

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:

Інноваційні технологічні рішення будівництва житлових і громадських будівель з використанням вентильованих фасадів

Виконав: студент 2 курсу, групи Б-22мз
спеціальності 192 «Будівництво
та цивільна інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Павловський С.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор

(науковий ступінь, посада)

Сердюк В.Р.

(прізвище та ініціали)

«06» 06 2024 р.

Опониент: к.т.н., доцент кафедри ТЕ

(науковий ступінь, посада)

Степанова Н. Д.

(прізвище та ініціали)

«07» 06 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

В.В. Швець

ІНЖЕНЕРІЇ

«06» 06 2024 року

Вінницький національний технічний університет
 Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
 Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури
 Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
 Галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»
 Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
 Освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри
 К.Т.Н., доц.
 Швець В.В.
 «11» жовтня 2024 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Павловський Сергій Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Інноваційні технологічні рішення будівництва житлових і громадських будівель з використанням вентилязованих фасадів

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

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» 03 2024 року № 81

2. Строк подання студентом роботи 6.06. 2024 року

3. Вихідні дані до роботи:

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

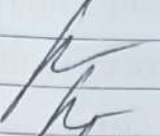
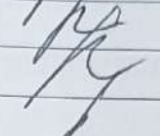
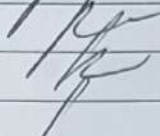
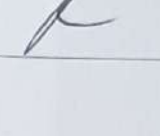
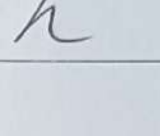
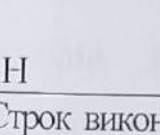
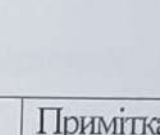
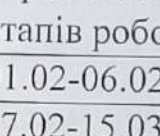
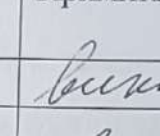
1. Абсолютні і відносні обсяги будівництва житла. Забезпечення населення житлом. Науково-дослідна частина (огляд літературних джерел, проектування будівлі з використанням енергоефективних стінових матеріалів, інноваційних технологій).

2. Вплив російської війни на будівельний комплекс країни. Енергетичне забезпечення житлово-комунального господарства. Динаміка використання природного газу. Екологічні аспекти спалювання викопних видів палива. Оптимізація нормативної бази. Перспективи розвитку ВДЕ.

3. Циркулярна економіка в технології виробництва будівельних матеріалів. Сучасні технології утеплення існуючого житлового фонду. Адаптація нормативної бази в галузі будівництва до європейських вимог.

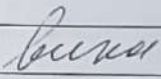
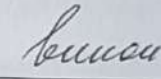
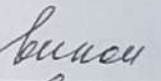
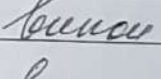
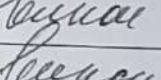
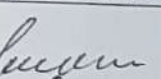
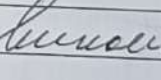
4 Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників).

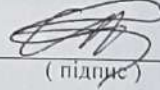
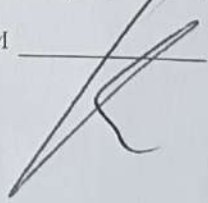
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Аналітичні дослідження	Сердюк В.Р.		
Науковий розділ	Сердюк В.Р.		
Технічна частина	Сердюк В.Р.		
Економічна частина	Сердюк В.Р.		
Сертифікація спец. з охорони праці	Сердюк В.Р.		

7. Дата видачі завдання 11.03.2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання вступу до МКР	01.02-06.02.24	
2	Науково-дослідна частина (три розділи)	07.02-15.03.24	
3	Подання роботи на перевірку на плагіат	15.04-19.04.24	
4	Економічна частина	22.04-30.04.24	
5	Сертифікація спеціалістів з охорони праці	22.04-30.24	
6	Оформлення МКР	01.05-12.05.24	
6	Подання МКР на кафедру для перевірки	13.05-17.05.24	
7	Попередній захист, захист	23.05-10.06.24	

Студент  Павловський С.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник роботи  Сердюк В.Р.

АНОТАЦІЯ

УДК 624.15

Павловський С.А. Інноваційні технологічні рішення будівництва житлових і громадських будівель з використанням вентильованих фасадів. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця : ВНТУ, 2024. 110 с.

Укр. мовою. Бібліогр.: 45 назв; рис. 23; табл. 13.

Текстова частина складається з шести розділів. Досліджений стан будівництва житла, абсолютні і відносні обсяги будівництва, енергетичне забезпечення утримання житла. Перехід до циклічної економіки в технології виробництва будівельних матеріалів. Вплив російської війни на будівельний комплекс країни та його енергозабезпечення. Утеплення житлового фонду, вентильовані фасади, «мокрі» технології утеплення. Німецький досвід комбінованого утеплення фасадів будинків. Шляхи зменшення енергоємності утримання житла використання енергоефективних стінових матеріалів. Сертифікація спеціалістів з охорони праці.

Ключові слова: житлове будівництво, наслідки війни, екологія, утеплення фасадів, вентильовані фасади, німецький досвід, сертифікація охорона праці.

ABSTRACT

UDC 624.15

Pavlovsky S.A. Innovative technological solutions for the construction of residential and public buildings using ventilated facades. Master's qualification work on specialty 192 - "Construction and civil engineering", educational program - "Industrial and civil construction". Vinnytsia: VNTU, 2024. 110 p.

Ukraine language Bibliography: 45 titles; Fig. 23; table 13.

The text part consists of six sections. Investigated state of housing construction, absolute and relative volumes of construction, energy supply for housing maintenance. Transition to a cyclical economy in construction materials production technology. The impact of the Russian war on the country's construction complex and its energy supply. Insulation of the housing stock, ventilated facades, "wet" insulation technologies. German experience of combined insulation of building facades. Ways to reduce the energy consumption of housing maintenance using energy-efficient wall materials. Certification of labor protection specialists.

Key words: housing construction, consequences of war, ecology, insulation of facades, ventilated facades, German experience, occupational safety certification.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.....	7
ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМНИХ ПИТАНЬ СУЧАСНОГО СТАНУ БУДІВНИЦТВА ЖИТЛА.....	12
1.1 Зміна акцентів в енергетичному забезпечення житлового комплексу країни.....	12
1.2 Проблемні питання втрат енергії через оболонку житлових та громадських будівель.....	29
Висновки до розділу 1	34
РОЗДІЛ 2. РЕСУРСО - ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	36
2.1 Актуальність повторного використання будівельних відходів	36
2.2 Перспективи використання металургійних шлаків.....	38
2.3 Зменшення енергоємності виробництва цементів.....	45
Висновки до розділу 2.....	48
РОЗДІЛ 3. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ПЕРЕХОДУ ДО ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА	49
3.1 Світові тенденції переходу до зеленого будівництва.....	49
3.2 Зелені стандарти в Україні.....	52
Висновки до розділу 3.....	56
РОЗДІЛ 4. РЕАЛІЗАЦІЯ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ ПРИ ВЛАШТУВАННІ НАВІСНИХ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ФАСАДІВ ТА «МОКРОГО» УТЕПЛЕННЯ.....	57
4.1 Актуальність утеплення фасадів існуючих житлових будинків.....	57
4.2 Реалізація державних організаційно-технічних заходів при утепленні застаріло житлового фонду.....	58
4.3 Системи утеплення фасадів застарілих будинків.....	61
4.4 Реалізація державних організаційно-технічних заходів при	

утепленні застаріло житлового фонду.....	77
Висновки до розділу 4.....	81
РОЗДІЛ 5. ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ УТЕПЛЕННЯ ФАСАДІВ.....	83
Висновки до розділу 5.....	86
РОЗДІЛ 6. ПІДВИЩЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ СПЕЦІАЛІСТІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	88
Висновки до розділу 6.....	90
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	91
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	95
ДОДАТОК А ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ПОЗИЧЕНЬ.....	130
ДОДАТОК Б ВІДОМОСТІ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ.....	131

ВСТУП

Актуальність. У будівельній практиці з'явився напрям, який отримав назву «будівництво енергоефективних будівель», в послідуєчому з'явився термін «зелене» будівництво і досить інтенсивно почали створюватися наукові основи проектування та будівництва таких будівель.

За офіційними даними через війну, розв'язану росією проти України в країні зруйновано 10% існуючого житлового фонду, це приблизно стільки житла, скільки його було побудовано за останні 7 років. В 2022 та 2023 роках обсяги будівництва житла в Україні скоротились, практично в 2 рази по відношенню до попередніх років, зруйнована велика кількість різноманітних об'єктів.

Крім того, ускладнилась давня проблема утримання існуючого житлового фонду через руйнацію більше 50% електрогенеруючих потужностей, зберігається давня проблема необхідності утеплення за різними даними 80–90% існуючого застарілого житлового фонду, побудованого в умовах низьких показників термічного опору огорожувальних конструкцій.

Основна мета Індексу зеленого будівництва – заохочувати практику сталого будівництва та зменшити споживання енергії, зменшити вплив будівельної галузі на навколишнє середовище. Він забезпечує основу для оцінки будівель на основі різних екологічних критеріїв, включаючи енергоефективність, збереження води, якість навколишнього середовища всередині приміщень, стійке планування території, використання матеріалів та інновації.

З кінця 1990-х років до вимог енергоефективності та екологічності додаються вимоги, які забезпечують більш комфортні показники проживання людей, покращують містобудівні умови. Через війну, розв'язану росією, Україна та країни ЄС відмовились від російського газу, а Україна, крім того, заявила про наміри відмовитись від транзиту російського природного газу в Європу з 2025 року.

На сьогодні утеплення застарілого житлового фонду являється невідкладною задачею. Зменшення енергоспоживання в будівельній галузі являється визначальним фактором успішного розвитку економіки, оскільки на утримання існуючого житлового фонду витрачається до 40% всіх енергоносіїв та викидається 37% парникових газів. За таких умов постає необхідність перехід на використання ефективних стінових та теплоізоляційних будівельних матеріалів, розширення використання ВДЕ.

Автоклавний газобетон (АГБ) на сьогодні став загально вживаним стіновим матеріалом, він витісняє з будівельного ринку традиційні енергозатратні на стадії виробництва та не ефективні на стадії експлуатації стінові матеріали (глиняну, силікатну цеглу, керамзит, керамзитобетон).

По аналогії з розвиненими країнами світу в Україні має зростати доля малоповерхових житлових будинків. В США, Канаді більше 90% в країнах ЄС Німеччині, Великобританії, Франції приблизно 75% людей живуть в індивідуальних малоповерхових будинках. Висотні будинки будуть будуватись в монолітному варіанті з послідуочим заповнення зовнішніх і внутрішніх стін газобетонними блоками.

Україна в 2021 році, як і інші країни світу, долучилась до вирішення проблем зменшення викидів парникових газів. На перші позиції виступає утеплення житлового фонду.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами. Робота виконана у Вінницькому національному технічному університеті відповідно до кафедральної науково-дослідної теми, яка стосується розробки і впровадження енергоефективних будівельних матеріалів.

Мета магістерської роботи: дослідження сучасного стану будівництва житла та утеплення застарілого житлового фонду.

Задачі дослідження:

- дослідження сучасного стану будівництва житла, оцінка ролі енергетичної безпеки в сучасному будівництві;

- аналіз шляхів зменшення енергетичних ресурсів при виробництві будівельних матеріалів;
- енергетична сертифікація, зелені стандарти як обов'язкова складова сучасного будівництва;
- проектування будівель з використанням енерго-ефективних стінових матеріалів;
- дослідження перспектив впровадження інноваційних теплоізоляційних матеріалів, утеплення будинків методом вентильованих фасадів та традиційним «мокрим» методом;
- дослідження перспектив впровадження зелених стандартів і переходу до зеленого будівництва.

Об'єкт дослідження - впровадження інноваційних теплоізоляційних матеріалів, утеплення будинків методом вентильованих фасадів.

Предмет дослідження – система прийняття рішень по утепленню житлового фонду

Методи дослідження – використані сучасні методи та рекомендації нормативних документів України, а також рекомендації, що використовуються в країнах ЄС.

Наукова новизна: у роботі дістали подальший розвиток методи оптимізації проектування огорожувальних конструкцій з використанням ефективних АГБ, реалізація нових методів утеплення, які забезпечують енерго-екологічний ефект на стадії експлуатації будівлі.

Практична цінність роботи: Запропоновані технічні рішення забезпечують економію енергії на стадії виробництва будівельних матеріалів та експлуатації будівлі, що сприяють зменшенню викидів парникових газів.

Апробація результатів. Матеріали магістерської роботи доповідались на ІІІ Всеукраїнські науково-технічні конференції ВНТУ (2024)

Публікації:

1. Сердюк В.Р., Павловський С.А., Рудик С.В. Структурні зміни енергетичного забезпечення житлового фонду України. НТЖ ВНТУ
2. Теза: Сердюк В.Р., Павловський С.А. Зміна акцентів в енергетичному забезпеченні утримання житлового фонду. Матеріали тез НТЖ ВНТУ.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМНИХ ПИТАНЬ СУЧАСНОГО СТАНУ БУДІВНИЦТВА ЖИТЛА

1.1 Зміна акцентів в енергетичному забезпечення житлового комплексу країни.

В роботі [1] зазначено, що глобальні зміни клімату, виснаження природних ресурсів і порушення світової екологічної системи пов'язані у тому числі з будівельним комплексом. Близько 40% всієї споживаної первинної енергії, 67% всієї електрики, 40% всієї сировини і 14% всіх запасів питної води приходить на будівництво. При цьому 35% вуглекислого газу і мало не половину всіх твердих міських відходів.

Енергетика має вирішальне значення для забезпечення високої якості життя. Роль енергетики в суспільстві загальноновизнана, але при цьому все ж таки залишаються значні розбіжності між узгодженими країнами, енергетичними та кліматичними цілями та реальною діяльністю країн. У зв'язку з цим держави – члени ЄЕК ООН запропонували проект, покликаний допомогти країнам у розробці, реалізації та відстеженні національної політики у сфері сталої енергетики з метою запобігання змінам клімату та сприяння сталому розвитку, під назвою «Шляхи переходу до сталої енергетики». Проект призначений для поінформування осіб, які приймають рішення про ефективні політичних та технологічних способах забезпечення переходу до сталої енергетики.

Будівництво, як фондоутворююча галузь, протягом 33 років існування незалежної країни залишається надзвичайно чутливою галузю. Наприклад, Світова фінансова криза 2008-2009 років досить сильно вплинула на економіку, а обсяги будівництва житла скоротились практично в 2 рази.

За даними [2] Україна займає 25-е місце в світі за викидами CO₂. Більше 40% викидів CO₂ припадає на енергетичний сектор. Економіка України залишається однією з найменш енергоефективних країн Європи, з найвищою

енергоємністю серед інших членів Енергетичного співтовариства. В Україні частка зеленої енергії в енергоспоживанні становить 8%.

В порівнянні з міжнародним досвідом в Україні постійно відчувається дефіцит не тільки доступного житла, але і офісних приміщень та приміщень, які відносяться до сфери послуг. Як відомо, постійно зростає сфера послуг, і перевищує 70%, у ній зайнято понад 60% робочої сили. Роль сфери послуг у сучасній економіці пов'язана з додатковою зайнятістю, з перевагою в структурі валового продукту.

Необхідність зменшення енерговитратності, при зростанні вартості енергетичних ресурсів супроводжується необхідністю зменшення викидів парникових газів. Надмірне спалювання викопних вуглеводів та зростання викидів парникових газів суттєво впливає на розвиток економіки в цілому і екологію. Підвищення енергоефективності будівель вирішують найрізноманітнішими способами: удосконалення і посилення законодавства, розробкою проектів найсучасніших енергоефективних будівель, здійсненням планування і реалізацією енергозберігаючих заходів на етапах нового будівництва, реконструкції і капітального ремонту існуючих будівель[2].

За 30 років незалежності Україна так і вийшла на стабільний показник 50% загальних обсягів будівництва житла «кращого» 1987 року, коли було побудовано 21,2 млн. м² житла. Відносні обсяги будівництва житла м² / люд. в рік являються визначальним показником стану будівництва та добробуту суспільства. Україна має величезні резерви до зростання обсягів будівництва.

Найбільш поширеними теплоізоляційними матеріалами являється мінеральна вата та пінополістирол. Особлива важливе місце в сучасному будівництві займає такий стіновий матеріал, як автоклавний газобетон. Він являється основним стіновим матеріалом і його доля в структурі стінових матеріалів європейських країн становить 40–60%, в Україні майже 55%. З 2000 по 2022 рік обсяги виробництва газобетону зросли в Україні в 46 раз, він стрімко витісняє з будівельного ринку традиційні стінові матеріали – глиняну та силікатну цеглу, керамзит та керамзитобетонні вироби, які є

високоенергозатратними на стадії виробництва та не енергоефективними на стадії експлуатації.

Як відомо, в собівартості будівельного об'єкту 50–60% приходить саме на будівельні матеріали та вироби, а у вартості самих будівельних матеріалів енергетична складова становить ті ж самі 50–60%. В умовах енергетичної кризи енергетична складова ще більше зростає. Будівництво, як фондоутворююча галузь відіграє визначально важливу роль в розвитку економіки в цілому.

А найбільш енергозатратними будівельними матеріалами являється виробництво цементу та арматури. За даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) виробництво цементу відповідальне за 8% світових викидів вуглекислого газу, саме виробництво 1 т цементу супроводжується викидами майже 1 т вуглекислого газу, а 1 т металу - до 2 т вуглекислого газу.

Цемент українського виробництва має стати ключовим матеріалом для відновлення зруйнованої інфраструктури, на піку реконструкції і відбудови його ринок може сягнути 15 млн тонн, або понад \$1 млрд на рік, вважають в асоціації "Укрцемент".

При цьому собівартість цементу за останні три роки суттєво зросла. За даними "Укрцементу", з 2020 року зростання вартості енергоносіїв становило понад 200%, вугілля - 280%, перевезень - 317%. При цьому енергоносії та логістика становлять 72% у структурі собівартості виробництва цементу.

За даними "Укрцемент" українські підприємства у 2022 році випускали 16 типів цементів, серед яких найбільш популярними були цементи з добавкою шлаків. При цьому виробники цементу продовжують шукати шляхи збільшення ефективності композиційних портландцементів. У разі зниження частки клінкеру одним із вагомих факторів є зниження викидів CO₂.

Заміна частини клінкеру - найбільш енергоємної складової цементу - доменним гранульованим шлаком (ДГШ) та золою винесення ТЕС, природними мінеральними добавками вносить позитивний вклад в збереження невідновлюваних природних ресурсів, зменшує викиди шкідливих речовин в

атмосферу. Виробництво однієї т портландцементного клінкеру потребує близько 3500–7500 МДж загальної енергії для виробництва, в той же час, як доменний гранульований шлак - тільки 700–1000 МДж. Таким чином, кожна тонна зекономленого клінкеру заощаджуватиме щонайменше 2500-6000 МДж енергії. Разом з тим, виробництво однієї тонни цементу супроводжується викидами в атмосферу 0,8–1,2 т CO₂, [3].

Особливо актуальною проблемою для України залишається велика частка мокрого способу виробництва цементу, вона становить більше 80 %, що потребує додаткових витрат палива, при сухі технології виробництва цементу витрати умовного палива на сучасних закордонних заводах практично в 2 рази нижчі і складають 100–110 кг/т клінкеру.

Заслуговує великої уваги питання зростання обсягів виробництва і використання екологічного енергоефективних теплоізоляційного газобетону. Газобетон марки за густиною D100 і D200 характеризується коефіцієнтом теплопровідності наближеним до традиційних теплоізоляційних матеріалів таких, як пінополістирол та мінеральна вата. Але він є негорючим і при високих температурах не виділяє шкідливих викидів на відміну від пінополістиролу.

Відносні обсяги будівництва житла (м² / люд. в рік) в Україні Протягом всіх років незалежності в Україні будується 0,13–0,24 м² / люд. в рік, в Казахстані цей показник є найбільшим серед колишніх пострадянських республік і стабільно тримається на рівні 0,83 м² / особу в рік, наближається до показників міжнародних стандартів ООН (близько 1 м²/ люд в рік.) Для досягнення таких показників мають зростати обсяги виробництва енергоефективних стінових матеріалів[4].

За даними офіційної статистики в Україні на одного жителя приходить 24,4 м² житлової площі, а стандартом ООН передбачено - не менше 30 м². Ще одна особливість європейського ринку житла - це пріоритет будівництва малоповерхового житла. Приблизно 75-80 % населення розвинених європейських країн проживає в малоповерхових житлових будинках (до 3-х

поверхів включно) або таунхаусах. Крім того, у великих містах Німеччини 40–50% населення проживає в орендованих квартирах і саме орендарці як власники житлового фонду зацікавлені в мінімізації споживання ресурсів в таких квартирах.

Щорічні абсолютні обсяги будівництва житла в Україні постійно змінюються у великих розмірах (рис. 1.1).

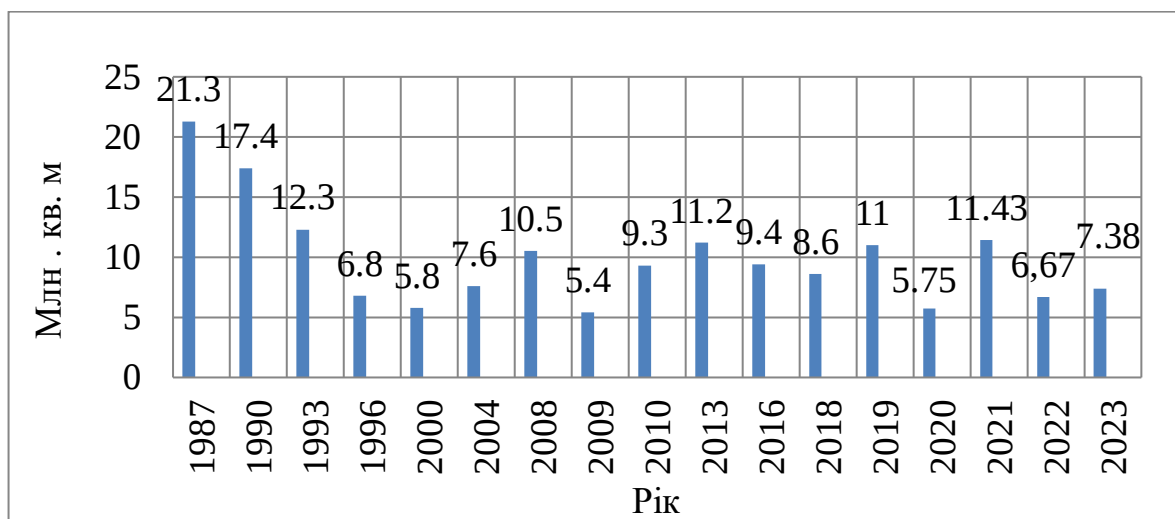


Рисунок 1.1 Динаміка будівництва житла в Україні.

Як видно з рис. 1.1 загальні щорічні обсяги будівництва житла мають великий діапазон коливань. В 2020, 2022 і 2023 роках загальні обсяги будівництва житла зменшувались практично на 40% по відношенню до попереднього 2021 року. Причинами таких обвалів будівництва житла була пандемія і війна, розв'язана росією в 2022 році.

Статистичні дані свідчать, що в 2020 році мало місце найбільш падіння обсягів будівництва житла за всю історію незалежної України, вони зменшились до попереднього 2019 року майже на 50%, а у відносному вимірі – до $0,11 \text{ м}^2 / \text{люд. в рік}$, що в рази менше, ніж в інших колишніх пострадянських країнах (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 Відносні показники будівництва житла в окремих країнах.

Країна	Кількість м ² житла, побудованого на 1 людину в рік	
	2019	2020
Україна	0,26	0,11
білорусія	0,4	0,45
росія	0,54	0,56
Казахстан	0,71	0,81

Загальні обсяги будівництва житла за офіційними статистичними даними в Україні зменшились з рекордних 21,3 млн. м² (1987 р) до 5,8 млн. м² в 2000 році.

