сергія Вікторовича

Актуальність. Тема магістерської роботи присвячена дослідженню технологій тепло модернізації громадських будівель для внутрішньо переміщених осіб, зокрема в селищі Меджибіж Хмельницької області з врахуванням сучасних енерго-екологічних вимог.

Зміст роботи відповідає виданому завданню. При виконанні кожного розділу студент проявив самостійність, ерудицію, показав високий рівень теоретичної та практичної підготовки, знання та вміння аналізувати оновлену фахову нормативну документацію та вимоги щодо енергоефективності.

Новизна роботи полягає в розширенні використання енергоефективного автоклавного газобетону, запропоновано використання пінополіуретанового клею при виконання кладки з газобетонних блоків та впровадження методів «мокрого» і «сухого» утеплення.

Висновки: Магістрант Рудик С. В. добре обізнаний з новими будівельними матеріалами та технологіями. Недоліки роботи – незначні помилки в оформленні роботи. Рівень підготовки студента відповідає вимогам освітньої програми. Робота виконана на високому рівні, при належному захисті роботи заслуговує на оцінку відмінно «А» 92 бала.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Д.Т.Н., професор

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)


В.Р.Сердюк
(ініціали, прізвище)

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу Рудика Сергія Вікторовича

«Технологія тепломодернізації громадських будівель для внутрішньо переміщених осіб в селищі Меджибіж Хмельницької області з врахуванням сучасних енерго-екологічних вимог»

Магістерська кваліфікаційна робота, що подана на опонування виконана на кафедрі будівництва, міського господарства та архітектури, за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма «Промислове та цивільне будівництво».

Магістерська кваліфікаційна робота відповідає затвердженій темі та завданню, виконана вчасно та у повному обсязі. Тема роботи – актуальна так, як присвячена важливим питанням підвищення енергетичної ефективності громадських будівель для внутрішньо-переміщених осіб

Текстова та графічна частина роботи виконана на листах формату А4 і в свою чергу складається з 6 розділів пояснювальної записки. Структура роботи відповідає нормативним вимогам щодо структури та оформлення. Висновки і пропозиції, викладені в магістерській роботі, є достатньо аргументованими.

Магістерська робота повністю відповідає встановленим методичним вимогам. Робота написана економічно грамотно, тему повністю розкрито, наведені вдалі пропозиції та рекомендації. Виходячи з вище зазначеного вважаю, що робота виконана на достатньому методичному, науковому рівні та може бути допущена до захисту на засіданні екзаменаційної комісії.

Виявлені такі недоліки:

- не на усі літературні джерела є посилання по тексту пояснювальної записки;
- не всі результати виконані в науковому розділі винесені на графічний матеріал.

Проте вказані недоліки не впливають на позитивне враження від роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота в цілому виконана на достатньому рівні та у відповідності з завданням із дотриманням всіх вимог. Робота заслуговує оцінки відмінно 90 балів, а її автор Рудик С. В. – присвоєння кваліфікації «магістра будівництва» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», згідно освітньої програми «Промислове та цивільне будівництво».

Опонент

Доцент кафедри ТЕ, к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)



Н. Д. Степанова
(ініціали, прізвище)