В табл.1.2 приведена порівняльна динаміка будівництва житла в Україні, білорусії, росії та Казахстані за останні 30 років.

Таблиця 1.2. Динаміка загальних обсягів будівництва житла в Україні та інших країнах СНД, протягом 1990–2020 років, млн. м²

Країна	Рік						
	1990	1995	2000	2010	2015	2019	2020
білорусія	5,3	1,9	3,5	6,6	5,1	4,1	4,1
Казахстан	7,9	1,7	1,2	6,4	8,9	13,1	15,3
рос. федер.	61,7	41,0	30,3	58,4	85,3	82	82,2
Україна	17,5	8,7	5,6	9,3	11,0	11,0	5,75

Як видно з табл. 1.2 за 30 років незалежності практично лише Казахстан практично подвоїв загальні обсяги будівництва житла і наблизив відносні обсяги будівництва житла до міжнародних стандартів (до 1 м²/люд в рік.)

В табл. 1.3 приведені порівняльні показники забезпечення населення житлом України та інших пострадянських республік. До лідерів в забезпеченні житлом населення слід віднести Вірменію та білорусію.

Таблиця 1. 3. Середня забезпеченість населення житлом України та інших пострадянських країн станом на

Країна	Площа, м ² /люд	Країна	Площа, м ² /люд
Вірменія	31,7	білорусія	28,3
Казахстан	22,2	росія	26,3
Україна	24,2	Азербайджан	19,4
Узбекистан	16	Киргизія	13

Як видно з табл. 1.3 лише Вірменія досягла показників мінімальних стандартів ООН забезпечення населення житлом – 30 м²/люд.

Першочергове право на безкоштовне житло або безвідсотковий кредит на його покупку, компенсація комунальних послуг, знижки в магазинах, пільги при сплаті податків тощо, це відомий інструментарій для поліпшення демографічної проблеми може бути рекомендований і для України для зростання економіки. Якщо у найбільш розвинених країнах світу на одну особу припадає в середньому 2 кімнати, то в Україні менше 1 кімнати.

За багаторчисельними даними на будівельний сектор економіки та промисловість приходить споживання більше половини від усіх енергоносіїв, що використовуються в країні. В 2023 році було видобуто 18,6 млрд м³ природного газу. В попередні роки до російської війни Україна відмовилась від прямих поставок російського газу і докуповувала 10–13 млрд м³, природного газу через так званий реверс, від європейських трейдерів. Через відмову країн ЄС від імпорту російського природного газу через війну, яку розв'язала росія, України вимушена з 2024 року розраховувати лише на природний газ власного видобутку (рис. 1.2).

Україна теоретично може отримати американський або інший зріджений метан при введенні в дію газопроводу між Україною і Польщею. Польща має причали для прийому зрідженого газу та через Туреччину. Але Туреччина давню відмовилась пропускати кораблі з скрапленим метаном через протоку Босфор. Зріджений метан отримують шляхом охолодження природного

метану при температурі мінус 162 °С, що є висоенергоємним процесом. З одного м³ зрідженого газу при дегазифікації утворюється 600-660 м³ звичайного газу.

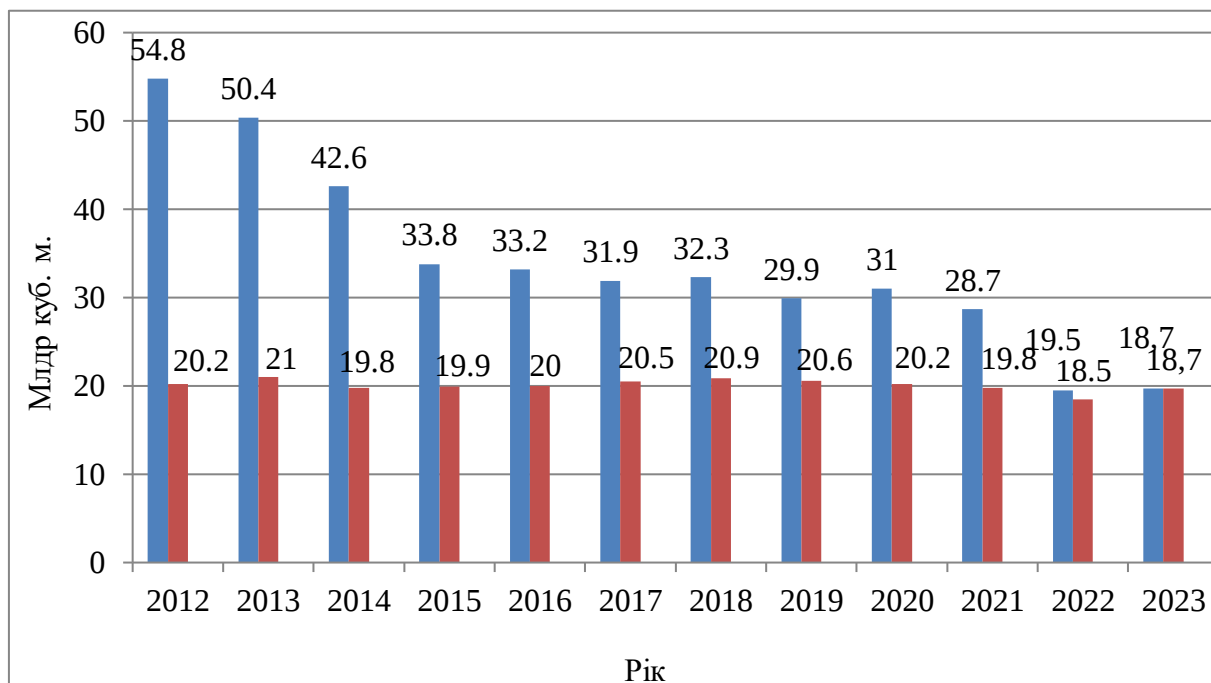


Рисунок 1.2 Динаміка використання та власного видобутку природного газу в Україні. Де: ■ - пожито, ■ - власний видобуток.

Динаміка споживання природного газу в Україні демонструє стрімку тенденцію зниження обсягів його споживання (рис. 1.2). Україна мала один із найвищих в світі показник «газоємності» ВВП, в минулі роки країна споживала приблизно такий самий обсяг природного газу, як декілька європейських країн одночасно.

Видобуток природного газу в колишньому СРСР розпочався з України. В радянські часи Україна мала найбільшу питому вагу природного газу в енергетичному балансі в світі, вона складала 44%, тоді як в інших європейських країнах - лише 20-22%.

У 2022 році в системах теплопостачання міст та будівель країн ЄС намітились тенденції енергетичного переходу та відмови від ери газових котлів. Енергетична криза в Європі та нечуваний зліт цін на природний газ посяли сумніви щодо перспектив використання цього виду палива та

пов'язаних з ним технологій опалення будівель. Показовим для України може бути досвід Великобританії, де уряд прийняв програму заміни 26 млн газових котлів у наявних будівлях на теплові насоси. Бюджет цієї програми на 8 років складає 115 млрд фунтів стерлінгів - легко зрозуміти, що при цьому одночасно країна буде вирішуватись світова проблема декарбонізації.

Українські фахівці і аналітики рахують, що споживання природного газу в секторі малоповерхової забудови України сьогодні становить приблизно 8 млрд м³ на рік. Цілком очевидно, що природний газ, що видобувається в нашій країні при нарощуванні обсягів його видобутку буде і надалі використовуватись для опалення газифікованої малоповерхової забудови на внутрішньому ринку і залишатиметься стратегічним ресурсом для продажу на зовнішні ринки.

Війна в Україні підкреслила недоліки систем централізованого теплопостачання (ЦТ) і сильно похитнула довіру населення до них. Понад 20 років підприємства ЦТ в містах України втрачають рентабельність та не здатні існувати в ринкових умовах без субсидій та тарифної підтримки державного та місцевих бюджетів. Нормативні втрати теплової енергії в мережах в окремих мережах міст сягають 40-70%, оскільки є застарілими.

Найбільш прості рішення щодо переходу від газу до поновлюваного теплопостачання та охолодження будуть використовуватись для кластеру малоповерхової забудови. Якщо в домогосподарствах вже стоять кондиціонери, їх заміна на теплові насоси дозволить частково забезпечити опалення, кондиціонування та гаряче водопостачання в таких будівлях.

За даними аналітиків приблизно 7 млрд м³ природного газу можна буде зекономити завдяки переходу на використання ВДЕ. Але установка 7 млн теплових насосів замість газових котлів та кондиціонерів коштуватиме приблизно \$20–25 млрд.

Після підписання угоди щодо інтеграції до ЄС Україна взяла на себе зобов'язання «озеленити» вітчизняну енергетику. Наприкінці липня 2021 року український уряд затвердив «Оновлений національний визначений внесок

України» до Паризької угоди, згідно з яким актуальна кліматична мета України – скоротити до 2030 року викиди парникових газів до рівня 35% порівняно з 1990 роком. В цьому плані будуть мають бути враховані нові реалії, які принесла повномасштабна війна, розв’язана росією.

За оперативними даними Міністерства енергетики виробництво електроенергії в Україні у 2022 році через війну скоротилось на 27,5% порівняно з 2021 роком, споживання – на 31,5%.

За офіційними повідомленнями Укренерго загалом Україна втратила 27 середніх і великих електростанцій, 17 із них росія окупувала протягом першого року агресії, а 10 – ще у 2014 – 2015 роках. Зараз на окупованій території перебувають Запорізька АЕС і Запорізька ТЕС, Каховська ГЕС, Вуглегірська та Луганська ТЕС, Приморська та Ботіївська ВЕС, 8 місцевих виробників тепла, також Херсонська та Сєвєродонецька ТЕЦ. Пошкоджено не менш як 12 ТЕС і ТЕЦ. Статистика щодо відключень електроенергії постійно міняється тому, що ситуація надзвичайно динамічна, адже обстріли не припиняються.

До підриву Каховської греблі, на підконтрольних уряду України територіях були пошкоджені або зруйновані внаслідок ракетних ударів та атак безпілотників 42 із 94 високовольтних трансформаторів. Ще з восени 2022-го росія регулярно обстрілювала енерго інфраструктуру України, а в грудні з ладу була виведена половина енергосистеми країни.

За даними Держенергоефективності в Україні планують створити прозорий ринок біопалива, передбачається створення спеціалізованої біржі для торгівлі біопаливом із метою забезпечення прозорого, конкурентного ринку та стимулювання розвитку біоенергетики в країні. Лише за рахунок агровідходів Україна може замінити орієнтовно 9 млрд м³ природного газу на рік, країна має великий потенціал у виробництві біопалива з агровідходів і може замінити значну частину природного газу завдяки використанню біомаси.

За офіційними статистичними даними в Україні було введено в експлуатацію 360 МВт потужностей із виробництва теплової енергії на альтернативних видах палива, зокрема 235 МВт у 2022 році та 126 МВт за перші 9 місяців 2023 року, що визначається, як важливий інвестиційний внесок у розвиток біоенергетики та зменшення залежності від імпорту природного газу.

За принципами зеленого переходу та планами НЕК «Укренерго» протягом найближчих 5–10 років Україна планує інвестувати \$15 млрд для відновлення та зростання потужності енергосистеми. Структура інвестицій в будівництво нових електростанцій в найближчі 5–10 років приведена на рис. 1.3. Крім того, урядом країни заявлено про наміри будівництва 2-х атомних енергоблоків на Хмельницькій АЕС. Один із них буде перекуплений в Болгарії (російський) другий побудований з використанням інших виробників.

Як видно з рис. 1.3 пріоритет інвестування будівництва нових електростанцій віддається виключно електростанціям, робота яких базуються на використанні ВДЕ та новому будівництві гідроакumuлюючих електростанцій, які дозволять акумулювати енергію та відпускати її відповідно до прийнятих графіків.

За даними [6], до російської війни Україна мала більше генеруючих потужностей, ніж фактично необхідно було для задоволення попиту на електроенергію. До російської війни відповідно до узгодженого графіку за день до її початку Україна відключилась Єдиної енергетичної системи росії білорусії для проведення експерименту щодо можливості роботи української енергетичної системи з енергетичною системою ЄС.

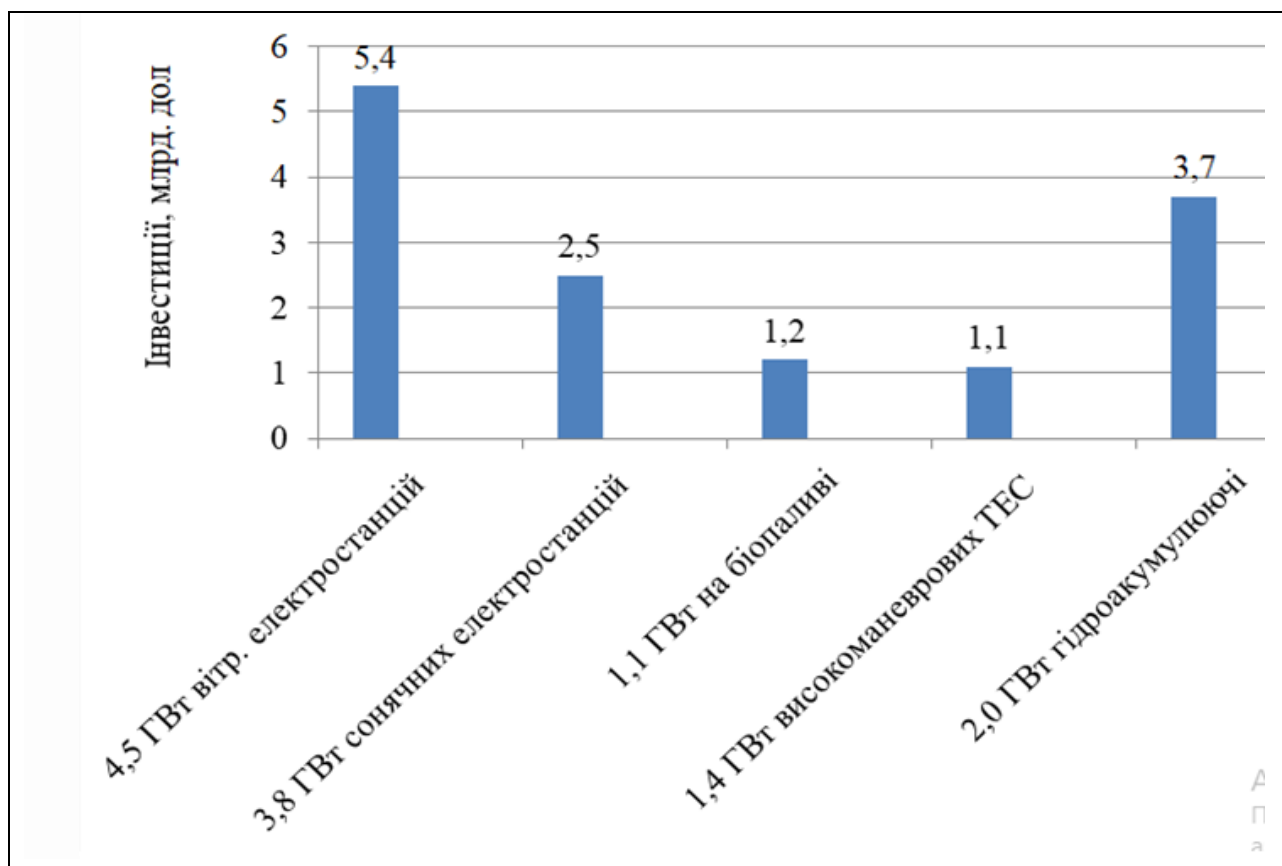


Рисунок 1.3. Структура інвестицій в будівництво нових електростанцій, що працюють на ВДЕ в найблищі 5–10 років.

До війни Україна мала надлишки електрики і передбачався її експорт в Європу та поступова відмова від використання вугілля в Україні і на державному рівні був змодельований сценарій переходу використання ВДЕ та передбачено поступове закриття потужностей 17 ГВт вугільних електростанцій протягом 2021–2030 років.

Більшість діючих потужних українських СЕС та ВЕС що знаходились на півдні та південному сході України були зруйновані. В липні місяці 2022 року Асоціації України та ЄС підписали спільну заяву про використання ВДЕ. У повоєнному відновленні України поставлена амбітна мета: досягти 50% ВДЕ (до війни вона складала 13,2 %) у виробництві електроенергії до 2030 року. Там йдеться мова про вітроенергетику, сонячну енергетику, біоенергетику та гідроенергетику. Станом на початок 2022 року встановлена сукупна їх потужність СЕС склала 9,5 ГВт.

На Паризьку конференцію зібралось 196 країн світу в 2015 році, Україна одна із перших взяла на себе зобов'язання поступово відмовитись від використання вугілля, як основного джерела викидів парникових газів. Як видно з табл. 1.4, найменше викидів CO₂ відбувається під час спалювання природного газу та деревного палива, найбільше — продуктів нафтопереробки та кам'яного вугілля.

Таблиця 1.4 Показники викидів CO₂ під час спалювання різних видів палива.

Вид палива	Викиди CO ₂
Природний газ	1,85 т CO ₂ / тис м ³
Кам'яне вугілля	2,7–2,8 т CO ₂ / т, в залежності від марки вугілля
Торф	~1,5 т CO ₂ /т, одна т торфу дає в ~2 рази менше енергії, ніж тонна вугілля
Автомобільний бензин Паливний мазут Дизельне паливо Авіаційний керосин	3,0 т CO ₂ /т або 2,1–2,3 кг CO ₂ /л в залежності від температури палива і його марки (літнепаливо має більшу в'язкість)
Деревне паливо і сільськогосподарські відходи	Викиди CO ₂ беруться рівними нулю, оскільки CO ₂ , раніше був поглинений з атмосфери в процесі росту рослин

Таким чином енергетична система України через війну зазнала величезних втрат і її відродження має базуватись на будівництві нових електростанцій на ВДЕ та будівництві 2-х атомних реакторів, про що була зроблена урядом заява.

В червні 2022 році в Україні прийнятий Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо розвитку установок зберігання енергії», він вперше вводить на українському ринку електроенергії нового гравця - оператора установки зберігання енергії («Оператор УЗЕ»). Його мета зберіги електроенергіє з метою її подальшої передачі в мережу споживачам.

Відмова України від імпорту природного газу має бути компенсована за рахунок його економії шляхом утеплення існуючого застарілого житлового

фонду, переходу до будівництва енергоефективного житла, впровадження зелених стандартів, енергетичної сертифікації будівель.

Паризької угоди 2015 року вимагає від міжнародної спільноти і України вжиття рішучих консолідованих заходів із протидії процесу глобального потепління на Землі.

При цьому будівельний сектор, як і економіка в цілому, має одночасно переходити від лінійної моделі розвитку економіки до циклічної, яка забезпечує залучення побочних продуктів виробництва у виробничий процес.

1.2 Проблемні питання втрат енергії через оболонку житлових та громадських будівель.

В останні роки проблема енергозбереження та, нерозривно пов'язана з нею, проблема захисту навколишнього середовища, стали практично глобальними, а необхідність їх вирішення не потребує відкладення. Слід лише зауважити, що найповільніше ці завдання вирішуються у будівництві та житлово-комунальному господарстві [7]. Ідея будівництва будинків із низьким і навіть нульовим споживанням енергії – не нова: у Європі рахунок таких будинків йде вже на тисячі. Перший будинок народився Швеції два десятиліття тому, пізніше - у Німеччині.

Трохи пізніше з'явилася німецька концепція «енергопасивного будинку» та «будинку нульового енергоспоживання», розроблена Фейстом та Фрайбургом. Основу концепції формують такі положення:

- сумарний коефіцієнт опору теплопередачі конструкцій, що захищають (для умов Центральної Європи, градусо-доба опалювального сезону – 2500) не менше ніж 10;
- використання пасивної сонячної архітектури (вікна – на південь, але із захистом від літнього перегріву);

- рекуперация теплоти при вентиляції з ККД близько 0,7, тобто, 70% теплоти, що втрачається через систему вентиляції повітря, передається холодному повітря, що входить в приміщення;

- канал у ґрунті нижче лінії промерзання, для природного підігріву вхідного повітря ґрунтом взимку та охолодження влітку;

Відповідно до зазначеної концепції класифікація будинків з енерговитрат має вигляд:

- до $90 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ – будинок енергоефективний;
- $45 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ – енергопасивний будинок;
- $15 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ – будинок нульового енергоспоживання (немає витрати теплоти на опалення, гаряче водопостачання та приготування їжі);

- менше 0 – «Енержі плюс» - будинок, що виробляє енергію в кількості, що перевищує власні потреби, з можливістю передачі надлишку енергії (наприклад, електричної) до центральної мережі. Таких будинків поки що не існує, вони появляться в майбутньому.

Для порівняння слід зазначити, що відповідно до даних роботи [8] тим же німецьким стандартам, у будинках, що збереглися і експлуатуються сьогодні, питома витрата енергії на опалення становить від 300 до 400 $\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$. У будинках Німеччини з побудови з 1984 року, діючих і сьогодні, витрата енергії становить від 150 до 200 $\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$.

Істотним зрушенням у концептуальній оцінці значимості проблеми стало і те, що енергоефективність будівель розглядається не лише в аспекті економії електро- та теплової енергії, зниження експлуатаційних витрат, покращення стану здоров'я людини, її комфорту, благополуччя та продуктивності праці. Адаптуючи законодавчу базу до вимог ЄС, Україна впроваджує кращі світові практики в енергетичній сфері. Рада міністрів Енергетичного Співтовариства прийняла «Clean Energy Package» – пакет енергетичного законодавства ЄС. Як член Співтовариства, Україна зобов'язана втілювати в життя цей енергетичний пакет, який був затверджений у ЄС ще у 2019 році.

В розвинених країнах ЄС – до 36% від загальних викидів CO₂ пов'язані саме з діяльністю житлового сектору, в США житлові та комерційні будівлі використовують до 70% електроенергії та 39% загальної первинної енергії. Україна має витрати палива на 1 м² житлової площі в 2–2,5 рази більші, ніж у європейських країнах. Саме тому будівельна галузь зберігає великі потенційні можливості в енергозбереженні та зменшенні викидів парникових газів.

Протягом всіх років незалежності України було кілька невдалих спроб утеплення стіни застарілого житлового фонду. Країни ЄС переходять до конструювання будинків з енерговитратами від 20 до 40 кВт · год/м² та розширення будівництва «пасивних» будинків. При будівництві нових житлових будинків найбільший акцент зроблено на використанні енергоефективних стінових матеріалів та вікон.

Вагоме зростання термічного опору зовнішніх стін в Україні відбулося з 1 січня 2008 року коли для найбільш «холодної» зони було досягнуто значення значення термічного опору 2,8 м² · К/Вт, майже у 2,5 рази більше, ніж у 1993 році. В послідуючі роки коригування нормативних показників термічного опору цих показників відбувалися тричі - у 2006 та 2016 роках, в 2022 році коли нормативні показники оболонки будівлі зросли в середньому на 20%, але вони лише наблизились до показників європейських стандартів (табл. 1.5).

Постійне відставання України в поступовому зростанні нормативних вимог показників огорожувальних конструкцій в порівнянні з європейськими країнами пояснюється тим, що Україна в перші роки незалежності була зорієнтована на нормативну базу росії. Російські ГОСТ інші нормативні документи переважно переводились на українську мову і через 1-2 роки набирали чинності в Україні як ДСТУ.

В табл. 1.5 приведені нормативні вимоги термічного опору європейських країн і України прив'язані до часу їх введення в дію.

Таблиця 1.5. Порівняльні нормативні показники коефіцієнту термічного опору для огорожувальних конструкцій будівель.

Країна	Німеччина	Данія	Великобританія	Норвегія	Швеція	Україна	Україна
Рік прийняття	2009	2006	2010	2007	2008	2016	2022
Стіни	3,57	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

Як видно з табл.1.5 в 2022 році Україна лише наблизилася показники нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій до показників європейських країн. При чому, таке «наздоганяння» відбулось майже через 15 років. Раніше побудований житловий фонд характеризувався термічним опором стін $0,89\text{--}1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$. Станом на 2022 рік показник термічного опору стін в Україні зріс в 4 рази, до $4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, для найбільш холодної кліматичної зони, тоді як у більшості європейських країн з теплішим кліматом цей показник був підвищений до $5\text{--}5,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ще у 2005–2010 роках.

«Злим жартом» для України виявилась доступність дешевих енергоносіїв в роки існування СРСР та перші декілька років незалежності. Орієнтація на занижені нормативні вимоги термічного опору огорожувальних конструкцій будівель в Україні не сприяла енергозбереженню.

За таких умов застарілий високоенергозатратний житловий фонд на сьогодні став «проблемою», з 2014 року Україна відмовилась від прямих поставок природного газу з росії і імпортувала природний газ в європейських компаніях.

Для України є важливим досвід Данії, Німеччини та інших країн, які швидко врахували наслідки світової нафтової кризи 1974 року, коли світові

ціни на нафту протягом року зросли приблизно в 4 рази, а ціни на природний газ завжди прив'язані до цін на нафту. В цих країнах розпочалось поступове зростання нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій будівель. Наприклад, вимоги термічного опору до покриттів та перекриттів у 2010 році зросли до $10 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, порівняно з діючими в 2006 році показниками $6,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$. В Україні аналогічні нормативні вимоги були підвищені до $6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ лише у вересні місяці 2022 році відповідно до вимог нових ДБН В.2.6-31:2021. В табл. 1.6 приведені порівняльні нормативні показники термічного опору огорожувальних конструкцій будівель нових і відмінених ДБН.

Таблиця 1.6. Порівняльні показники мінімально допустимих значень приведенного опору теплопередачі (R) огорожувальних конструкцій житлових та громадських будівель.

Огороджувальні конструкції, термічний опір, $R (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт})$	ДБН В.2.6-31:2016		ДБН В.2.6-31:2021	
	Теплова ізоляція будівель		Теплова ізоляція та енергоефективність будівель	
Зовнішні стіни	3,3	2,8	4,0	3,5
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6	0,9	0,7
Суміщені покриття	6,0	5,5	7,0	6,0
Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	4,95	4,5	6,0	5,5
Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами	3,75	3,3	5,0	4,0
Зовнішні двері	0,6	0,5	0,7	0,6

З 2021 року у сусідній Польщі встановлено показник термічного опору для стін на рівні $R = 5,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, тоді як в Україні в 2022 році цей показник зріс

лише до $4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$. Хоча кліматичні умови в Україні та Польщі майже ідентичні, і в якості основного стінового матеріалу використовується автоклавний газобетон.

Постійне відставання нормативних вимог показників теплової ізоляції стін, вікон, покрівлі, підлоги від сучасних стандартів європейських країн призвело до необхідності обов'язкового додаткового утеплення застарілого житлового фонду. Це стає актуальним і безвідкладним завданням державної політики України, коли країни ЄС активно переходять до будівництва енергоефективних та "пасивних" будинків, які характеризуються мінімальним споживанням енергії.

Будівельна галузь, як фондоутворювальна галузь економіки, займає особливо вагоме місце у споживанні енергетичних ресурсів. На цю галузь припадає не тільки майже 40% в загальних обсягів споживання енергії, галузь впливає на глобальні зміни клімату, зумовлені діяльністю людини, які несуть з собою катастрофічні загрози існуванню людства.

Національна рада з відновлення України від наслідків війни в Проекті Плану відновлення України в матеріалах робочої групи «Енергетична безпека» передбачає здійснити термомодернізацію до 50% житлового сектора до 2032 року, а до 2050 року термомодернізувати всі 100% житла.

Висновки до 1 розділу

За показниками відносних та абсолютних обсягів будівництва житла Україна дещо поступається деяким пострадянським країнам. При мінімальних нормативах забезпечення населення житлом ООН (не менше $30 \text{ м}^2/\text{люд}$) в Україні приходить більше $24 \text{ м}^2/\text{люд}$.

Через війну, розв'язану росією, проти України в 2022 та 2023 році обсяги будівництва житла в країні скоротились практично в 2 рази і 10 % житлового

фонду зруйновані, зберігається давня проблема – необхідність утеплення 90% існуючого застарілого житлового фонду.

З 2024 року Україна відмовилась від імпорту природного газу, хоча до війни в останні роки щорічно імпортувала 10-13 млрд м³ при власних обсягах видобутку 18-20 млрд м³. Одночасно було заявлено що з 2024 року країна переходить до електроопалення нового житла.

Ціни на електроенергію в Європі в рази перевищують українські, що є не коректим. Наприклад у Німеччині вони максимальні, а у Болгарії – мінімальні, відповідно 0,3088 і 0,0997 євро/кВт-год. Оскільки в країнах ЄС значна частка генерації за рахунок ВДЕ приводить до необхідності підвищувати тарифи для компенсації витрат.

Наслідком російської війни стала втрата 50% електрогенеруючих потужностей. За планами НЕК «Укренерго» протягом найближчих 5–10 років в Україні буде інвестовано \$15 млрд для будівництва електричних станцій, які працюватимуть на відновлювальних джерелах енергії.

Після світової енергетичної кризи європейські країни в 2007-2010 роках підвищили нормативні показники термічного опору стін до показників 5,0–5,58 м²·К / Вт, тоді як Україна це зробила лише в 2022 році збільшила їх до 4,0 м² · К / Вт. Не утеплений існуючий житловий фонд на сьогодні залишається «бомбою» уповільненої дії, яка відволікає енергетичні ресурси.

РОЗДІЛ 2 РЕСУРСО- ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

2.1 Актуальність використання будівельних відходів

У вартості жилої чи іншої будівлі 50—60% приходить на будівельні матеріали, а у вартості самих будівельних матеріалів ті ж 50—60% приходить на енергетичну складову їх виробництва. Оскільки запаси природних ресурсів зменшуються, країни ЄС давно перейшли до переробки і масштабного використання відходів, у тому числі і у виробництві цементу. В країнах ЄС, США, Канаді реалізується за відходи платять ті, хто їх «плодить», тобто підприємства-забруднювачі. Саме це спонукає до економії і раціонального використання природних ресурсів та техногенних продуктів.

За даними МЕА виробництво цементу в світі супроводжується 8 % викидів CO₂. Циркулярна економіка ототожнюється з замкнутим циклом виробництва, з безвідходним виробництвом.

Будівельний сектор економіки залишається найбільшим споживачем матеріальних ресурсів. Виробництво цементів, металів, мілкого і крупного заповнювачів в бетони, гіпсових та інших матеріалів є найбільшим споживачами мінеральних ресурсів. Саме виробництво будівельних матеріалів споживає видобувні сировинні мінеральні продукти, енергетичні продукти і одночасно супроводжується утворенням приблизно третини новиз відходів та парникових газів.

Лійна економіка виробництва супроводжуються утворенням відходів та додатковими викидами парникових газів через високу із енергозатратність при виробництві будівельних матеріалів та на стадії утримання будівель [9].

Економіка замкнутого циклу покликана змінити в Україні класичну лінійну модель виробництва. Отримання Україною статусу країни-кандидата до вступу в ЄС вимагає від України слідувати по правилам ЄС. Це стосується насамперед оновлення нормативної бази, у тому числі і у сфері управління

відходами. Відходи виробництва мають отримати статус побочних продуктів виробництва, що сприятиме спрощенню їх використання. Нещодавно прийнятий Закон України «Про управління відходами» має поставити на промислову основу переробку та утилізації відходів.

Значна частина будівельних відходів утворюється при знесенні будівель, капітальному їх ремонті, реконструкції і термомодернізації. Через війну, розв'язану росією проти України утворилося приблизно 10-12 млн. тонн будівельного сміття, ракетні обстріли продовжуються і кінцеві обсяги будівельних відходів стануть відомі після закінчення війни. На рис 2.1 приведена принципова схема функціонування лінійної та циркулярної моделі економічної діяльності в будівельній галузі.



Рисунок 2.1 Життєвий цикл будівель та споруд в умовах лінійної та циркулярної економіки.

Ідея циклічної або циркулярної економіки - подовжити життя відходів та повторно їх використати, при цьому необхідно скорочувати споживання матеріально-енергетичних ресурсів та викидів парникових газів, а ті відходи, які неможливо повторно використати мають бути утилізовані.

В основу циркулярної економіки спочатку було закладено 3 головних принципи – запобігти утворенню, використати і переробити для послідуячого

використання. Відповідно до [10] такі принципи отримали назву «3R»: Reduce (скорочення); Reuse (повторне використання); Recycle (переробка). Але з часом вони трансформувалися в «9R»: Rethink – Reduce – Reuse – Repair – Refurbish – Remanufacturing – Repurpose – Recycle – Recover.

Європейське агентство з навколишнього середовища в своєму дослідженні «Циркулярна економіка в Європі», проведеному ще в 2016 році встановило нові більш дієві цілі та пріоритети переходу до циркулярної економіки визначило її переваги економіки для країн ЄС:

Європейська Комісія 2020 році ухвалила План дій щодо «циркулярної економіки» (Circular Economy Action Plan), що є важливою складовою порядку даної стратегії Європейського «зеленого» курсу (European Green Deal). Перехід до циркулярної економіки забезпечує низку позитивних наслідків.

Якщо рівень переробки відходів в країнах ЄС значно коливається і обсяги різняться в межах від 10% до 90% [11], то в Україні називається цифра переробки відходів лише 4%. Прийняття Закону «Про Управління відходами» в умовах війни в 2022 році стало наслідком виконання вимог для України для її вступу до ЄС. В Національній Стратегії управління відходами до 2030 року, яка була прийнята в 2017 році передбачено впровадження європейських практик поводження з відходами (промисловими, твердими побутовими, відходами АПК, будівельними, небезпечними та іншими видами відходів) [12].

Залежно від країни, виду брухту та розташування полігону, вивезення 1 т будівельного сміття коштує від 4 до 150 євро. На відміну від України у більшості європейських країн рівень переробки будівельного сміття перевищує у середньому 90%.

Провідні європейські виробники постійно працюють над удосконаленням машин та обладнання для виробництва рудних та нерудних будівельних матеріалів. Якщо 25-30 років тому використовувалися громіздкі стаціонарні комплекси, то сьогодні їх замінюють мобільні високопродуктивні мезанізми.

Європейські країни жорстко контролюють виконання законодавства при якому утворення несанкціонованих полігонів суворо переслідується згідно із законом, тому утилізація відходів стає не лише екологічно доцільною, а й економічно ефективною [13].

Утилізація будівельного сміття може здійснюватися у двох напрямках: це повторне використання окремих частин будинку фундаментів, стін або його окремих конструкцій (балок, плит, колон) за прямим призначенням у новому будівництві або переробка цих відходів для їх використання, як вторинної переробленої сировини. Ті відходи, які з різних причин не можуть бути перероблені, направляються на звалища.

В роботі [14] зазначено що виробництва щебеню з бетонного лому по енергозатратам майже у 8 раз дешевше ніж його виробництво традиційним методом розробки в кар'єрах. Переробка відходів проводиться на спеціальних полігонах або підприємствах [15].

2.2 Перспективи використання металургійних шлаків.

Існуюча системи управління багатотоннажними відходами металургійної промисловості негативно впливає на довкілля та приводить до економічних втрат. З великим запізненням лише в 2022 року парламент ухвалив Закон «Про управління відходами». Цей закон став фундаментом для докорінних змін у підходах до використання відходів. При цьому, це було зроблено в рамках адаптації нормативної бази відповідно до вимог вступу України до ЄС. Міністерство захисту довкілля, фахова робоча група з експертів, добувного бізнесу та його асоціацій, ще до початку війни розробили законопроект «Про управління відходами видобувної промисловості».

Для українських підприємств відкриваються перспективи нарощування експорту доменних гранульованих шлаків до ЄС. ЄС стане основним напрямком експорту доменних гранульованих шлаків з України [16].

Глибока декарбонізація металургійної та цементної промисловості вимагатиме кількох паралельних стратегій: управління попитом за допомогою створення ринку та принципи кругової економіки, покращення енергоефективності завдяки технічним досягненням.

Для спрощення експорту компанія «АрселорМіттал Кривий Ріг» ініціювала процедуру виведення гранульованого доменного шлаку з класифікатора відходів України, що дозволить збільшити обсяг експорту шлаку в декілька раз. На «АрселорМіттал Кривий Ріг» утворюються шлаки трьох видів: доменні гранульовані шлаки; доменні відвальні шлаки; сталеплавильні відвальні шлаки.

Як відомо доменні гранульовані шлаки в свою складі містять близький до цементного клінкеру хімічний склад. При його активації цементним клінкером, вапном, іншими лужними добавками шлаки проявляють гідравлічну активність.

Доменні гранульовані шлаки вже багато років використовуються для виробництва цементів [17]. Шлакопортландцемент (ШПЦ) в радянські часи широко використовувався на при виробництві бетонних конструкцій. Для прискорення твердіння бетону на заводах проводилась його пропарка при температурі 86–90 °С.

В ДСТУ Б В.2.7-46:2010 «Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови» наведені дані використання доменних гранульованих шлаків в складі у всіх п'яти типах цементів (табл. 2.1).

Лідером у використанні відходів металургійного виробництв в Україні являється компанія «АрселорМітал Кривий Ріг», що пов'язано насамперед з логістикою. Як видно з табл. 2.1 ДГШ може бути введений у всі типи цементу, а його вміст в складі цементу коливається в діапазоні від 5 до 95%.

Компанія «АрселорМітал Кривий Ріг», активно просуває ідеї масштабного використання шлаків в будівництві у тому числі і в дорозному будівництві, особливо відвальних шлаків (доменних і сталеплавильних), вона ініціювала

внесення змін до ДБН з будівництва автомобільних доріг. Розглядаються зміни до податкового законодавства в частині мотивації використання цих відходів та їх експорту в країни ЄС. За даними [17] в 2019 році компанія «АрселорМітал Кривий Ріг» реалізувала 760 тис т гранульованих доменних шлаків для виробництва цементів.

Таблиці 2.1 Типи і склади цементів загальнобудівельного призначення.

Тип цементу	Найменування цементу	Умовна позначка цементу	Речовинний склад цементу, у відсотках за масою ¹⁾					
			Основні компоненти					Додаткові компоненти
			Портланд-цементний клінкер К	Гранульований доменний шлак Ш	Пуцоланові матеріали П	Зола-винесення З	Вапняк В	
I	Портландцемент	ПЦ I	95-100	—	—	—	—	0-5
II	Портландцемент з шлаком	ПЦ II/A-Ш	80-94	6-20	—	—	—	0-5
		ПЦ II/B-Ш	65-79	21-35	—	—	—	0-5
	Портландцемент з пуцоланом	ПЦ II/A-П	80-94	—	6-20	—	—	0-5
	Портландцемент з золою-винесення	ПЦ II/A-З	80-94	—	—	6-20	—	0-5
	Портландцемент з вапняком	ПЦ II/A-В	80-94	—	—	—	6-20	0-5
	Портландцемент композиційний ²⁾	ПЦ II/A-К	80-94	← 6-20 →				0-5
		ПЦ II/B-К	65-79	← 21-35 →				0-5
III	Шлакопортландцемент	ШПЦ III/A	35-64	36-65	—	—	—	0-5
		ШПЦ III/B	20-34	66-80	—	—	—	0-5
		ШПЦ III/B	5-19	81-95	—	—	—	0-5
IV	Пуцолановий цемент ²⁾	ПЦЦ IV/A	65-79	—	← 21-35 →			0-5
		ПЦЦ IV/B	45-64	—	← 36-55 →			0-5
V	Композиційний цемент ²⁾	КЦ V/A	40-64	18-40	← 10-20 →			0-5
		КЦ V/B	20-39	41-60	← 20-40 →			0-5

¹⁾ Значення в таблиці відносяться до суми основних та додаткових компонентів цементу, що прийнята за 100 %, і не враховують кількість добавок, що містять кальцій сульфат, і технологічні добавки.

²⁾ У портландцементі композиційному, пуцолановому та композиційному цементі основні компоненти (окрім портландцементного клінкеру) мають бути наведені в позначках цементу.

Як видно з табл. 2.1 найбільші перспективи використання ДГШ приходяться на цементну промисловість. Доменний шлаку подрібнюється і вводиться в кульовий млин разом з клінкером для сумісного помолу. Шлакопортландцемент забезпечує

високу марочність, але шлакопортладцемент з великим вмістом шлаку характеризується дещо уповільненими термінами тужавіння.

Зміст українського ДСТУ Б В.2.7-46:2010 раніше був практично запозичений з європейських нормативних документів. Ще в 2008 році в Україні був введений в дію нормативний документ – Цемент. Частина 1. Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів (EN 197-1:2000, IDT) ДСТУ Б EN 197-1:2008.

Асоціація «Укрцемент» активно працює над виконанням зобов'язань України про перехід на європейські технічні регламенти та стандарти. На протязі 2015 року за ініціативні кошти підприємств-учасників Асоціації були розроблені та затверджені національні стандарти для цементної галузі, ідентичні європейським.

Україна на шляху вступу до ЄС має виконати всі вимоги ЄС, тому, що при очікуваному приході на український будівельний ринок іноземних інвестицій, національні виробники будматеріалів мають використовувати і виробляти продукцію відповідно до вимог європейських стандартів і брати участь в реалізації всіх проектів. За даними «Укрцементу» фактичне використання потужностей українських цементних заводів становить лише 50% при проектні потужності більше 20 млн. тонн. Тому інвестори мають залучати цементи та інші матеріали вироблені в Україні [18]. На сьогодні в Україні діє 14 підприємств різних форм власності, які виробляють цемент.

2.3 Зменшення енергоємності виробництва цементів.

За офіційними даними Асоціації «Укрцемент» у 2021 році виробництво цементу в Україні сягнуло рекордної позначки — понад 11 млн т. У 2022 році через повномасштабне вторгнення воно скоротилося майже впововину — до 5,6 млн т. у 2023-му було вироблено 7,43 млн т цементу. Для відновлення зруйнованого під час війни в Україні необхідно буде близько 35 млн т

цементу. Це робить цемент ключовим матеріалом для відбудови країни.(рис. 2.2).

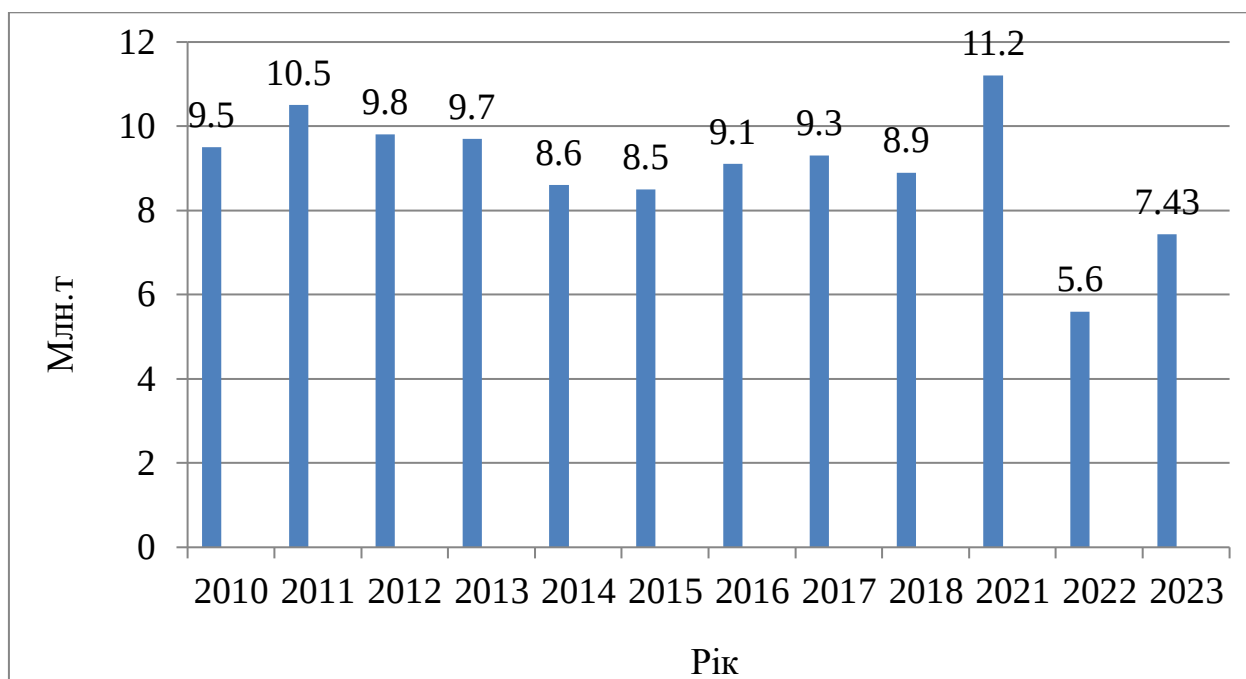


Рисунок 2.2 Динаміка виробництва цементу в Україні.

Наразі внутрішній ринок цементу представлений 4-ма потужними виробниками: комплекс виробництв «Івано-Франківськцемент»; компанія CRH, що володіє трьома заводами у Хмельницькій, Львівській та Одеській областях; ПАТ «Дікергофф Цемент Україна» з потужностями на Волині та Миколаївщині та ПрАТ «Кривий Ріг Цемент», один з трьох заводів який розташований на тимчасово окупованій території [19].

За даними Конфедерації будівельників використання будівельних матеріалів вітчизняного виробництва допоможе зберегти 100 тис робочих місць Цементна промисловість є матеріаломісткою галузю, тому цементні заводи розміщують у районах видобування сировини. Викиди CO₂ при виробництві цементу утворюються за рахунок спалювання палива та декарбонізації вапняку при спалюванні палива (приблизно 38 %) та декарбонізації вапняку (близько 60%)[20]. Виробники цементу цілеспрямовано і постійно заміщають технологічне паливо паловмісткими відходами.

Як видно з рис. 2.3 при виробництві цементів провідні європейські виробники використовують альтернативні сировинні матеріали: алюмінатні добавки, крейду, золи ТЕЦ, залізні домішки, відходи водоочищення, бентоніт [21,].

На рис 2.3 приведені промислові відходи різного походження, які можуть заміщувати значну кількість сировинних матеріалів при випалюванні портландцементного клінкеру. Німецькі заводи являються європейськими лідерами по використанню альтернативних сировинних і паливних матеріалів. Особливо важливим при цьому є те, що сировинні та паливні відходи, що містять вуглець використовуються, як паливо і не забруднюють довкілля.



Рисунок 2.3 Альтернативні матеріали, що застосовуються на заводі комбінованого способу виробництва цементу в Lägerdorf (Німеччина).

Найвищий ступінь заміщення основного технологічного палива паливовмісними відходами спостерігається в Німеччині (43,6% для безпечних і 5,2% для небезпечних відходів), Чехії (відповідно, 37% і 15%) і Австрії (відповідно, 35% і 12%) [21].

Багато років поспіль в якості альтернативних видів палива використовуються: відпрацьовані мастила, розчинники, тирса, полімерна плівка та макулатура, пластикові відходи, руберойд, резінові чіпси, тверді залишки дистиляційних виробництв.

Впровадження економічних стимулів при використанні відходів сприяє вирішенню декількох енерго-екологічних проблем. В Україні мають бути розроблені економічні стимули для використання відходів.

Висновки до 2 розділу

Зростання вартості енергоносіїв, вичерпність природної сировини, зростання викидів парникових газів та глобальної температури довкілля та забруднення довкілля зумовлюють необхідність до повторного використання відходів. Україна має перейти від лінійної економіки до циркулярної (циклічної).

Національна стратегія управління відходами до 2030 року передбачає імплементацію найкращих європейських практик в сфері поводження з різними видами відходів (промисловими, твердими побутовими, відходами. Цементна промисловість несе відповідальність за 8% світових викидів вуглекислого газу. Для виконання міжнародних зобов'язань відповідно до рішень Паризької конференції 2015 року Україна має зменшити викиди CO₂ до 35% від рівня 1990 року.

У більшості європейських країн рівень переробки будівельного сміття наближається до 90%, в Україні за усередненими даними цей показник становить 10–15 %. Доменні гранульовані шлаки являються стратегічною сировиною у виробництві мінеральних в'язучих. В 2022 році парламент ухвалив Закон «Про управління відходами», який став фундаментом для докорінних змін у підходах до використання відходів та зменшенні енергетичних витрат на стадії виробництва будівельних матеріалів, особливо цементів, бетонів.

РОЗДІЛ 3. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ПЕРЕХОДУ ДО ЗЕЛЕНОГО БУДІВНИЦТВА

3.1 Світові тенденції переходу до зеленого будівництва.

Після світової енергетичної кризи 1974 року у будівельній практиці з'явився напрям, що отримав назву «будівництво енергоефективних будівель», і досить інтенсивно почали створюватися наукові основи проектування таких будівель, які не лише не втратили актуальності дотепер, але й затребуваність у яких постійно зростає – зміщуються лише акценти.

У XXI столітті у будівельній індустрії з'явився новий напрямок – «зелене» будівництво. Сам термін означає будівництво будівель, які є екологічно чистими та стійкими, також відповідають вимогам енергоефективності, технологічності та комфорту довкілля людини. В США та країн ЄС, де вже розроблена та успішно функціонує система «зелених» стандартів, найвідомішими з яких є:

- Метод екологічної експертизи BREEAM (Велика Британія);
- Посібник з енергетичного та екологічного проектування LEED (США);
- Сертифікат сталого будівництва DGNB (Німеччина).

Посібник з енергетичного та екологічного проектування (LEED) був заснований в 1998 році Американською радою по зеленому будівництву (USGBC), розробником якого є ASHRAE та Рада з архітектури та будівництва з метою розробки та впровадженню універсальних інструментів та критеріїв енергоефективності.

Метод екологічної експертизи (BREEAM), розроблений Дослідницьким центром з будівництва будівель (The Building Research Establishment, BRE) (Великобританія) стосується основних напрямків шкідливих викидів в довкілля.

Використовуючи систему добровільної сертифікації LEED, проєктувальники, інженери, будівельники, власники будівель шляхом

застосування сучасних підходів до проектування, обліку природних та інфраструктурних особливостей майданчики, потреб кінцевих користувачів створюють якісний, довговічний, енергоефективний та привабливий об'єкт.

Вимоги стандарту LEED охоплюють весь процес будівництва і передбачають оцінку якості будівлі за 6 різними розділами:

1. Будівельний майданчик (місце для забудови), що враховує майбутні потреби (Sustainable Sites, SS);
2. Ефективність використання водних ресурсів (Water Efficiency, WE);
3. Споживання енергії та охорона атмосфери (Energy and Atmosphere, EA);
4. Матеріали та ресурси (Materials and Resources, MR);
5. Якість середовища усередині приміщень (Indoor Environmental Quality, IEQ);
6. Інновації у проектуванні (Innovation in Design, ID).

Спеціальний розділ виділено для аналізу регіональних пріоритетів (Regional Priority, RP). [22].

Ці розділи містять різну кількість вимог за відповідністю яким оцінюваний проект отримує залікові бали. Залежно від числа оціночних балів присвоюється будівлі відповідний сертифікат, що визначається загальною сумою цих балів і має кілька градацій: сертифікований, срібло, золото або платина, представлені рис. 3.1.

У стандарті LEED використовується 100-бальна система з п'яти головних категорій: місце екологічного будівництва, ефективність водовикористання, енергія та атмосфера, матеріали та ресурси, якість середовища у приміщеннях, плюс додаткові 6 балів за інноваційність та дизайн, а також 4 бали за регіональну пріоритетність. Будинки мають 4 рівні сертифікації:

-  Простий сертифікат: 40–49 балів
-  Срібний сертифікат: 50–59 балів
-  Золотий сертифікат: 60–79 балів
-  Платиновий сертифікат: 80 балів та вище.



Рисунок 3.1 Зовнішній вигляд сертифікату в залежності від кількості балів.

Застосування екологічних, зелених стандартів при будівництві та експлуатації даного об'єкта дозволяє досягти високих показників у таких областях:

1. зниження викидів;
2. переробка відходів;
3. використання екологічного транспорту;
4. еко стандарти при будівництві будівель;
5. розумне використання ресурсів;
6. баланс між земляними роботами та зеленими насадженнями.

Стандарт LEED сертифіковано понад 10000 будівель загальною площею 608 млн м² в 135 країнах. Кількість країн, які оголошують зобов'язання досягти нульового чистого викиду постійно зростає. Обіцянки урядів на сьогоднішній день не досягають того, що необхідно для того, щоб довести глобальні викиди вуглекислого газу, пов'язані з енергетикою, до нуля до 2050 року та обмежити підвищення глобальної температури до 1,5 °C.

Плата за викиди CO₂: сенс і структура податку, оплата при опаленні житла і заправці авто зростають. Саме тому по мірі зростання кількості сертифікованих об'єктів мають зменшуватись комунальні послуги для населення.

Ціни на викиди вуглекислого газу планомірно зростають рік за рік. Це стосується і звичайних людей, які платять за опалення і заправляють

автомобілі. Мова йде про паливо, шкідливе для клімату, це бензин, мазут, дизельне паливо та газ.

Наприклад в Німеччині [23] у 2024 році ціна за викиди CO₂ досягне 40 євро за т (у 2023 році — 30 євро), а в 2028 році більше, ніж двічі. Це означає, що цей податок буде включений в квитанцію на опалення і вартість бензину теж підвищиться.

Але є і хороша новина для орендарів житла в Німеччині: тепер орендодавець платить частину податку. Скільки він буде платити буде залежити від теплотехнічної системи та енергоефективності будівлі, а це дає підстави мотивувати орендодавця до покращення теплотехнічних характеристик будівлі.

3.2 Зелені стандарти в Україні.

Розробки та впровадження зелених стандартів в Україні має стати дієвим механізмом сприяння заохочення до зеленого будівництва органами місцевої влади при виділені земельних ділянок під забудову нового житла.

Сама розробка національних зелених стандартів для України не є надзвичайно складною задачею, оскільки існують Міжнародні зелені стандарти, міжнародний досвід їх впровадження, відомі критерії енерго-екологічної оцінки будівель та їх значимість. Труднощі, що виникають на етапі створення доказової бази, яка має опиратися або на відповідну систему нормативних документів, що діють, або на контрольні (цільові) значення, підтверджені практикою і підкріплені розрахунками.

Україна, в умовах інтеграції нормативної бази до вимог ЄС в галузі будівництва, є лідером серед колишніх пострадянських республік і не поступається ті ж росії, яка на основі Американською LEED та Британського BREEAM розробила власний зелений стандарт.

Вловивши позитивну тенденцію, багато країн - Японія, Австралія, Німеччина, Нова Зеландія, Канада та інші створили національні зелені стандарти. Деякі взяли за основу чужий стандарт і під керівництвом його правовласника підготували національні версії. Так вчинили, наприклад, норвежці (стандарт BREEAM NOR) та шведи (BREEAM-SE). Індія та Італія адаптували для себе LEED, випустивши національні версії цієї системи. [24].

Стандарти не виконують функцію наказу застосовувати будь-які конкретні матеріали та рішення, а дозволяють оцінити кожен проект індивідуально. Загальний принцип роботи для всіх рейтингових систем оцінки "зелених" будівель полягає в наступному:

- окремо за кожною категорією проводиться оцінка проекту або будівлі;
- вираховується загальна сума балів;
- на основі загальної суми балів присвоюється рівень відповідності та видається сертифікат.

Україна має потенціал щодо декарбонізації економіки як у традиційних секторах (наприклад, енергоощадність у будівельному секторі), так і в нових (зокрема, розвиток водневої енергетики), використання сонячної, вітрової енергії та біомаси [25].

Згідно зі сценаріями МЕА та Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії, для досягнення «чистого нульового рівня» до 2050 року на відновлювані джерела енергії має припадати 90 % виробітку електроенергії; одні тільки вітроенергетичні та сонячні фотоелектричні технології повинні задовольняти 63% загальних потреб в електроенергії, а інші технології, такі як гідроенергетика, біоенергетика, геотермальна енергія, концентрована сонячна енергія та енергія океану повинні забезпечувати 27% поставок електроенергії. Це потребує щорічного збільшення потужностей з виробництва вітрової та сонячної енергії на 630 ГВт у 2020–2050 роках.

Екологічна лінія країн ЄС спрямована на послаблення змін клімату в промислово розвинутих країнах, зокрема, Німеччини, належить скоротити викиди парникових газів, таких, як CO₂.

Щоб стимулювати це скорочення, використовується дієва система оподаткування, працюючих через з продажу «сертифікатів випуску». якщо збираєшся спалювати більше палива, яке наносять шкоду клімату - плати і отримуй «дозвіл». З 2026 року планується на сертифікати більше не встановлювати фіксованих цін, а продаж «дозволів» планується проводити на аукціонах. А з 2027 року буде виключений навіть ціновий діапазон «від-до» і ціна на CO₂ буде вільно визначатиметься на європейському торговому ринку.

Україн рухається за відповідним планом підготовки вторинного законодавства з імплементації директив ЄС. Галузеве міністерство вже підготувало комплексну Стратегію термомодернізації до 2050 року з операційним планом та державною цільовою програмою до 2030 року, з відповідним баченням на рівні держави програм термомодернізації підприємств теплопостачання, водопостачання та водовідведення.

Ще в 2013 році в Україні було зареєстровано громадську організацію «Рада із зеленого будівництва» (UaGBC). Основною її метою стало об'єднання організацій і професіоналів, які дотримуються у своїй діяльності принципів зеленого будівництва. Рада об'єднує компанії, організації та приватних осіб, зацікавлених у застосуванні принципів сталого розвитку під час реалізації проектів нерухомості, енергетичної галузі та суміжних областях [26-27].

В грудні 2023 року в рамках конференції «Енергоефективна дипломатія задля відновлення України» відбулась презентація завершального етапу розробки основоположного стандарту енергоефективного зеленого будівництва, який впроваджують до системи екологічної сертифікації та маркування [27].

Презентували стандарт президент Всеукраїнської громадської організації «Жива планета» і голова робочої групи експертів, які працювали над розробкою цього документу. Основним завданням при впровадженні та подальшому перегляді стандарту є:

- енергоефективність;
- збалансоване управління ресурсами;

- зменшення і запобігання впливу на довкілля;
- ефективне управління відходами та збільшення можливостей повторного використання та переробки матеріалів;
- переваг застосуванню більш екологічно кращих матеріалів;
- поліпшення показників комфорту і якості життя користувачів.

При розробці стандарту враховувались вимоги стандартів відомих провідних систем енергоефективного зеленого і сталого будівництва.

Висновки до 3 розділу.

В будівельній індустрії з'явився новий напрямок – «зелене» будівництво. Сам термін означає будівництво будівель, які є екологічно чистими та стійкими, також відповідають вимогам енергоефективності.

Для скорочення викидів парникових газів, використовується дієва система оподаткування, працюючих через продаж «сертифікатів випуску»: якщо збираєшся спалювати більше палива - плати і отримуй «дозвіл».

З 2026 року планується на сертифікати більше не встановлювати фіксованих цін, а продаж «дозволів» планується проводити на аукціонах. А з 2027 року буде вилучений навіть ціновий діапазон «від-до» — ціна на CO₂ буде вільно визначатиметься на європейському торговому ринку.

Багато країн світу створили національні зелені стандарти, взявши за основу американську систему LEED, систему Великобританії BREEAM та німецьку DGNB та під керівництвом правовласника підготували національні версії.

В 2013 році Україна, в умовах інтеграції нормативної бази до вимог ЄС в галузі будівництва розробила стандарт зеленого будівництва. В грудні 2023 року в Україні вперше він був презентований - Стандарт енергоефективного зеленого будівництва для громадських будівель.

РОЗДІЛ 4. РЕАЛІЗАЦІЯ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ ПРИ ВЛАШТУВАННІ НАВІСНИХ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ФАСАДІВ ТА «МОКРОГО» УТЕПЛЕННЯ

4.1 Актуальність утеплення фасадів існуючих житлових будинків

Відмова України від імпорту природного газу, руйнація 50% електрогенеруючих станцій, часткова або повна руйнація 10% існуючого житлового фонду в результаті війни, розв'язаної ролсією, ще більше ускладнили проблеми утримання житла. Україна з 2024 року відмовилась від імпорту природного газу і заявила про перехід на електроопалення нового житла [28] Узагальнені дані Мінрегіону [29] підтверджують необхідність термомодернізації, яка зберігає потенціал скорочення споживання природного газу на 8–10 млрд м³[30].

Україна вперше відмовилась в 2024 році, при наявності 18,6 млрд м³ газу власного видобутку, від його імпорту, успішно пройшла опалювальний сезон 2023- 2024 року з певним ризиком. Послідуюча руйнація енергетичної інфраструктури ракетними обстрілами електростанцій в першій половині 2024 році привели до дефіциту електрики, яка імпортується з європейських країн.

В європейських країнах в будинках, які проектуються і будуть будуватись в майбутньому відповідно до нової концепції для стандарту «пасивний» будинок передбачені тепловтрати на рівні 15-25 кВт • год / м² опалювальної площі в рік, а будинки з нульовим споживанням енергії та енергоефективні будинки мають додатково генерувати та віддавати енергію в мережу.

Занижені показники термічного опору оболонки будинків є причиною надмірних витрат енергії на м² застарілого житлового фонду в порівнянні з країнами ЄС з приблизно такими ж кліматичними умовами. Показники нормативних вимог термічного опору оболонки будинків були зорієнтовані на російські, а не європейські стандарти. Крім того, втрати тепла в централізованих системах теплопостачання в містах України перевищують

нормативні показники в декілька раз. Мережі протягом десятиліть не оновлювались, не відбувалась масштабна їх заміна на використання ропередньоізолюованих труб.

За даними [31] термічний опір стін застарілого житлового фонду (табл. 4.1) , побудовані а 60–80 роках є практично в 4 рази нижчим від показників діючих ДБН.

Таблиця 4.1. Опір теплопередачі огорожувальних конструкцій зовнішніх стін житлових будинків побудованих в 1960 – 1980 роках.

№п п	Матеріал конструкції стіни	Товщина стіни, мм	Опір теплопередачі, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$
1	З легкого бетону	300–350	0,74–0,83
2	Тришарові панелі з ефективним утеплювачем	300–350	0,8–0,9
3	Двошарові панелі	350	0,7
4	Ніздрюватий бетон	300–350	0,74–0,84
5	Цегла керамічна, силікатна густиною 1400-1650 $\text{кг}/\text{м}^3$	380–510	0,78–10
6	Цегла керамічна, силікатна густиною більше 1650 $\text{кг}/\text{м}^3$	380–510	0,63–0,79
7	Полегшене цегляне мурування густиною менше 1400 $\text{кг}/\text{м}^3$	380	0,89

Якщо Норвегія, Данія, Швеція, інші країни Європи з близькими до України кліматичними умовами підвищили нормативні показники термічного опору стін до $5,0\text{--}5,55 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, то Україна це зробила тільки в 2022 році і збільшила цей показник до $4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, що було зроблено через 10–15 років пізніше і це виконує функцію «міни уповільненої дії»

Занижені нормативні вимоги термічного опору оболонки будівель гальмували процеси енергозбереження в будівельній галузі. Через руйнування енергетичної структури на сьогодні в Україні існує дефіцит електроенергії, яка імпортується з країн ЄС та Молдови.

4.2 Реалізація державних організаційно-технічних заходів при утепленні застаріло житлового фонду.

До російської війни в 2021 році в Україні була анонсована програма «Велика термомодернізація». У зв'язку з військовим станом програма не реалізується. Метою програми був «захист» економіки країни від зростання цін на енергоносії та здобуття реальної енергетичної незалежності. Через війну і військовий стан програма не реалізується.

Вважається, що саме податок на викиди вуглекислого газу є найбільш ефективним діючим механізмом, який забезпечує досягнення енергозбереження. Збільшення кількості будівель із наближеним до нульового рівня споживання енергії спрямоване на економію енергії.

Офіційно вважається що податок на викиди вуглекислого газу був введений в Україні ще в 2011 році. За пропозицією ЄС в 2019 році Україна збільшила цей податок майже в 25 раз – до 10 грн, а в 2020 році ще в 3 рази – до 30 грн/т. CO₂. Ставка податку на CO₂ в Україні, навіть після дворазового її підняття, залишається значно нижчою, ніж у інших країн зі співставним рівнем економічного розвитку [32]. Порівняльні розміри податку за викиди CO₂ окремих країн Європи приведені на рис. 4.1.

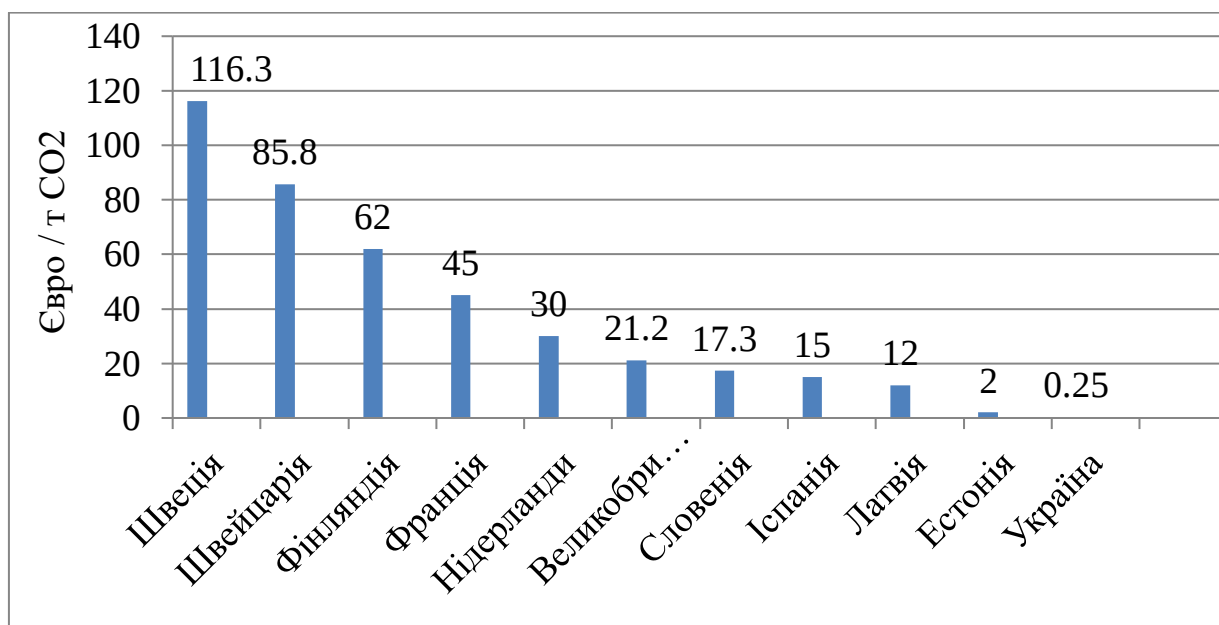


Рисунок 4.1 Ставка податку на викиди CO₂ в окремих країнах Європи

станом на 2021 рік.

Навіть в умовах війни в липні 2022 року Верховна Рада України прийняла урядовий Закон «Про внесення змін до деяких законів України щодо створення умов для запровадження комплексної термомодернізації будівель». Дія Закону спрямована на термомодернізацію будівель, при цьому забезпечується можливість фінансування проектів термомодернізації, але не більше 10% від вартості всього проекту, коли перелік робіт затверджується і частково фінансується Фондом енергоефективності.

В Національній доповіді «Цілі сталого розвитку: Україна»: шляхи реалізації на регіональному рівні до 2030 року передбачено скорочення викидів вуглецю на 65% від рівня 1990 року, до 2060 року передбачений перехід на вуглецево нейтральну економіку.

Сучасні будівельні технології і матеріали дозволяють істотно зменшити втрати тепла в будівлях, які відбуваються через стіни, вікна, двері, дахи, підвали та вентиляцію, обмежити викиди теплової енергії через вікна на вентиляцію що викидуються на вулицю через квартирки та скерувати їх на нагрів приміщення використанням рекуператорів [33].

Україна приступила до реалізації реальних заходів для переходу будівництва енергоефективних будівель [34, 35]. Були прийняті відповідні законодавчі та нормативні рішення (документи), у яких був врахований передовий європейський досвід, технології. Зокрема, згідно з ДБН щодо проектування висотних будівель (до 50 поверхів), усі житлові будинки повинні проектуватися з класом енергоефективності не нижче класу «В», хоча в Україні офіційно діє клас енергоефективності будівель «С».

Закон «Про енергетичну ефективність будівель» передбачає обов'язкову сертифікацію енергетичної ефективності будівель ще з 1 липня 2019 року. Згідно з Законом, сертифікація енергетичної ефективності об'єктів будівництва здійснюється за рахунок замовника. У разі укладення договорів купівлі-продажу, найму (оренди) будівлі, житлового або нежитлового приміщення будівлі продавець або орендодавець на вимогу повинен надати

інформацію про енергетичний сертифікат будівлі. Сертифікація проводиться через укладання окремого договору з виконавцем цієї послуги та власником будівлі. (рис. 4.2).

Для багатоквартирного будинку замовником цієї послуги виступає ОСББ (об'єднання співвласників багатоквартирного будинку). В нових та термомодернізованих будинках клас енергоефективності має бути не нижче "С". Термін дії сертифіката 10 років, вартість проведення сертифікації становить 12–15 тис. грн.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ (ВИТЯГ)

Адреса (місцезнаходження) будівлі:

Функціональне призначення та назва:

опалювана площа, м²: опалюваний об'єм, м³:

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	
Пітومه споживання енергії на опалення, гаряче водопостачання, охолодження будівлі, кВт*год/м ²	

Пітومه споживання парникових енергій, кВт*год/м² за рік:

0	10	20	30	40	50	60	70	80	>90
0	50	100	150	200	250	300	350	400	>450

Пітомі викиди парникових газів кг/м² за рік:

Серія та номер кваліфікаційного атестата енергоаудитора:

Рисунок 4.2 Зразок бланку(витягу) енергетичного сертифіката будівлі.

Як видно з рис 4.2 в сертифікаті приводяться основні дані енергоспоживання та викидів парникових газів будівлі. Фонд енергоефективності, як державна установа, надає грант для підтримки реалізації заходів енергозбереження будівлі. Залучення інвестицій для

термомодернізації багатоквартирних будинків гальмується не тільки відсутністю ОСББ, як юридичної особи, але і високою вартістю запозичених коштів - середня ставка за банківськими кредитами 15% і вище зменшує рентабельність термомодернізації, та збільшує терміни окупності. В ОСББ об'єдналось дещо більше 38 тис будинків з більше 180 тис багатоквартирних будинків, тому на сьогодні не існує юридично відповідального замовника, який має співпрацювати з Фондом енергоефективності.

Природний газ залишається основним джерелом енергії для виробництва електричної та теплової енергії, задоволення інших потреб населення. Відмова України з 2024 року від імпорту природного газу створила ситуацію коли можна розраховувати на газ лише власного видобутку (рис. 1.2). До війни Україна споживала біля 19 млрд м³ власного газу та додатково імпортувала 10–13 млрд м³ природного газу з Європи. На рівні уряду України було заявлено про перехід до електроопалення нових житлових будинків. Через війну в Україні знищено більше половини електрогенеруючих потужностей, створюється складна ситуація проходження наступного опалювального сезону 2024/ 2025 років.

4.3 Системи утеплення застарілих будинків.

Утеплення фасадів будинків "мокрим" способом залишається на сьогоднішній день найбільш поширеним способом. Цей спосіб утеплення відносно простий, він передбачає приклеювання на поверхню зовнішньої стіни жорстких теплоізоляційних плит з використанням мінерального клею. При цьому виконується армування клею пластиковою лугостійкою сіткою, використовуються пластикові дюбелі типу парасольки. В якості утеплювача використовується переважно пінополістирол або мінеральна вата.

Недоліком української практики утеплення фасадів існуючих будинків є те, що з мовчазної згоди місцевих органів влади власники квартир за свої кошти самотійно проводять «клаптикове» утеплення окремих квартир. Це кардинально не вирішує проблему енергозбереження на рівні постачальника тепла, але спотворює фасади будинків сучасних міст (рис. 4.3).



Рисунок 4.3 Зовнішній вигляд клаптикового утеплення фасадів будинків.

Матеріали для утеплення фасаду вибираються з врахуванням цінового фактора та експлуатаційних властивостей утеплювача та технологічної придатності.

Тож зазвичай на сьогодні замовники і виконавці «клаткового» утеплення таких дозволів не отримують, що є порушенням законодавства з питань благоустрою населених пунктів. Місцеві органи влади в цьому питанні не достатньо проявляють ініціативи. Цілком очевидно, що по мірі адаптації нормативної бази України до європейських стандартів, така практика утеплення будинків буде заборонена.

Крім того, при «клаптиковому» утепленні порушуються умови роботи стіни, з часом виникають температурні деформації, переміщення стикових з'єднань інших квартир. Фахівці базового НДІБК вважають, що якщо точка роси зміщується в конструкції будинку, там може з'явитись цвіль, яку складно

знищити. Всього існує понад 40 найменувань грибків, з них 38 – канцерогенні для людини, що несе потенційну небезпеку для здоров'я людини.

Масово поширена практика утеплення малоповерхових будинків з використанням мінеральної вати і облицювання стін цеглою (рис. 4.4).

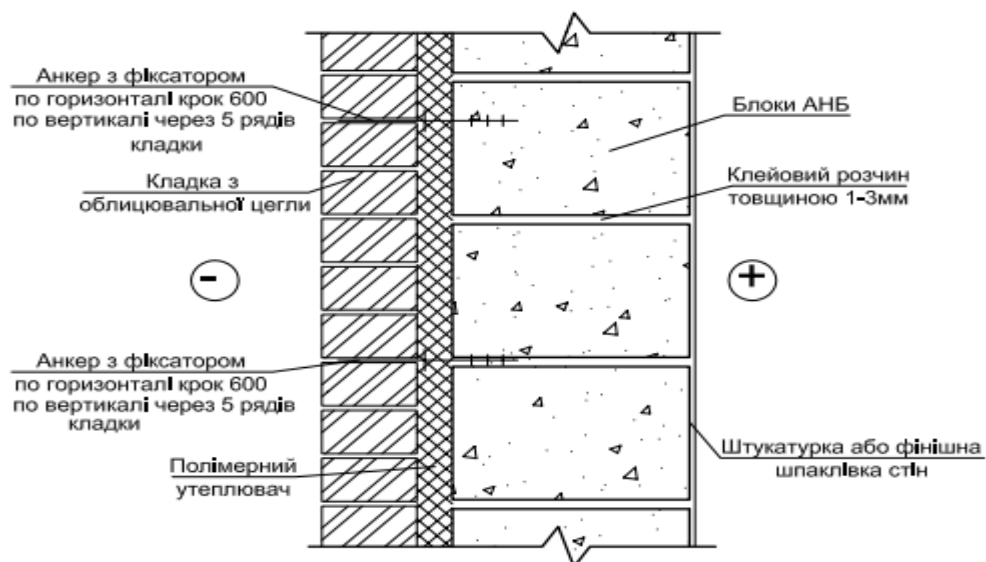


Рисунок 4.4. Схема утеплення газобетонних стін з використанням облицювальної цегли.

В табл. 4.2 приведені характеристики основних найбільш вживаних теплоізоляційних матеріалів - мінеральної вати, пінопласта, пінополістирола, пінополіуретана, які являються найбільш часто використовуються в існуючій практиці виконання теплоізоляційних робіт.

Мокрий спосіб утеплення фасадів виконується при температурі плюс 5 °C і вище, оскільки передбачає використання води та при відсутності атмосферних опадів. Після фіксації утеплювача до стіни мінеральним клеєм необхідна технологічна перерва в декілька днів для забезпечення зростання міцності мінерального клею. Після чого, виконується механічна фіксація теплоізоляції до стіни з використанням пластикових дюбелів. Мінусами такого утеплення є прив'язка до погодних умов та сезонні обмеження тривалості виконання робіт.

Таблиця 4.2 Характеристики основних теплоізоляційних матеріалів.

Матеріал	Густитна, кг/м ³	Теплопровідність Вт/(м×С°)	Паропроникність, мг/(час×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

Виконання теплоізоляційних робіт по утепленню фасадів будинків має враховувати поверховість будинків та обсяги робіт (рис. 4.3 та рис. 4.4). Теплоізоляційні роботи виконується з використанням:

- монтажних люльок;
- влаштуванням підмостей;
- будівельних лісів;
- послугів альпіністів



Рисунок 4.3 Утеплення фасадів з використанням монтажних люльок та альпіністів.

Мінеральна вата являється ефективною теплоізоляцією, вона має волокнисту структуру, її щільність становить 20–200 кг/м³. Основним її недоліком являється те, що в умовах експлуатації при зволоженні вона повільно віддає вологу і може дещо «підсажуватись». При високі температурі з неї виділяються шкідливі гази, які утворюються через руйнуванні смол, які вводяться при формуванні з неї виробів. Важливою перевагою мінеральної вати є її не горючість на відміну від не менш поширеного теплоізоляційного матеріалу – пінополістиролу.

Теплоізоляція застарілого житлового фонду залишається найбільш ефективним і прийнятним способом зменшення витрат енергоресурсів, обсягів викидів парникових газів в будівельній галузі і одночасно дозволяє забезпечити комфортність проживання людей.

Базовим нормативним документом для виконання зовнішнього утеплення стін стали нещодавно прийняті нові будівельні норми (ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією»).

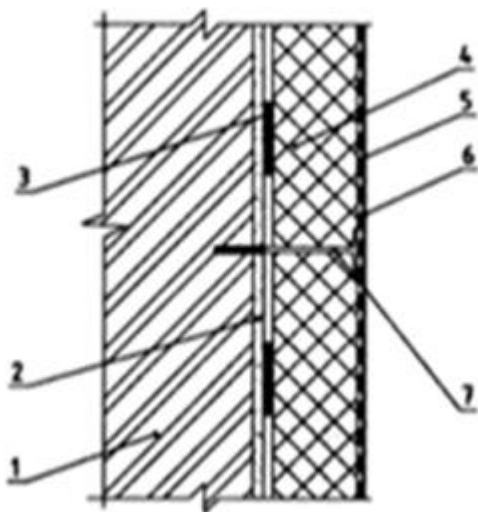


Рисунок 4.4 Конструктивна схема збірної системи мокрого утеплення фасаду. Де: 1- несуча стіна; 2 штукатурний шар; 3-клейовий шар; 4-теплоізоляція; 5-захисний шар армований скло сіткою; 6- опоряджувальне покриття; 7- елементи механічного кріплення теплоізоляції.

Теплоізоляція будівель може виконуватись як зовні так і всередині будівель. Теплоізоляція всередині будівлі поглинає внутрішню площу приміщень і

використовується за умови необхідності збереження фасаду будинку (історична пам'ятка архітектури, тощо). Крім того, для внутрішнього утеплення будинків необхідно обов'язково використовувати не горючі екологічно чисті теплоізоляційні матеріали, наприклад, легкий автоклавний газобетон (рис. 4.5), який широко поширений в країнах ЄС. Легкий теплоізоляційний газобетон густиною приблизно 100 кг/м^3 за показником теплопровідності наближений до традиційних утеплювачів мінеральної вати, пінополістиролу.



Рисунок 4.5 Схема внутрішнього утеплення підлоги та покрівлі.

На відміну від пінополістиролу теплоізоляційний газобетон не горить, характеризується високою повітряпроникністю, через високу пористість випускає з стіни вологу. В країнах ЄС використовується переважно для зовнішнього утеплення стін малоповерхових будинків (рис. 4.6).

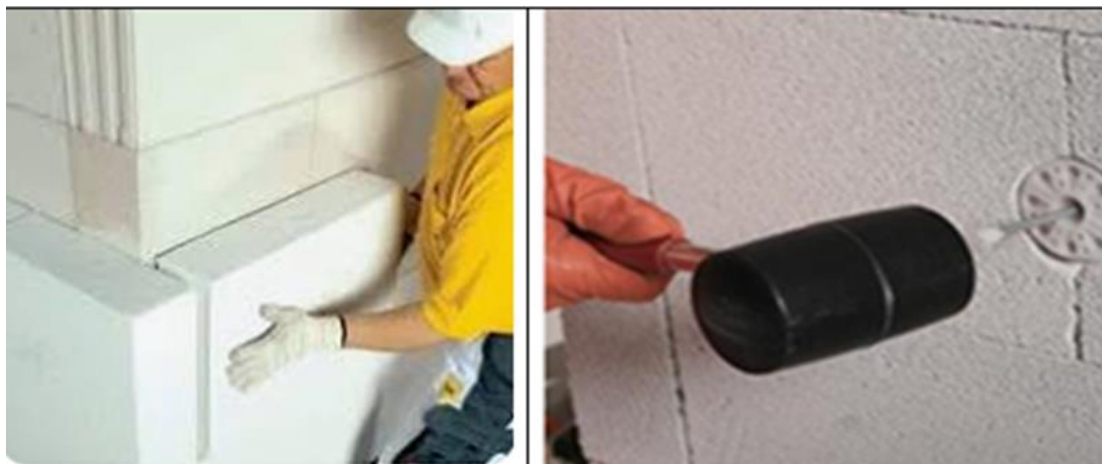


Рисунок 4.6 Зовнішнє утеплення стін легким газобетоном.

Проблемні ситуації в процесі експлуатації утеплених пінополістиролом будівель виникають через горючість пінополістиролу. Навіть наявність в їх складі антипіренів не завжди стримує горіння. (рис. 4.7). Існуюча пожежна техніка не завжди повноцінно спрацює при гасінні пожеж висотних будинків.



Риунок 4.7 Фрагмен горіння пінополістиролу на фасадах висотних будинків.

Конструкції з фасадною теплоізоляцією мають відповідати вимогам енергоефективності (ДБН В. 2.6-31) та вимогам пожежної безпеки об'єктів будівництва (ДБН В. 1.1-7) (табл. 4.3).

Теплоізоляційні властивості пінополістиролу досягаються завдяки нещільній його структурі і низькій густині. Цей утеплювач не можна назвати найефективнішим утеплювачем. Цей матеріал вважається слабогорючим, але при контакті з відкритим вогнем виділяє їдкий отруйний дим. Для внутрішньої термоізоляції будівель він не використовується. Оскільки пінополістирол не пропускає воду і пару, тому його використання обмежене для утеплення стін, які мають «дихати» і видаляти вологу.

Можливість використання теплоізоляції в залежності від її горючості регламентується окремим нормативним документом, який був введений дію відносно недавно - ДБН В.2.6-33:2018. «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування»

Таблиця 4.3 Застосування конструкцій із фасадною теплоізоляцією в залежності від конструктивного типу та горючості теплоізоляційного і опоряджувального матеріалу (ДБН В.2.6-33:2018).

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.							

Як видно з табл. 4.3 умовна висота будівлі тісно корелює з горючістю теплоізоляційного і опоряджувального матеріалу будівлі. При використанні негорючої теплоізоляції (НГ) будинок може мати практично не обмежену висоту.

На рис. 4.8 приведена узагальненна класична схема утеплення стін методом «мокрого» фасаду шляхом фіксації утеплювача за допомогою базового мінерального клею та тарілчатих дюбелів.

При утепленні стін методом «мокрого» фасаду використовується: полімерно-цементний клей; утеплювач; дюбелі тарілчальті; сітка фасадна; покриваючий шар клею; декоративний шар з ґрунтовкою, краска фасадна.

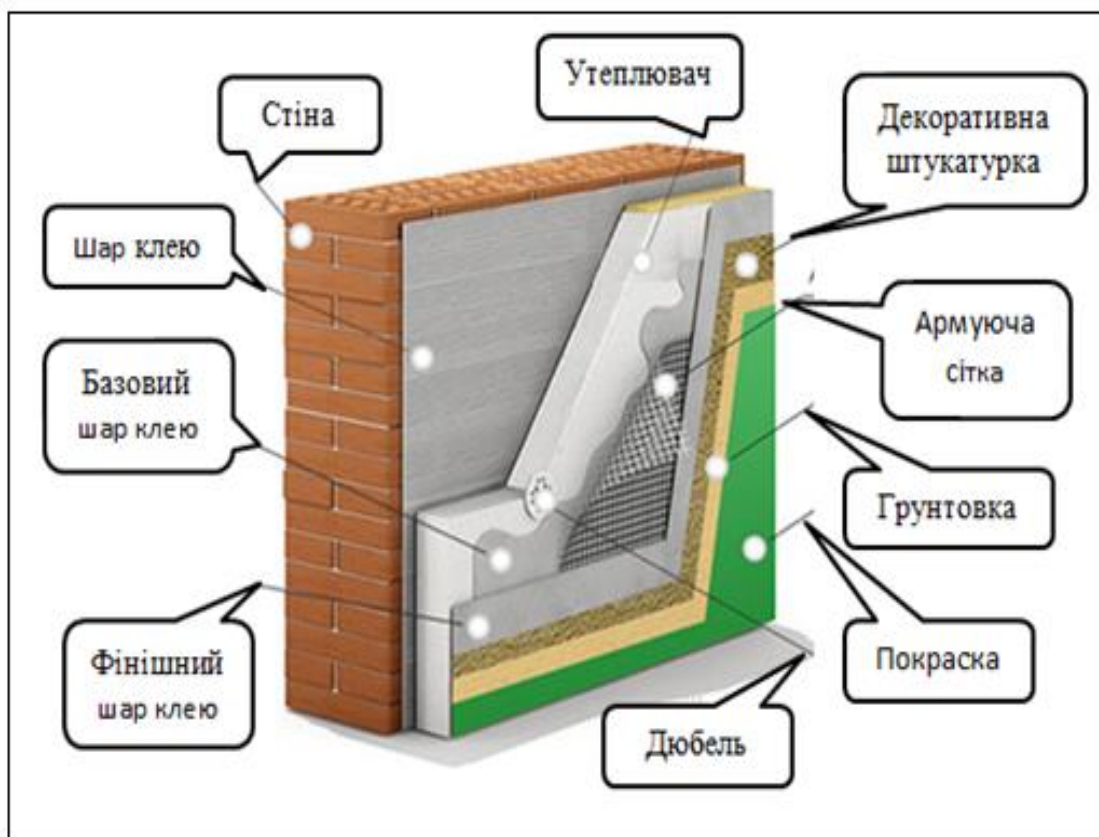


Рисунок 4.8 Фіксація пінополістиролу за допомогою базового мінерального клею та тарілчатих дюбелів.

В системі «мокрого» утеплення фасадів основне навантаження від маси самого утеплення, вітрового впливу приходить саме на дюбель та мінеральний клей. Довговічність такої системи теплоізоляції залежить від багатьох складових: якості кріплення теплоізоляції, паро проникності теплоізоляції і штукатурного покриття та довговічності фінішного декоративного покриття. Наявність «мокрих» процесів обмежує можливість виконання теплоізоляційних робіт в зимовий час, технологічний процес має перериватись у часі через необхідність виконання кріплення дюбеля після технологічної перерви, необхідної для твердіння клею та фіксації утеплювача до стінової конструкції.

Житлові будівлі, висотою більше, ніж 26,5 метрів утеплюються, переважно мінеральною або кам'яної ватою, а глухі стіни – пінополістиролом з влаштування протипожежних розривів з мінеральної вати а також навколо вікон.

В табл. 4.4 приведені порівняльні показники експлуатаційних властивостей основних стінових матеріалів. Важлива роль покладається на використання енергоефективних стінових матеріалів.

При новому будівництві, термомодернізації існуючих будинків та при їх розширенні мають використовуватись енергоефективні стінові матеріали, які фактично не потребують додаткового утеплення, зокрема автоклавний газобетон марки D300, D400 (табл. 4.4).

Проте більшість заводів –виробників газобетону в Україні виготовляють газобетон марки D500 і D400. Зокрема найбільший завод в Україні і Європі в місті Бровари за даними Всеукраїнської асоціації виробників автоклавного газобетону що виробляє більше 30% від загального обсягу його виробництва в Україні виробляє 94% газобетону марки D500, хоча перевага має віддаватись газобетону марки за густиною D300 та D400.

Таблиця 4.4 Порівняльні фізико-механічні і експлуатаційні показники сучасних стінових матеріалів.

Показники	Цегла глиняна повнотіла	Цегла глиняна (пустотність до 40%)	Цегла силікатна	Газобетон	
				D400	D300
Густина, кг / м ³	1500- 1800	1200-1400	1700-1900	400	300
Міцність на стиск, кгс / см ²	M100-175	M100-175	M100-200	C2,0	C1,5
Теплопровідність, Вт / м · °С	0,6-0,7	0,33-0,45	0,8-1,15	0,13	0,09
Морозостій кість, циклів	F50-75	F50-75	F35	F100	F100
Водопоглинання, %	8-10	8-10	11-14	17-20	

Такий стінових матеріалів, як керамзитобетон через високу енергоємність виробництва та відносно низькі теплоізоляційні властивості зник з будівельного ринку України та інших країн [36], а автоклавний газобетон витісняє традиційні стінові матеріали і стає базовим стіновим матеріалом [37].

В табл. 4.5 приведені марки теплоізоляційного автоклавного газобетону відповідно до внесених змін до ДСТУ Б В.2.7-45:2010 «Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови».

Таблиця 4.5 Розширення марки теплоізоляційного автоклавного газобетону відповідно до внесених змін до ДСТУ Б В.2.7-45:2010 «Бетони ніздрюваті. Загальні технічні умови».

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	>0,5	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

Як видно з табл. 4.5 така мінеральна теплоізоляція (газобетон) за показником теплопровідності наближена до показників традиційних, найбільш поширених теплоізоляційних матеріалів – пінополістиролу та мінеральної вати. Важливо те, що теплоізоляційний газобетон є негорючим, екологічно чистим, виготовлений з використання піску, вапна, цементу, добавки гіпсового каменю, води і добавки алюмінієвої пудри.

4.4. Технологія утеплення стін методом навісного вентиляваного фасаду.

Влаштування навісних вентиляваних фасадів (НВФ) іншими словами навісних вентиляваних систем (НВС) слід починати після отримання результатів випробувань несучої здатності анкерних кріплень, наявності проектно-кошторисної документації, оформлення необхідних документів з дозволом виконання робіт. Влаштування НФС має здійснюватися відповідно до вимог проектної, робочої документації, рекомендацій розробника фасадної системи.

В залежності від розмірів будівлі, її поверховості самого конструктивного трішення НФС найбільше уваги приділяється контролю надійності фіксації навісної системи до стіни, лійним розмірам. Може проводитись розбивка об'єкта на зазватки. Важлива роль відводиться засобам підмашування, підйомникам та монтажу НФС.

На висотних будинках для виконання завершальних технологічних операцій в залежності від виду НВФ використовують спеціальні люльки або залучають альпіністів.(рис. 4.8).

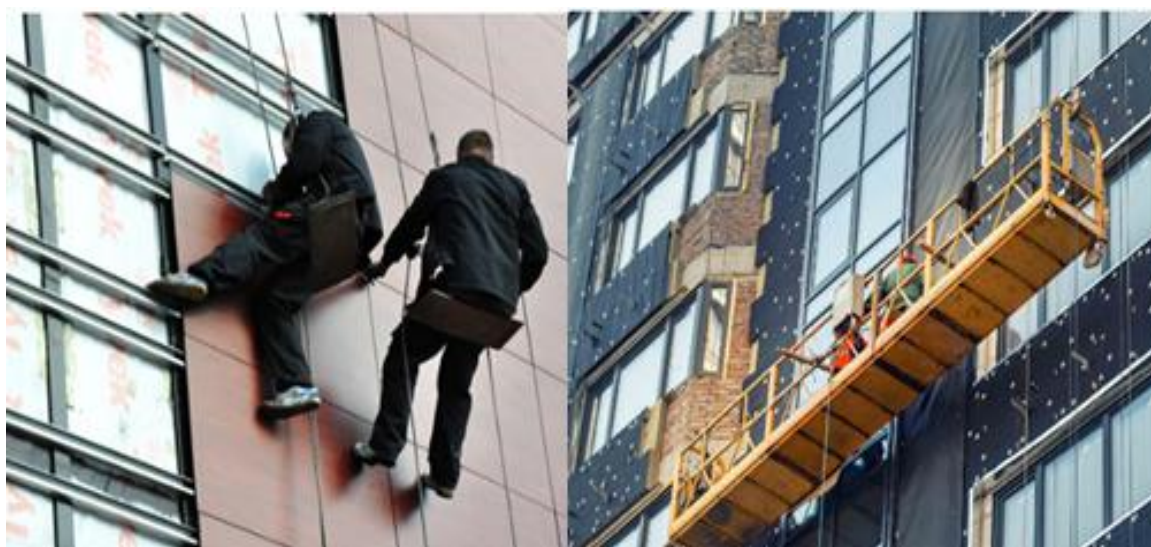


Рисунок 4.8 Фрагмент завершального етапу влаштування НВФ з використанням альпіністів та монтажних люльок.

Вентильовані фасади за популярністю обходять інші види облицювання будівель. Їхня основна перевага – універсальність та довговічність. На стадії розробки проекту ретельно підходять до вибору облицювальних матеріалів фасаду з врахуванням їх довговічності. В табл. 4.6 приведені різновиди облицювальних панелей, які забезпечують високу довговічність фасаду, його архітектурну виразність.

Таблиця 4.6. Види облицювальних матеріалів при влаштування навісних вентильованих фасадів.

№пп	Облицювальний матеріал
1	алюмінієві композитні панелі
2	натуральний камінь
3	скляні панелі
4	агломератна плитка або штучний камінь
5	фіброцемент
6	ламініат високого тиску
7	лінеарні панелі
8	HPL панелі
9	керамограніт
10	тераотова кераміка
11	металосайдінг
12	клінкерна плитка
13	фотоелектричні модулі

Наявність зазору між утеплювачем та облицювальними панелями від 20 до 80 мм приводить до циркуляції повітря, яке видаляє вологу. Попередньо на закріплену на стіні теплоізоляції фіксується парогідробарер (спеціальна тканина), який випускає вологу з стіти та утеплювача але не пропускає зволоження утеплювача.

На рис. 4.9 приведений фрагмент влаштування НВФ з використанням керамограніта та природних каменних матеріалі. Отримують популярність алюмінієві навісні фасади.

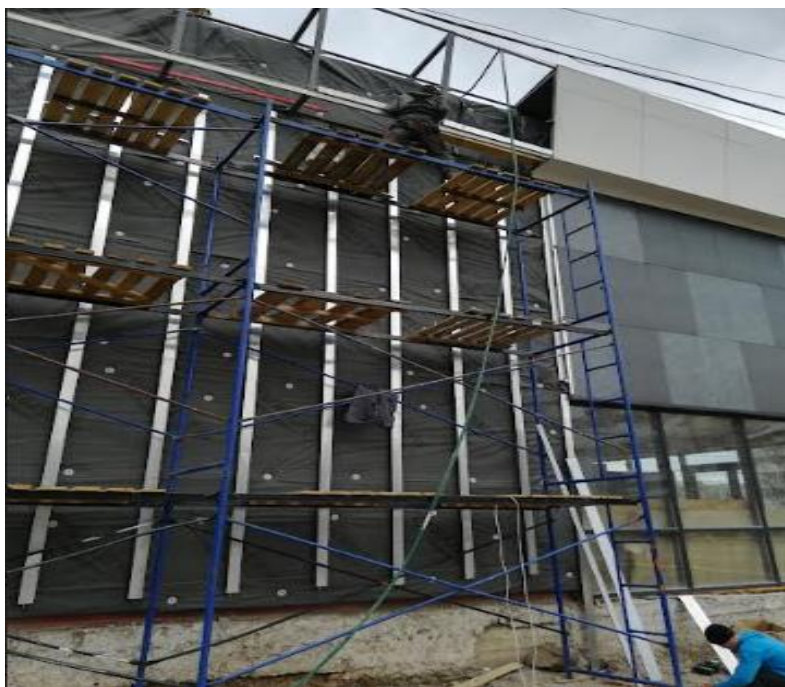


Рисунок 4.9 Фрагмент утеплення стіни громадської будівлі методом навісного фасаду (м. Вінниця, громадська будівля).

На рис. 4.10 прведений клямер – спеціальна стальна пластина товщиною 1-1,1 мм з кількома фіксаторами для облицювальних панелей. Клямер може бути стартовим, рядовим, бічним.

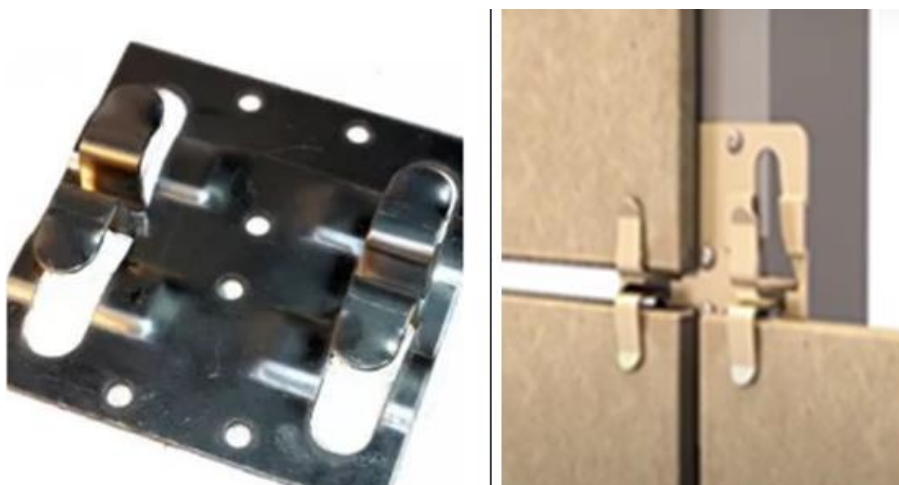


Рисунок 4.10 Зовнішній вигляд клямера для фіксації облицювальних панелей.

При виконанні монтажних робіт влаштування навісного каркаса використовуються комплект інструментів необхідних для виконання технологічних операцій.

З метою зменшення втрат тепла при монтажі металевого (сталюого, алюмінієвого) каркасу фасадної системи між кронштейном і стіною передбачається наявність паронітових терморозривних прокладок, що містять азбест. Відповідно до Угоди про асоціацію з ЄС Верховна Рада України в 2022 році прийняла закон про заборону використання азбесту у будівництві [39].

Сонячні панелі ідеально підходить для облаштування вентиляованих фасадів офісів, готелів, торгових центрів. Система Liberta Solar [40] містить сонячні панелі на основі кристалічного кремнію які виробляють електрику.

Оцінка ефективності утеплення фасаду будинку може бути розрахована з використанням графіка залежності відповідних втрат енергії в кВт · год в залежності від термічного опору утепленої стіни (рис. 4.11).

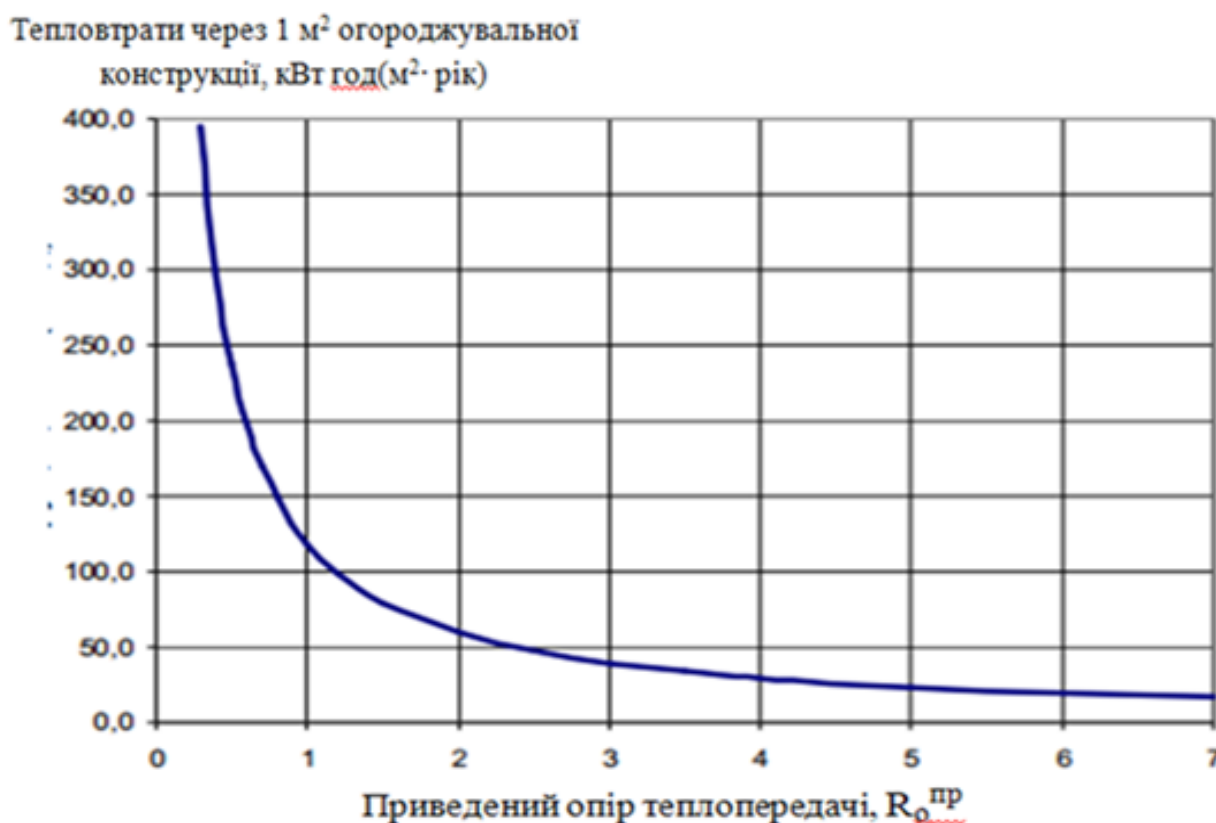


Рисунок 4.11 Залежність втрат енергії огорожувальної конструкції від приведенного опору теплопередачі.

Як видно з рис. 4.11 при термічному опорі стіни на рівні 0,9-1,0 ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт тепловтрати через 1 м^2 огорожувальної конструкції стіни становлять приблизно 120 кВт · год ($\text{м}^2 \cdot \text{рік}$), при збільшенні термічного опору стіни до 4–5 ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт втрати енергії зменшаться приблизно в 4 рази до 25 кВт · год на м^2 в рік. Перемноживши різницю втрат енергії до утеплення і після утеплення на площу стінових конструкцій розраховується приблизна економія енергії в кВт · год від зросиння термічного опору.

Більшість приватних будинків на сьогодні утеплюють їх власники з використовують більш дешевий «мокрого» способу, а висотні будинки утеблються з використання . обмеженої допомоги держави через Фонд енергоефективності

Екологічно чистим утеплювачем являється теплоізоляційний газобетон низької густини (табл. 5.21), який виготовлений з природних мінеральних продуктів (піску, вапна, цементу, гіпсового каменю з добавкою алюмінієвої пудри і має співрозміні показники теплопровідності з традиційними широкоживаними теплоізоляційними матеріалами.

Висновки до розділу 4.

В 2021 році в Україні була анонсована програма "Велика термомодернізація". У зв'язку з військовим станом програма практично не реалізується.

З великим запізненням лише в 2019 році за рекомендаціями ЄС в Україні був введений податок на викиди вуглекислого газу. З європейського досвіду відомо, що саме цей податок вважається найбільш дієвим механізмом реалізація якого максимально сприяє економії енергетичних ресурсів.

Незадовільний стан існуючого житлового фонду України, пов'язаний у тому числі з заниженими нормативними показниками термічного опору

оболонки огорожувальних конструкцій, які тривалий проміжок часу в Україні не зазнавали прогресивних змін.

Використання «мокрої» технології утеплення фасадів застарілого житлового фонду тривалий час орієнтувалось на імпорتنі будівельні матеріали, що гальмувало утеплення житлового фонду. Клаптикове утеплення фасадів висотних будинків за рахунок власників квартир псує фасади будинків не вирішує проблеми енергозбереження.

На рівні галузевого міністерства концепція «зеленого» будівництва тривалий час не отримувала належної фінансової підтримки та пропаганди його переваг.

Використання пінополістиролу на фасадах висотних будинків має передбачати наявність протипожежних розривів та комбінованого утеплення з використанням негорючої теплоізоляції.

До основних недоліків навісних вентильованих фасадів слід віднести їх високу вартість, потенційно можливу корозію металу, можливість додаткового шуму. Кожна фасадна система має свої технологічні особливості які можуть впливати на довговічність її експлуатації.

До переваг вентильованого фасаду відносять – швидкість виконання робіт, незалежність від кліматичних умов, вогнестійкість, широкі можливості оригінальності декору зовнішнього вигляду фасадів будівлі, швидкість виконання ремонтних робіт. Функціонально проміжок між стінами працює за принципом «вितяжки», температурний перепад сприяє постійному руху повітря, яке видаляє надмірну вологість - взимку тепло зберігається, влітку будівля не перегрівається. Облицювання захищає від природних погодних факторів та механічних пошкоджень, зростає термін служби будівлі.

Для виготовлення монтажних деталей для навісних фасадних систем необхідно використовувати дорогі метали, які не ржавіють - оцинковану сталь, алюмінієві сплави, нержавіючу сталь.

РОЗДІЛ 5. ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ УТЕПЛЕННЯ ФАСАДІВ

Директива ЄС 2010/31/EU «Про енергозабезпечення будівель» регламентує поетапне посилення значень коефіцієнта теплопередачі $U_i(\max)$, для усіх зовнішніх огорожувальних конструкцій. Значення термічного опору для зовнішніх стін будівель в ЄС має бути для будинків, побудованих після 1 січня 2015 - ($R = 4,00 \text{ м}^2\text{К/Вт}$), побудованих після 1 січня 2017 - ($R = 4,35 \text{ м}^2\text{К/Вт}$), побудованих після 1 січня 2021 року - ($R = 5,00 \text{ м}^2\text{К/Вт}$).

Як відомо, нормативні показники термічного опору вікон ще радянської епохи складають $0,39\text{--}0,42 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$. Поступово вони були збільшені з $0,4$ до $0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, а в нещодавно прийнятих ДБН В.2.6-31: 2021 для першої і другої кліматичної зони нормативні показники зросли для першої зони до 9 і до $7 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ для другої зони. Прийнято вважати, до 30% втрат тепла через вікна відбувається через конвекцію і теплопередачу тепла повітряними масами всередині склопакета, і до 70% - на довгохвильове інфрачервоне випромінювання. Заміна застарілих вікон на енергоефективні теоретично може забезпечити економію 20–30% енергії.

В європейських країнах, зокрема в Німеччині, досліджуються питання комбінованого утеплення фасадів будинків, яке передбачає одночасне утеплення фасаду, заміна вікон та встановлення ролет.

Базовими технологічними важелями підвищення енергоефективності вікон стало використання металопластика, спеціального скла та інертного газу..

На рис. 5.1 приведені порівняні показники коефіцієнту теплопровідності інертних газів. Кращі світові компанії-виробники вікон заповнюють камери віконного профілю спіненими або твердими утеплювачами, які допомагають значно покращити теплоізоляційні властивості віконних конструкцій (рис. 5.2).

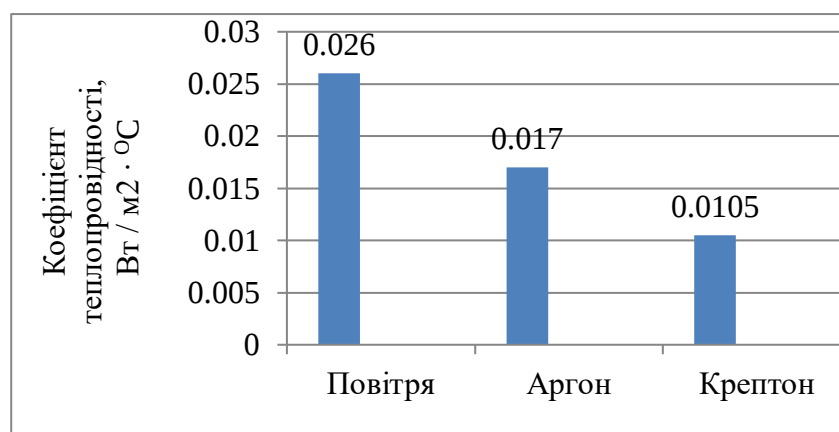


Рисунок 5. 1 Порівняльні показники теплопровідності інертних газів.

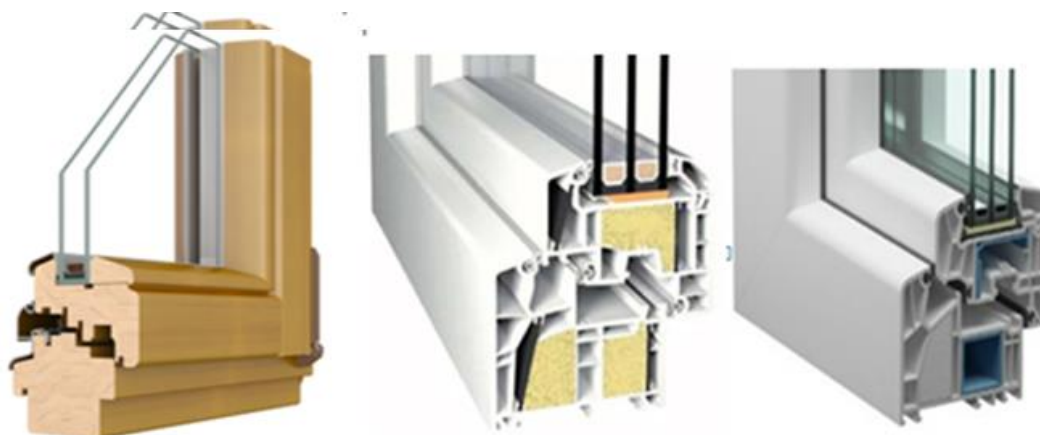


Рисунок 5.2 Утеплення віконного профілю сучасних вікон.

Для оцінки теплової ефективності комбінованого утеплення було проведено комплекс досліджень ролетів у різних випробувальних центрах, у тому числі в міжнародному інституті віконних технологій ift Rosenheim (Німеччина) [41]. Результати випробувань показали, що при наявності ролет тепловтрати через вікна додатково знижуються більш ніж на 30%, а в літній період зменшується температура від сонячної радіації і витрати електроенергії на кондиціонування приміщень.

Нерозривність вікон та стін вельми очевидна, оскільки потенціал використання сонячної енергії в майбутньому буде стрімко зростати. Саме вікна та стіни мають генерувати електричну енергію. Для цього в навісних вентиляованих фасадах облицювальні панелі мають бути замінені сонячними панелямию[40].

Дослідження Інституту віконних технологій ift Rosenheim (м. Розенхайм, Німеччина) є основою при створенні новаторських та ефективних виробів віконної та фасадної галузі. У сфері будівельних досліджень Інститут віконних технологій активно співпрацює з Міністерством будівництва та Міністерством наукових досліджень Німеччини, наприклад, у рамках дослідницької ініціативи «Zukunft Bau» («Будівництво майбутнього»). Дослідження передбачали підвищення раціонального використання енергії, стійкість будівель, вплив на будівельні елементи, довкілля та санітарія, емісія будівельних елементів, електроніка та автоматизація, нові принципи проектування. [41].

На рис. 5.2 приведений фрагмент підготовка 5-ти поверхового будинку до комбінованого утеплення фасадів на прикладі Німеччини. (м. Хайльброн, земля Баден-Вюртемберге 2023р).



Рисунок 5.3 Підготовка 5-ти поверхового будинку до комбінованого утеплення на прикладі Німеччини. (м. Хайльброн, земля Баден-Вюртемберге 2023р).

Основна ідея комбінованого утеплення фасаду будинку елементарно проста – одночасне утеплення фасаду будівлі, заміна вікон і одночасне встановлення ролет.

Комбіноване утеплення проводиться без відселення жильців. Завчасно виставляються варіанти зразків окраски фасада і таким чином, як би

проводиться опитування і враховується думка жильців що зовнішнього виду фасаду. Встановлюються будівельні ліса, та пластикові трубні жолоби для транспортування будівельного сміття, передбачається реалізація низки заходів з охорони праці. На рис. 5.3 приведений фрагмент монтажу роlet, заміни вікон та утеплення фасаду.



Рисунок 5.3 Фрагмент монтажу енергоефективних вікон та роlet.

Як видно з рис 5.3 роletи закріплюються не всередині приміщення, а зовні, в глибині віконного проїому на вікнах з великою площею. Вони затримують до 80–100 % сонячного світла та УФ променів з можливістю регулювати освітлення приміщення. В зимовий період повітряний виконує функції теплового екрана та посилюють теплозахисні властивості вікна.

Зовнішній вигляд стіни з роletами приведений на рис. 5.4



Рисунок 5. 4 Зовнішній вигляд утепленого фасаду.

РОЗДІЛ 6. ПІДВИЩЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ СПЕЦІАЛІСТІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Війна, розв'язана росією проти України, внесла свої корективи в функціонування системи охорони праці в будівництві, зокрема отримання та підвищення компетентостей в галузі охорони праці. Проблеми охорони праці є актуальними, як у світі, так і в Україні. Будівельна галузь в усі часи завжди залишалась травмонебезпечною.

Щорічно близько 2,3 млн. осіб у світі гинуть внаслідок нещасних випадків на виробництві або в результаті професійної хвороби, в середньому ця цифра складає 6 тис. осіб щодня. В Україні, у середньому на 100 тис. працюючих щороку припадає приблизно 11 загиблих і цей показник є найгіршим показником серед країн СНД [42].

Показники рівня смертності в Україні вищі ніж в Молдові в 2 рази, у 4,5 рази ніж в Естонії, у 5 разів ніж у Франції, у 12 разів вище ніж у Швеції, у 22 рази ніж у Великобританії [43].

Адаптація нормативної бази до європейських стандартів життя ускладнюється соціально-політичними чинниками, масовими економічними потрясіннями через війну. Забезпечення високих стандартів життя громадян, є неможливим без побудови міцного каркасу в такій основоположній сфері розвитку держави, як будівництво.

Інститут професійної атестації виконавців окремих видів робіт (послуг), пов'язаних із технічним наглядом, проектуванням будівельних об'єктів, створенням об'єктів архітектури та іншими видами діяльності передбачає захист споживачів через Сертифікат, підвищення рівня персональної відповідальності виконавців за якість наданих послуг чи виконаних робіт.

Випускник будівельного факультету університету для повноцінної самостійної діяльності має отримати відповідний Сертифікат. Для проведення професійної атестації виконавець подає через Електронну Систему заяву про допуск до професійної атестації (далі - заява). Заява з додатками може

бути подана на паперових носіях. У заяві має бути зазначений бажаний кваліфікаційний рівень, якщо Виконавець виконував на законних підставах відповідні роботи, він може за умови підтвердження досвіду виконання відповідних робіт отримати кваліфікаційний сертифікат бажаної категорії.

До заяви додаються копії:

- паспорта та реєстраційного номера облікової картки платника податків (за наявності);
- документа (документів) про вищу освіту (про здобуття ступеня бакалавра або магістра або освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста) за напрямом професійної атестації відповідно до кваліфікаційних вимог;
- документів про трудову діяльність та стаж роботи за фахом;
- документа про підвищення кваліфікації протягом останніх 5 років за відповідними програмами за напрямом професійної атестації;
- стислий звіт про професійну діяльність та/або досягнення виконавця.

По аналогії з Порядком проведення професійної атестації будівельників виконавців окремих видів робіт (послуг), пов'язаних із створенням об'єктів архітектури проводиться сертифікація відповідно до розробленої Навчальної програми **«Професійна сертифікація спеціалістів із охорони праці — 2024»** для підвищення кваліфікації посадових осіб і фахівців із охорони праці.

Тривалість програми становить 60 академічних годин навчання (2 кредити ЄКТС). Програма розроблена з урахуванням вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.

Навчально-тематичний план містить 5 модулів:

Модуль 1 «Система управління охороною праці»;

Модуль 2 «Основні напрями роботи з охорони праці»;

Модуль 3 «Вимоги до гігієни праці, здоров'я працівників»;

Модуль 4 «Алгоритм розслідування нещасних випадків»;

Модуль 5 «Принципи домедичної допомоги потерпілим на виробництві».

Навчання провідного інженера з охорони праці, так само, як і навчання головного інженера з охорони праці у Вищій школі відбувається у форматі:

- уроків, які містять інтерактивні елементи (активні посилання на чинні нормативні документи) та відеодоповнень до уроків;
- практикумів, ситуацій, алгоритмів, поточних тестів та підсумкового тестування.

Також слухачі вищої школи охорони праці отримають готові шаблони та приклади оформлення документів, що дасть змогу у майбутньому спеціалісту швидко та легко розробляти власні документи з охорони праці [44]. У Вищій школі охорони праці можна підвищити свою кваліфікацію з охорони праці та отримати персональний сертифікат про навчання. (рис. 6.1)



Рисунок. 6.1 Зразок Сертифіката про професійну сертифікацію спеціалістів із охорони праці -2024.

Вартість «Професійної сертифікації спеціалістів із охорони праці — 2024» становить 6500 грн. За результатами оцінювання знань видаються документи, які підтверджують проходження зазначеного курсу та отримання знань на достатньому рівні. Навчання в школі (ТОВ «ЕКСПЕРТУС ТЕК») є корисним, як для початківців у сфері охорони праці і для керівників підприємств та спеціалістів, які пов'язані з охороною праці та відповідають за безпеку життя

працівників на підприємстві. По закінченню навчання особи, що навчаються отримують електронний Сертифікат про підвищення кваліфікації від ТОВ «ЕКСПЕРТУС ТЕК» та усі необхідні зразки документів для робочої діяльності.

Бажаючі також мають змогу пройти перевірку знань комісії Держпраці. Перевірка, як і навчання відбувається онлайн, шляхом тестування на платформі Держпраці. За успішного проходження тесту клієнт отримує витяг з протоколу засідання комісії та посвідчення з печаткою Держпраці.[45].

Висновки до розділу 6.

В Україні вперше введено в практику Сертифікація фахівців з охорони праці. Наявність сертифіката документально підтверджує відповідність продукції, систем управління якістю, систем управління довкіллям, систем управління охороною праці, персоналу, встановленим законодавством вимогам, що діють в Україні. Слово «сертифікація» походить від латинського словосполучення «certus facere», що буквально «зробити щось безпечно», вона ґрунтується на оцінці відповідності, в якій перевіряється виконання вимог.

Сертифікація в Україні – це окремі встановлені процедури підтвердження відповідності встановленим вимогам.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Вимоги для вступу в ЄС вимагають повторне використання відходів, фактично використовується лише 4%. Повторне використання відходів у виробництві будівельних матеріалів являється важливою складовою розвитку будівництва. Прийнятий в 2023 році Закон України «Про Управління відходами» передбачає надання відходам статусу побочних продуктів виробництва, що зобов'яже їх використання та спростить експорт (доменні гранульовані шлаки, інші продукти).

Податок на викиди CO₂ в Україні в 2019 році збільшився в 25 раз, в 2020 році ще в 3 рази, зріс до 30 грн/т при середніх європейських показниках 50-60 євро/т. З досвіду країн ЄС цей податок являється найбільш дієвим фактором, щодо зменшення енергоспоживання.

За всі роки незалежності Україна за показниками абсолютних обсягів будівництва житла країна не вийшла на рівень стабільних 50% обсягів будівництва житла кінця 90-х років минулого століття. Міжнародні стандарти передбачають будівництво біля 1 м² в рік на одну людину, фактичні 0,13–0,24 м² / люд в рік. За міжнародними стандартами ООН на людину має приходитись не менше 30 м², в Україні - 24,2 м² /люд, в країнах Східної Європи – більше 30, в розвинених країнах 40-70 м² / люд.

Через війну Україна втратила 50% електрогенеруючих потужностей, з 2024 року країна відмовилась від імпорту 10-13 млрд м³ природного газу при власних обсягах видобутку 18,6 млрд м³. В Україні зруйновано 10% житлового фонду. Зруйновано або пошкоджено понад 250 тис. об'єктів житлового фонду. Прямі збитки від руйнувань житлових об'єктів станом на січень 2024 року оцінювались в \$58,9 млрд.

За планами «Укренерго» протягом 5-10 років Україна має інвестувати \$15 млрд для підвищення потужності та гнучкості енергосистеми, передбачається будівництво нових електростанцій, що працюють на ВДЕ, та акумулюючих

станцій. В 2024 році передбачено розпочати будівництво 2-х енергоблоків на Хмельницькі АЕС.

Перехід на електроопалення нових житлових будинків зобов'язує обленерго протягом 2-х років забезпечити зростання потужності електрозабезпечення приватного будинку (квартири) з 3 до 5 кВт · год.

В Проекті Національної рада з відновлення України від наслідків війни до 2050 року передбачено утеплення всього застарілого житлового фонду..

Незадовільний стан існуючого житлового фонду України пов'язаний з високою енергозатратністю його утримання. Україна в 2022 році ввела в дію нові ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель», які передбачають зростання показників термічного опору огорожувальних конструкцій на 16–20%.

Українська практика клаптикове утеплення фасадів висотних будинків за рахунок власників квартир псує фасади будинків, не вирішує проблеми енергозбереження на рівні енектрогенеруючих компаній та потенційно несе загрозу утворення цвілі в стиках суміжних не утеплених квартир. Рекомендується до провадження німецький досвід одночасного утеплення фасадів застарілих будинків шляхом утеплення стін, заміни вікон та влаштування ролет. При цьому досягається додаткова економія енергії будівлі на опаленні та на охолодженні приміщень в літній період.

Масштабний перехід до «зеленого» будівництва, впровадження сертифікації будівель, використання енергоефективних стінових і теплоізоляційних матеріалів являються дійовим інструментарієм зменшення енергетичної залежності країни.

Утеплення фасадів будинків методом навісних вентильованих фасадів забезпечує гарантовану довговічність утеплених будинків. Зростання в загальних обсягах будівництваа долі малоповерхового житла з використання виробів з енергоефективного автоклавного газобетону забезпечує економію енергії на стадії виробництва будівельних матеріалів та послідууючої експлуатації будівель.

Переваги система утеплення будівель з використанням НВФ, який служить до 50 років, не потребує ремонтів, але являється більш вартісною, що підтверджується світовою практикою.

Впровадження механізму сертифікації спеціалістів з охорони праці сприятиме покращенню стану охорони праці

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Fesanghary M. Design of low mission and energyefficient residential building using a multi objective optimization algorithm /M. Fesanghary, S. Asadi, Z. W. Geem // Building and Environment. - №49. - 2012. - P. 245–250.
2. Енергетичний сектор - ресурс для досягнення цілей України зі скорочення викидів CO₂. <https://interfax.com.ua/news/blog/749349.html>.
3. Swamy R. Design for Durability and Strength Through the Use of Fly Ash and Slag in Concrete / Proc. Mario Collepardi Symposium on Advances in Concrete Science and Technology. - Rome (Italy). - 1997. - P. 127-194.
4. Сердюк В.Р. Рудченко Д.Г. Зростання обсягів виробництва та сфери використання газобетонних блоків. Вісник ВПІ. 2021. № 5. –С.7-17.
5. Fesanghary M. Design of low mission and energyefficient residential building using a multi objective optimization algorithm /M. Fesanghary, S. Asadi, Z. W. Geem // Building and Environment. - №49. - 2012. - P. 245–250.
6. Сердюк В.Р., Бауман К.В. Пріоритети у використанні викопних видів палива та утриманні житлового фонду. Науково технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. ВНТУ. Том 33 №2 (2022). – С. 211-221.
7. Маляренко В.А. Энергоефективность та энергоаудит. Довідниковий посібник / В.А. Маляренко, І.А. Неміровський / Харків, «САГА» . – 2009. – 336 с.
8. К. Гертис Здания XXI века – здания с нулевым потреблением энергии/ К. Гертис / электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы», – 2012. №4.
9. United Nations (2016) Global Sustainable Development Report [Electronic resource]. – Mode of access: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type>.
10. Циркулярна економіка: як новий спосіб господарювання в умовах цифрової трансформації. Колективна монографія. За науковою ред. Татомир І.Л., Квасній Л.Г. Трускавець: ПОСВІТ, 2021, 124 с.

11. This article appeared in its original form in the proceedings of ICAAC 2023 (7th International Conference on Autoclaved Aerated Concrete): Walczak P. AAC life cycle: How long can autoclaved aerated concrete buildings be used. *Ce papers*. 2023;6:41-45.<https://doi.org/10.1002/cepa.2095>.
12. Розпорядження КМУ “Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року” від 8 листопада 2017 р. № 820-р. Available at: <https://bit.ly/3reNCg8>.
13. О преимуществах переработки строительных отходов. <https://bio.ukr.bio/ua/articles/2467>.
14. Закон України про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2020, № 22, 150 с
15. Puskás, A., Corbu, O., Szilágyi, H., & Moga, L. M. (2014). Construction waste disposal practices: The recycling and recovery of waste. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 191, 1313-1321
16. Як збільшити експорт і споживання українських шлаків. <https://gmkc.center/ua/opinion/yak-zbilshiti-eksport-i-spozhyvannya-ukrainskih-shlakiv/>.
17. Як збільшити експорт і споживання українських шлаків. <https://gmkc.center/ua/opinion/yak-zbilshiti-eksport-i-spozhyvannya-ukrainskih-shlakiv/>.
18. Український цемент переходить на європейські стандарти. <http://newbud.ua>.
19. \$100 мільярдів на відбудову: де Україна братиме будівельні матеріали для відновлення міст. <https://thepage.ua/ua/economy/de-ukrayina-bratime-budivelni-materiali-dlya-vidnovlennya-mist>.
20. Довідник з ресурсоефективного та чистого виробництва. Цементна промисловість./ С.В. Плашихін. – К.: Центр ресурсоефективного та чистого виробництва, 2020– 96 с.
21. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide. Industrial Emissions

Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control) / Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit European IPPC Bureau. — 2013. — 501 p

22. LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction -2009 Edition.

23. Дишлик В.Р. Ефективність екологічного оподаткування з акцентом на викиди CO₂: аналіз досвіду країн ЄС і перспективи для України. Збалансоване природокористування. № 1/2024. –С.60-67.

24. Налог на выбросы углекислого газа в Германии — CO₂-Steuer <https://www.tupa-germania.ru/nalogi/nalog-na-co2.html>.

25. Як Україна може посилити зелений перехід Європи. <https://ecopolitic.com.ua/ua/comments/yak-ukraina-mozhe-posiliti-zelenij-perehid-ievropi/>.

26. В Україні створено раду з зеленого будівництва Режим доступу : <http://www.beteninternational.com/uk/news/v-ukra%D1%97n%D1%96->.

27. Презентація стандарту енергоефективного зеленого будівництва для громадських будівель. <https://livingplanet.org.ua/>.

28. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії росії проти України станом на 1 вересня 2022 року». <https://kse.ua/wp-content/uploads/2022/10/Sep22>.

29. У Мінрегіоні визначились, які будинки першими пройдуть термомодернізацію. <https://www.slovoidilo.ua/2016ka/u->

30. Урядовий портал: Термомодернізація житлових будівель та бюджетних установ - одне з пріоритетних питань політики України у сфері енергоефективності. www.kmu.gov.ua.

31. Фощ А.В. Термомодернізація будівель – ресурс енергозбереження в будівництві/ Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, 2016. – Вип. № 65. – С.137-141.

32. Механизмы уменьшения выбросов CO₂. Экономическая правда. Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/rus/projects/ekonomika-bez-vykydiv/202>.

33. Долаючи перешкоди для примноження інвестицій в підвищення енерго ефективності громадських будівель через ЕСКО в малих та середніх містах.: <https://www.undp.org/ukraine/projects/removingbarriers-increase-investment-energy-efficiency-publicbuildings-ukraine-through-esco-modality-small-andmedium-sized-cities> (10).

34. Бенч Н. Зелені будинки. Як підвищити енергоефективність споруд в Україні Режим доступу:<https://mind.ua/openmind/20213368-zeleni-budinki-yakpidvishchiti-energoefektivnist-sporud-v-ukrayin>.

35. Фаренюк Г. Методика оцінки мінімальних вимог до показників енергоефективності житлових та громадських будівель //Наука та будівництво. 2022. Т. 31. №. 1.-С.6.

36. Сердюк В.Р. Тенденції виробництва керамзиту та використання керамзитобетону в сучасному будівництві. Вісник ВПІ. № 3 (2018). С.14-22.

37. Сердюк В. Р., Рудченко Д.Г. Зростання обсягів виробництва та сфери використання газобетонних блоків. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2021. № 5 . С. 7–18.

38. Оніщук Г.І. Реконструкція житла в Україні: досвід, проблеми та шляхи їх вирішення. Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник 2004. №59. - С.3-10.

39. Сердюк В.Р. Розширення функціональних властивостей навісних вентилязованих фасадів при утепленні будівель. Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». ВНТУ. Том 34 № 1 (2023). С.91-100.

40. Сонячні панелі Liberta Solar. <https://rautagroup.com/uk/product/liberta-solar-uk>.

41. Энергоэффективные конструкции и возможности мехатронных строительных элементов. https://okna.ua/library/art-energoeffektivnye_konstrukcii_i.

42. Травматизм. Статистика. Причини. Державна служба України з питань праці. Режим доступу: <https://dsp.gov.ua/operativna-informatsiia>.

43. Стан охорони праці в Україні: економія на безпеці й зростання професійних захворювань. Профспілка освіти і науки України: <https://pon.org.ua/novyny/4608-stan-okhoroni-pracivukrayini-ekonomiya-na.html>.

44. Джерело: <https://pro-op.com.ua/article/15890-sertifikat-pro-navchannya-z-okhoroni-pratsi>.

45. Служба охорони праці. <https://pro-op.com.ua/article/15890-sertifikat-pro-navchannya-z-okhoroni-pratsi>.

ДОДАТОК Б

Види кронштейнів для НВФ



Фасадні кронштейни для швидкого, надійного та зручного встановлення систем вентиляованих фасадів, вони зменшують ефект температурного моста. Їх вартість коливається від 25грн до 300 грн., кронштейни з скловолокна з вартістю 700 - 900 грн.

ДОДАТОК В

ВІДОМІСТЬ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

Аркуш	Найменування	Примітка
Лист 1	Обґрунтування теми магістерської роботи	
Лист 2	Загальна характеристика магістерської роботи	
Лист 3	Динаміка загальних обсягів будівництва житла в Україні та інших країнах СНД за протягом 1990-2020 рр. млн. м ²	
Лист 4	Динаміка будівництва житла в Україні	
Лист 5	Структура інвестицій в будівництво нових електростанцій на ВДЕ в найблищі 5–10 років	
Лист 6	Порівняльні нормативні показники термічного опору	
Лист 7	Податки на викиди CO ₂ в окремих країнах Європи станом на 2021 рік.	
Лист 8	Характеристика основних теплоізоляційних матеріалів	
Лист 9	Вимоги ДБН щодо застосування конструкцій	
Лист 10	Схема утеплення стін «мокрим» способом	
Лист 11	Європейський досвід внутрішнього утеплення стін, перекриття, підлоги екологічним автоклавним газобетоном марки D70 - D150	
Лист 12	Схема утеплення стін «сухим» способом	
Лист 13	Тепловтрати. Приведений опір теплопередачі	
Лист 14	Утеплення стін методом вентильованого фасаду	
Лист 15	Перспективи впровадження німецького досвіду	
Лист 16	Експлуатаційні характеристики основних стінових матеріалів	
Лист 17	Динаміка виробництва автоклавного газобетону	
Лист 18	Каркасно-монолітне будівництво	
Лист 19	Вплив наслідків війни та розвиток будівництва житла	

Вінницький національний технічний університет
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії

Магістерська кваліфікаційна робота

Павловського Сергія Анатолійовича

**Тема: Інноваційні технологічні рішення будівництва
житлових і громадських будівель з використанням
вентильованих фасадів.**

Науковий керівник д.т.н., проф. Сердюк В.Р.

Мета роботи: дослідження сучасного стану будівництва житла, утеплення застарілого житлового фонду в умовах військової агресії

Новизна одержаних результатів: Запропоновано сучасну концепцію комплексного утеплення житлового фонду, циклічну модель виробництва енергоефективних стінових матеріалів.

Задачі дослідження:

- порівняльні відносні та абсолютні обсяги будівництва житла в Україні, нормативна база, екологічні аспекти спалювання вуглеводів, світові тенденції і вітчизняні реалії оподаткування викидів парникових газів, перехід до зеленого будівництва;
- зміна акцентів в енергетичному забезпеченні житлового комплексу країни, структура інвестицій в енергетику в умовах військової агресії росії;
- аналіз і оцінку стану виробництва енергоефективних стінових матеріалів, перехід до циркулярного виробництва (економіки) виробництва будівельних матеріалів;
- сучасні тенденції переходу до зеленого будівництва, зелені стандарти;
- узагальнення досвіду сучасних методів утеплення застарілих будівель з використанням сухих і мокрих технологій утеплення стін, технологія вентильованого фасаду;
- перспективи впровадження комплексного німецького досвіду утеплення фасадів застарілих будинків.
- сертифікація спеціалістів з охорони праці.

Об'єкт дослідження: дослідження формування вітчизняного досвіду будівництва громадських і житлових будівель з урахуванням оновленої енергетичної стратегії України.

Апробація: теза Зміна акцентів в енергетичному забезпеченні утримання житлового фонду. В.Р. Сердюк, С. А. Павловський. LIII Всеукраїнська науково-технічна конференція факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії ВНТУ (2024).

Публікації: стаття В.Р. 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». 2024. Том. –С.

Динаміка загальних обсягів будівництва житла в Україні та інших країнах СНД за протягом 1990-2020 рр. млн. м²

3

Країна	Рік						
	1990	1995	2000	2010	2015	2019	2020
білорусія	5,3	1,9	3,5	6,6	5,1	4,1	4,1
Казахстан	7,9	1,7	1,2	6,4	8,9	13,1	15,3
рос. федер.	61,7	41,0	30,3	58,4	85,3	82	82,2
Україна	17,5	8,7	5,6	9,3	11,0	11,0	5,75

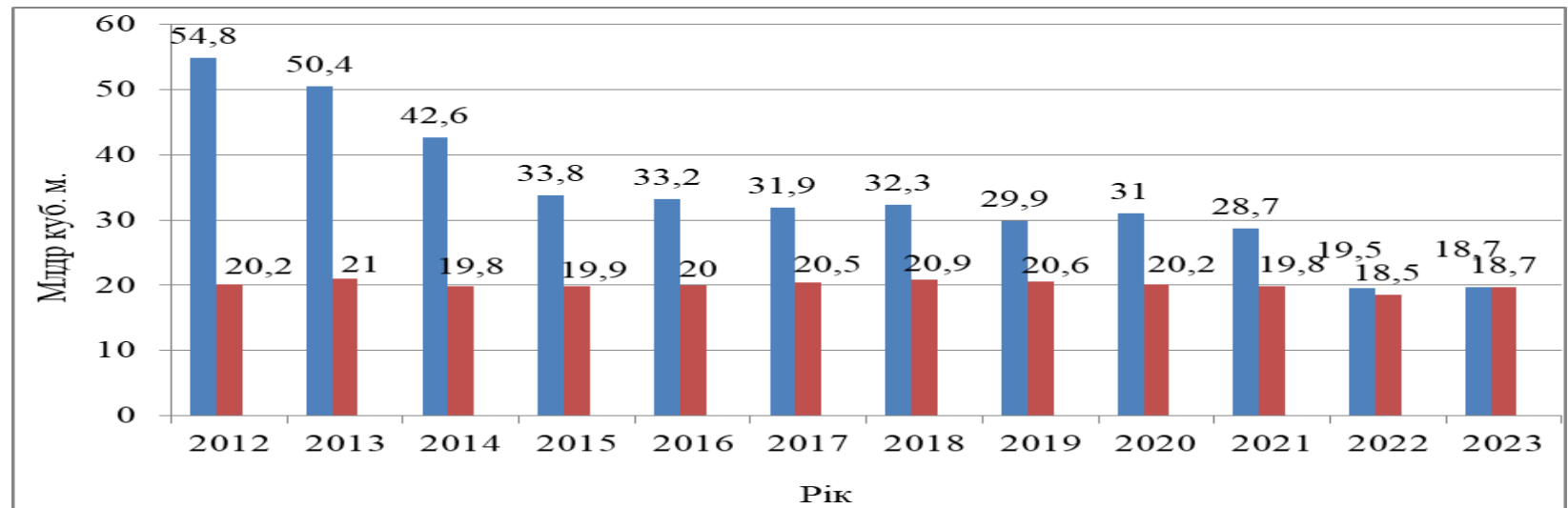
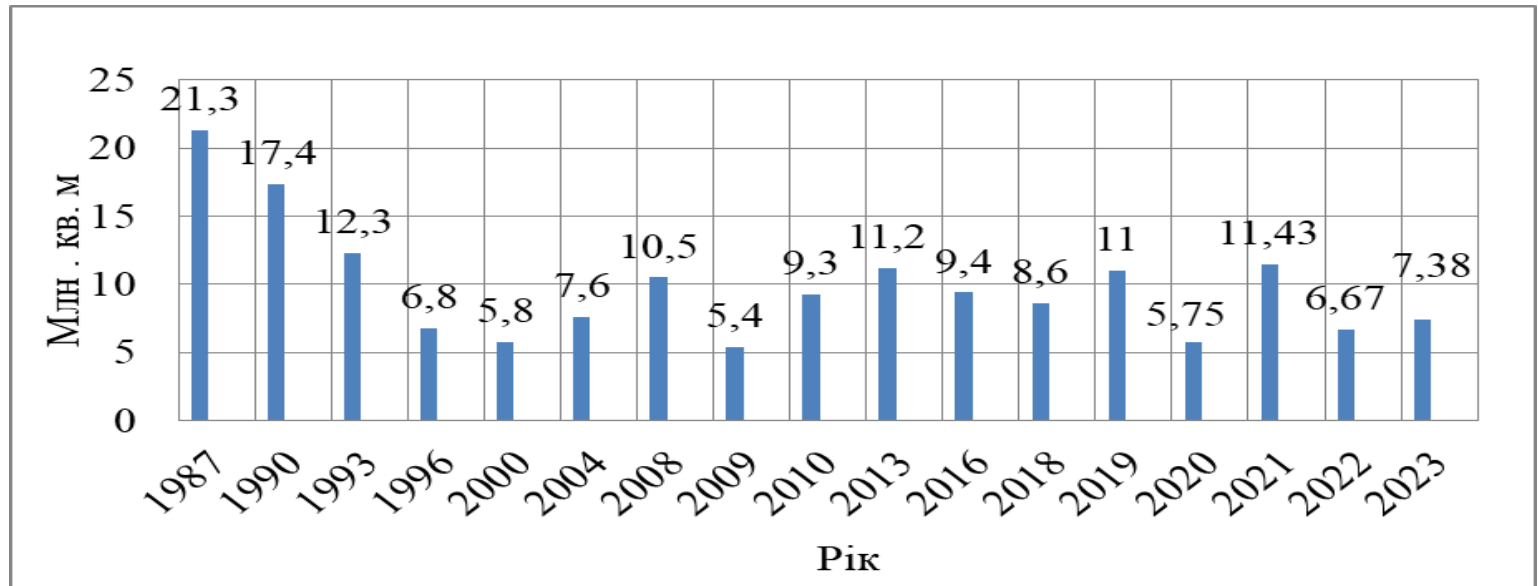
Середня забезпеченість населення житлом

Країна	Площа, м ² /люд	Країна	Площа, м ² /люд
Вірменія	31,7	білорусія	28,3
Казахстан	22,2	росія	26,3
Україна	24,2	Азербайджан	19,4
Узбекистан	16	Киргизія	13

Стандарт ООН: На людину має приходитись не менше 30 м²

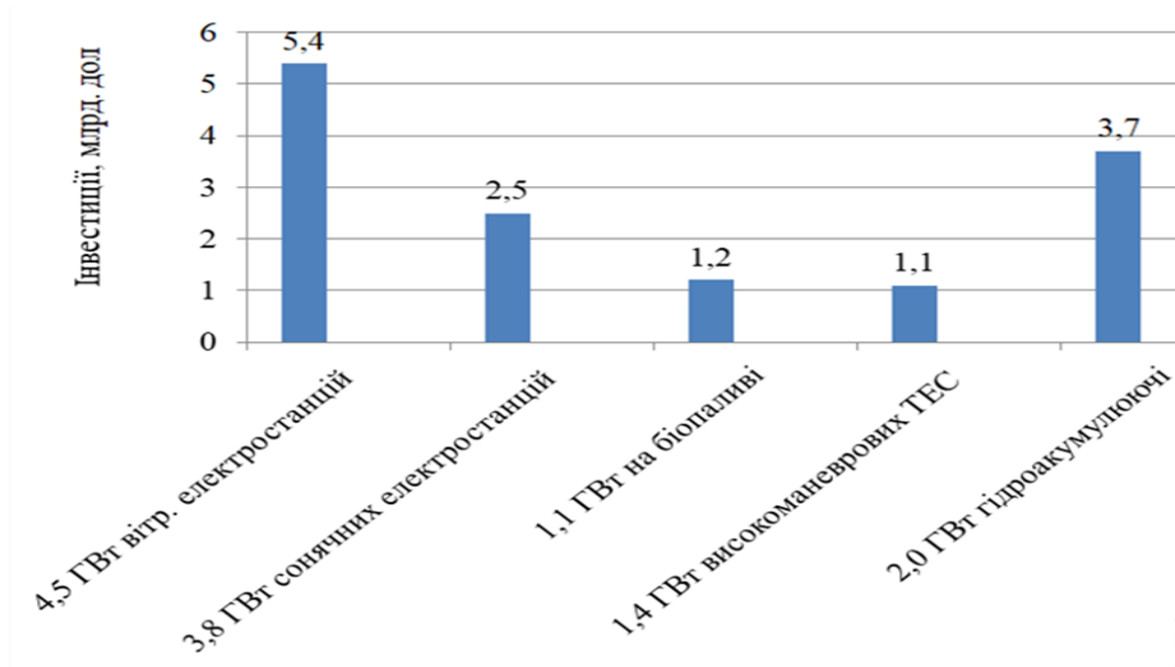
Динаміка будівництва житла в Україні

4



Динаміка використання та власного видобутку природного газу в Україні. Де: ■ - пожито, ■ - власний видобуток.

Структура інвестицій в будівництво нових електростанцій на ВДЕ в найближчі 5–10 років



Вид палива	Викиди CO ₂
Природний газ	1,85 т CO ₂ / тис м ³
Кам'яне вугілля	2,7–2,8 т CO ₂ / т, в залежності від марки вугілля
Торф	~1,5 т CO ₂ /т,
Бензин, паливний мазут, дизель, керосін	3,0 т CO ₂ /т або 2,1–2,3 кг CO ₂ /л в залежності від температури палива і його марки
Деревне паливо і сільськогосподарські відходи	Викиди CO ₂ беруться рівними нулю, оскільки CO ₂ , раніше був поглинений з атмосфери в процесі росту рослин

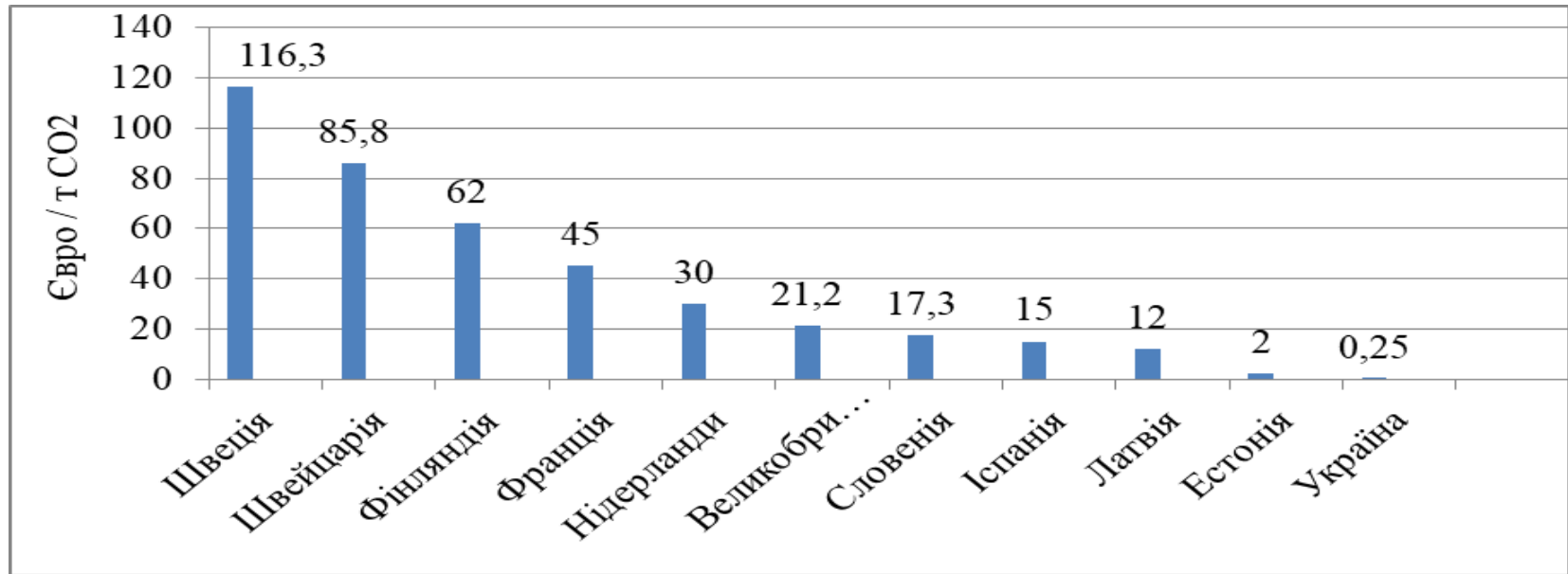
Порівняльні нормативні показники коефіцієнту термічного опору для огорожувальних конструкцій будівель

Країна	Німеччина	Данія	Великобританія	Норвегія	Швеція	Україна	Україна
Рік прий-тя	2009	2006	2010	2007	2008	2016	2022
Стіни	3,57	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

Життєвий цикл будівель та споруд в умовах лінійної та циркулярної економіки.



Податки на викиди CO₂ в окремих країнах Європи станом на 2021 рік.



1. Вимоги для вступу в ЄС вимагають повторного використання відходів виробництва, на будівельну галузь приходиться 2/3 всіх обсягів утворених відходів, але фактично за даними ЄС в Україні повторно використовується лише 4%.
2. Податок на викиди CO₂ в 2019 році збільшився майже в 25 раз, в 2020 ще в 3 рази, зріс до 30 грн/т при середніх європейських показниках 50-60 євро/т. З досвіду ЄС податок на викиди CO₂ являється найбільш дієвим заходом зменшення енергоспоживання.
3. Прийнятий в 2023 році Закон України «Про Управління відходами» передбачає надання відходам статусу **побочних продуктів виробництва**, що сприятиме їх використанню та дозволить спростити процедуру їх експорт (доменні гранульовані шлаки, інші продукти) в країни ЄС.

Характеристики основних теплоізоляційних матеріалів

8

Матеріал	Густитна, кг/м ³	Теплопровідність Вт/(м×С°)	Паропроникність, мг/(час×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

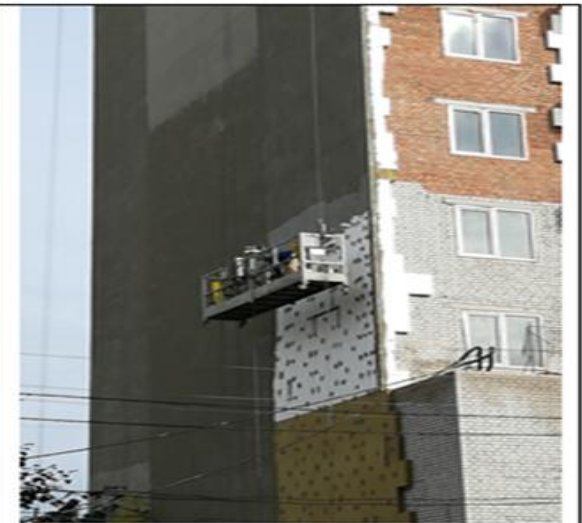
Комбінована система утеплення стін пінополістиролом та мінеральною ватою



А- горіння фасаду



А - горіння фасаду



Б - комбіноване
утеплення фасаду

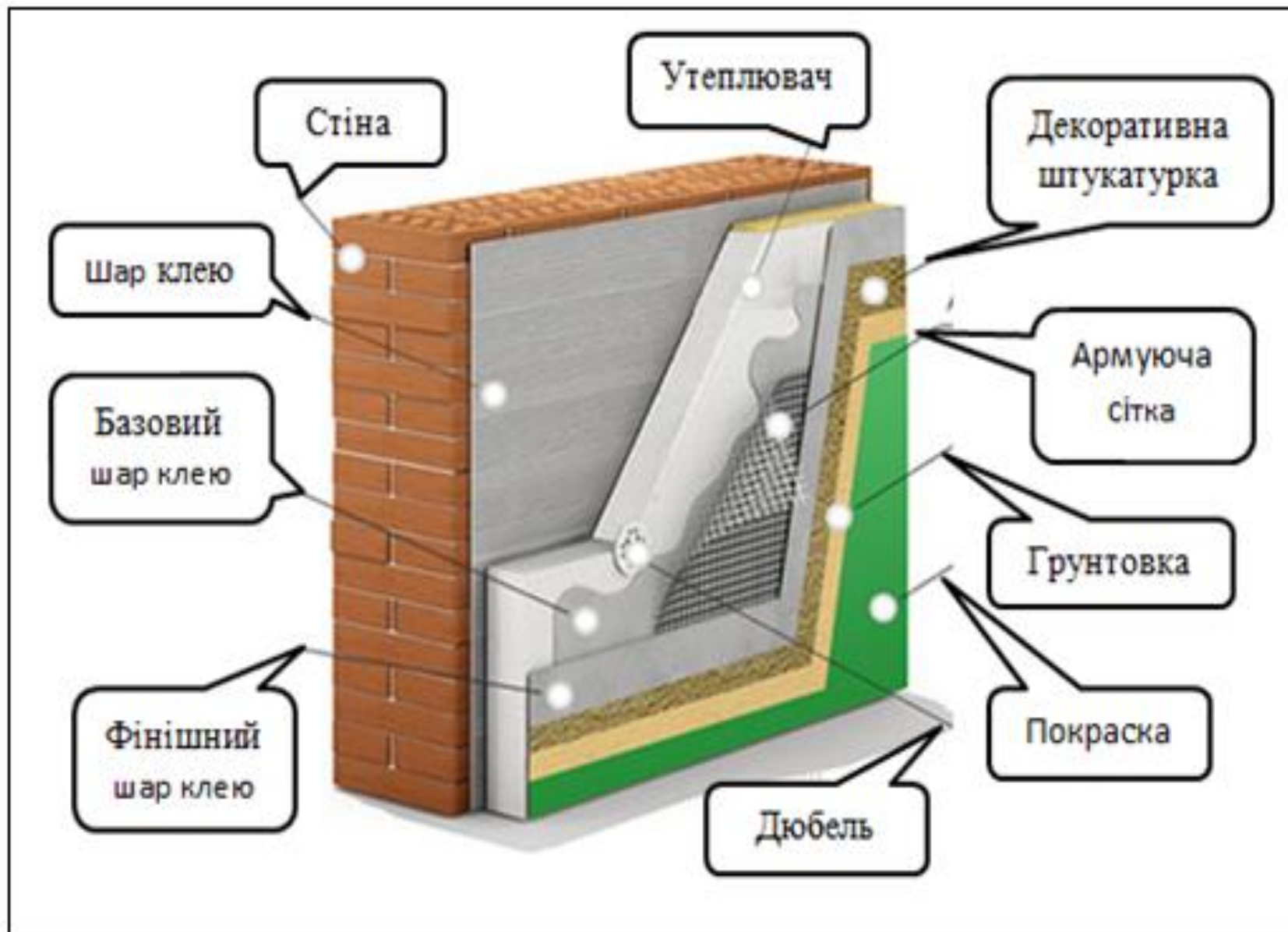
Вимоги ДБН В.2.6-33:2018 щодо застосування конструкцій із фасадною теплоізоляцією в залежності від конструктивного типу та горючості теплоізоляційного і опоряджувального матеріалу

9

Конструктивна схема збірної системи згідно з додатками А-В	Умовна висота будівель та споруд Н, 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)	-
	$26,5 < H \leq 47$	+	-	-	+	-	-
	$H \leq 47$	+	-	-	+	-	-
Б	$H \leq 9$	+	+	+	+	+1)	-
	$9 < H \leq 26,5$	+	-	-	+	+1)	-
	$26,5 < H \leq 47$	+	-	-	+	-	-
	$H \leq 47$	+	-	-	+	-	-
В	$H \leq 9$	+	+	+	+	+1)	+1)
	$26,5 < H \leq 47$	+	+	-	+	+1)	-
	$26,5 < H \leq 47$	+	-	-	+	-	-
	$H \leq 47$	+	-	-	+	-	-

Схема утеплення стін «мокрим» способом

10



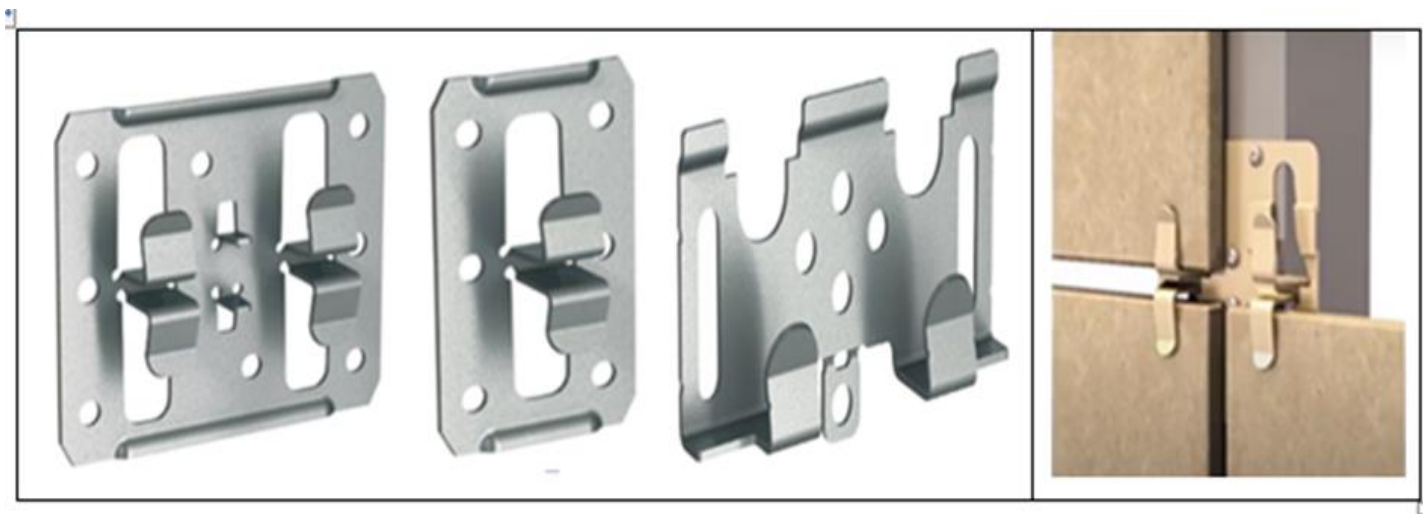
Європейський досвід внутрішнього утеплення стін, перекриття, підлоги екологічним автоклавним газобетоном марки D70 - D150

11





Зовнішній вигляд клямерів для фіксації облицювальних панелей



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



1. Економічний ефект від утеплення стін залежить від ростання показників термічного опору утепленої стіни.
2. Термічний опір стіни пасивного будинку становить 6,67 м²·К)/Вт в умовах центрально - європейського клімату. В 90-х роках в Україні він складав 0,98 м²·К)/Вт в 2022 році зріс до 4 м²·К)/Вт відповідно ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.

Утеплення стін методом вентильованого фасаду з використанням монтажних люльок і альпіністів

14



Вид облицювального матеріалу
- натуральний камінь
- керамограніт
- агломератна плитка або штучний камінь
- фіброцемент
- алюмінієві композитні панелі
- лінеарні панелі
- ламінат високого тиску
- скляні панелі
- теракотова кераміка
- металосайдинг
- альтернативні матеріали: клинкерна плитка, HPL панелі, фотоелектричні модулі, медіакасети

Перспективи впровадження німецького досвіду комплексного утеплення фасаду. Будинку (Німеччина. Хайльбронн, земля Баден-Вюртемберг, 2024 р



15

При наявності ролет тепловтрати через вікна знижуються до 30%, а в літній період зменшується температура в приміщенні від сонячної радіації і витрати електроенергії на кондиціонування приміщень.



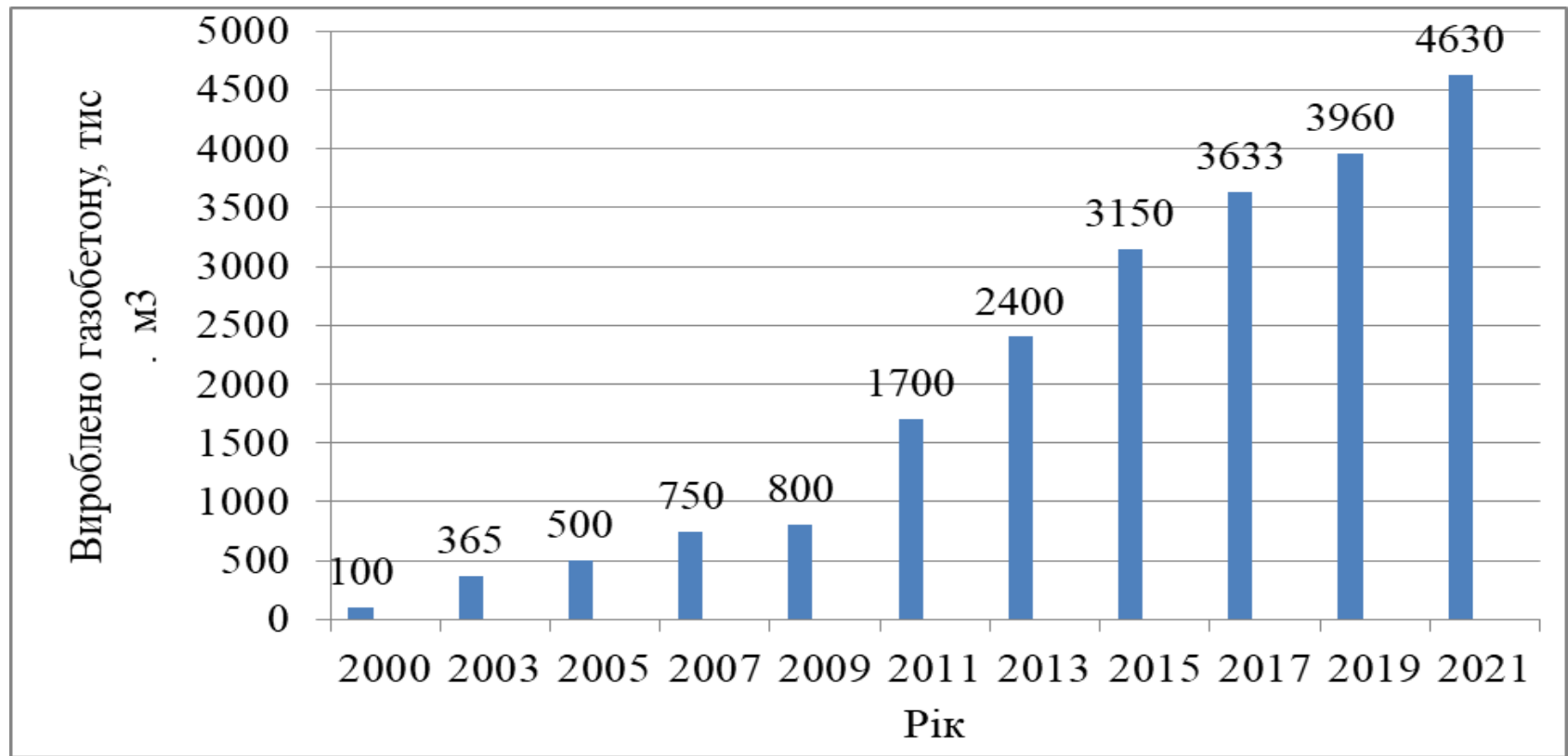
15

Показники	Цегла глиняна повнотіла	Цегла глиняна (пустотність до 40%)	Цегла силікатна	Газобетон	
				D400	D300
Густина, кг / м ³	1500-1800	1200-1400	1700-1900	400	300
Міцність на стиск, кгс / см ²	M100-175	M100-175	M100-200	C2,0	C1,5
Теплопровідність, Вт / м · °С	0,6-0,7	0,33-0,45	0,8-1,15	0.13	0,09
Морозостій кість, циклів	F50-75	F50-75	F35	F100	F100
Водопоглинання, %	8-10	8-10	11-14	17-20	

Основні характеристики 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		0,055
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

Динаміка виробництва автоклавного газобетону в Україні 17



1. За загальними обсягами виробництва автоклавного газобетону до російської війни Україна вийшла на 4 місце в Європі.
2. Енерговитрати виробництва 1 м³ газобетону становить 320 кВт·год/м³, щільної цегли - 900 кВт·год/м³, пористої – 600 кВт·год/м³.
3. Коефіцієнт теплопровідності газобетону в середньому в 5-7 раз менше ніж в традиційної глиняної цегли.

Каркасно-монолітних будинків з газобетонними стінами та 18 утепленням базальтовою ватою стане основним видом будівництва багатоповерхового житла



«МОКРА» ТЕХНОЛОГІЯ УТЕПЛЕННЯ Будується каркасно монолітний висотний будинок, зовнішні і внутрішні стіни виконуються з автоклавного газобетону, на фасаді фіксується при необхідності додаткова теплоізоляція. Використовуються монтажні люльки.

Вплив наслідків війни та розвиток будівництва житла, утеплення житла

- За даними уряду України, Світового банку, Європейської комісії та ООН загальні втрати України становлять 486 млрд дол., що перевищує у 2,8 рази ВВП України 2023 року.
- Відновлення житлового фонду потребує 72,7 млрд. дол.
- Зруйновано 10% житлового фонду – це стільки, скільки Україна побудувала за останні 7 років.
- Для забезпечення населення доступним житлом за міжнародними стандартами в країні має будуватись біля 1 м² житла на людину в рік, натомість будується 0,12–0,24 м². За умов будівництва біля 1 м² на людину в рік пропозиція житла на будівельному ринку наближається до попиту і житло стає доступним.
- Відмова ЄС від російського газу через війну. З 2024 року Україна відмовилась ваіпривела до відмови України від імпорту природного газу з 2024 року. До війни Україна купувала через так званий реверс 10-13 м³ при власних обсягах видобутку 18–20 млрд м³ природного газу, які імпортувала до початку війни. Країни ЄС використовують скраплений метан, який транспортується морським шляхом. Отримати Україні метан морським шляхом не можливо через давню відмову Туреччини пропускати кораблі в Чорне море через протоку Босфор, Польща приймає скраплений метан, але необхідно будувати газопровід з Польщі в Україну.
- Через ракетні постріли зруйновано 50% електрогенеруючих потужностей. Україна планує добудовувати 2 атомних реактори на Хмельницькій АЕС та в найблищі 5–10 років витратити 10–15 млрд дол. на будівництва електростанцій, що працюватимуть на відновлювальних джерелах енергії.
- Україна, як кандидат до вступу в ЄС, як і країни ЄС до 2050 року має всі новобудови та існуючі старі будинки має утеплити і наблизити сживання енергії до нуля,
- Темпи термомодернізації будівель в Україні становили до війни 0,4–1,2% на рік, мають зрости до рівня країн ЄС – 3% і більше.
- Утеплення житлового фонду допоможе компенсувати втрати імпорту природного газу.

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Інноваційні технологічні рішення будівництва житлових і громадських будівель з використанням вентилязованих фасадів

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність 82,6 % Схожість 17,4 %

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 Unichesk щодо роботи.

Автор роботи

(підпис)

Павловський С.А.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Сердюк В.Р.
(прізвище, ініціали)

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи магістранта Павловського Сергія Анатолійовича. Магістерська кваліфікаційна робота на тему: «Інноваційні технологічні рішення будівництва житлових і громадських будівель з використанням вентильованих фасадів» виконана відповідно до завдання кафедри містить 18 аркушів графічного матеріалу і пояснювальну записку на 86 сторінок.

Актуальність вибору теми магістерської кваліфікаційної роботи не викликає сумніву, оскільки практично 90% застарілого житлового фонду потребує утеплення, через війну відбулась втрата 10% існуючого жилого фонду, зруйновано більше 50% електрогенеруючих потужностей, а з 2024 року Україна була вимушена відмовитись від імпорту природного газу.

Основні розділи магістерської кваліфікаційної роботи присвячені методам утеплення житлового фонду, основним теплоізоляційним матеріалам, вони виконані на хорошому рівні. Утеплення будівель методом навісного фасаду використовується в Україні відносно недавно і являється перспективним.

Практична цінність роботи полягає в тому, що наведений в роботі відображений передовий світовий і вітчизняний досвід утеплення будівель. Корисним і прийнятним методом утеплення будинків для України є досвід Німеччини.

Магістр належним чином дослідив проблемні питання екологічності, які пов'язаних з надмірним спалювання викопних видів палива і викидами парникових газів. Сформульовані задачі досліджень знайшли відображення в роботі магістра.

Магістрант разом з колегою - магістром Рудиком С.В. за результатами досліджень прийняв участь в підготовці до друку наукової статті. В процесі виконання магістерської роботи мали місце проблемні питання зв'язку, в роботі мають місце окремі упущення. В цілому магістрант заслуговує оцінку «добре»

Керівник роботи, проф., д.т.н. Сердюк В.Р.



Відгук опонента

на магістерську кваліфікаційну роботу

здобувача Павловського Сергія Анатолійовича

Тема: Інноваційні технологічні рішення будівництва житлових і громадських будівель з використанням вентильованих фасадів

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 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.

Метою роботи є подальший розвиток методів та технологічних рішень будівництва житлових і громадських будівель з використанням вентильованих фасадів. У роботі дістали подальший розвиток методи оптимізації проектування огорожувальних конструкцій з використанням ефективних АГБ, реалізація нових методів утеплення, які забезпечують енерго-екологічний ефект на стадії експлуатації будівлі. Запропоновані технічні рішення забезпечують економію енергії на стадії виробництва будівельних матеріалів та експлуатації будівлі, що сприяють зменшенню викидів парникових газів.

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

Виявлені такі недоліки: наявні незначні помилки в оформленні пояснювальної записки до роботи, будівельний генеральний план містить не усі необхідні позначення.

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» (А), а її автор Павловський С. А. – 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., доц., доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)



Н. Д. Степанова
(підпис, прізвище)