

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:

«Іноваційні технологічні рішення будівництва громадських будівель з використанням вентилязованих фасадів»

Виконав: студент 2 курсу, групи Б-21мз
спеціальності

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальність)

Шулаков О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор

(науковий ступінь, посада)

Сердюк В.Р.

(прізвище та ініціали)

«18» 06 2023р.

Опонент: д.е.н., професор

(науковий ступінь, посада)

Джеджула В.В.

(прізвище та ініціали)

«18» 06 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

В. В. Швець

«19» 06 2023 року

Вінниця ВНТУ - 2023 рік

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри БМГА
Шулак В. В. Швець
«15» 03 2023 року

З А В Д А Н Н Я НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Шулакову Олександрю Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи. Іноваційні технологічні рішення будівництва громадських будівель з використанням вентилязованих фасадів

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

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

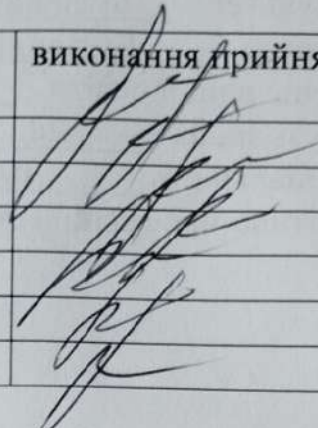
затверджені наказом вищого навчального закладу від « » 202 року №

2. Строк подання студентом роботи 21.05.2023 року

Вихідні дані до роботи: Сучасний стан енергетичного забезпечення економіки і зокрема будівельного комплексу країни. Екологічні наслідки спалювання викопних вуглеводів, парниковий ефект. Система оподаткування викидів парникових газів. Аналіз сучасних тенденцій вдосконалення нормативної бази в будівництві щодо енергозбереження відповідно до вимог ЄС. Мокрі і сухі технології утеплення будівель. Перспективи впровадження вентилязованих фасадів при будівництві громадських і житлових будівель.

Зміст текстової частини: Вступ. Розділ 1. Енергоекологічні аспекти сучасного будівництва громадських і житлових будівель. Розділ 2. Вдосконалення нормативної і ресурсної бази щодо енергозбереження в будівництві. Розділ 3. Виробництво та використання енергоефективних стінових матеріалів на прикладі офісного центру. Розділ 4. Вентильовані фасади в громадських і житлових будинках. Розділ 5. Енерго-екологічна ефективність впровадження вентилязованих фасадів. Розділ 6. Охорона праці і пожежна безпека при влаштуванні вентилязованих фасадів.

6. Консультанти розділів роботи


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

7. Дата видачі завдання 12.03.2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміт
1	Розділ 1. Енерго-екологічні аспекти сучасного будівництва громадських і житлових будівель.	3.02–12.03.23	ВИК-Н
2	Розділ 2. Вдосконалення нормативної і ресурсної бази щодо енергоефективності в будівництві.	15.03–26.03.23	ВИК-Н
3	Розділ 3. Виробництво та використання енергоефективних стінових матеріалів.	27.03–03.04.23	ВИК-Н
4	Розділ 4. Вентильовані фасади в громадських і житлових будинках.	4.04–16.04.23	ВИК-Н
5	Розділ 5. Економічна і енерго-екологічна ефективність впровадження вентильованих фасадів.	17.04–24.04.23	ВИК-Н
6	Розділ 6. Пожежна безпека при влаштуванні навісних вентильованих фасадів.	25.04–02.05.23	ВИК-Н
7	Оформлення МКР	03.05–08.05.23	ВИК-Н
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	10.05–16.05.23	ВИК-Н
9	Попередній захист	17.05–21.05.23	ВИК-Н
10	Опонування	24.05–30.05.23	ВИК-Н

Студент


(підпис)

Шулаков О.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Сердюк В.Р.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 692.232.4

Іноваційні технологічні рішення будівництва громадських будівель з використанням вентилязованих фасадів. Магістерська кваліфікаційна робота викладена на 99 сторінках тексту формату А4, на яких 28 рисунків, 18 таблиць, список використаних джерел містить 42 найменувань.

Метою магістерської роботи є узагальнення сучасного стану енергетичного забезпечення і раціонального використання енергетичних ресурсів при будівництві житлових і громадських будівель. Будівельна галузь відповідальна за споживання біля 40% від всіх енергоносіїв та 36% викидів парникових газів.

Приведена динаміка видобутку енергоносіїв в Україні та показано глобальне зростання температури через надмірне спалювання вуглеводів. Наведені дані зростання термічного опору огорожувальних конструкцій оболонки будівлі, узагальнені дані оподаткування викидів парникових газів. Показана динаміка зростання виробництва і споживання енергоефективного стінового матеріалу – газобетону автоклавного тверднення. Детально досліджена технологія влаштування навісного вентиляційного фасаду та приведені їх переваги, наведена сучасна нормативна база їх влаштування. На прикладі громадської будівлі показана технологія влаштування навісного вентиляційного фасаду.

Запропоновано позширити поліфункціональні властивості облицювальної фасадної панелі перетворивши її в ВДЕ. У розділі «Охорона праці і пожежна безпека» досліджені загальні питання охорони праці і пожежної безпеки при влаштуванні вентиляційного фасаду.

Ключові слова: видобуток енергоносіїв, парникові гази, енергозбереження, термічний опір, газобетон, навісний вентиляційний фасад.

ABSTRACT

UDC 692.232.4

The master's thesis is laid out on 99 pages of text in A4 format, including 28 figures, 18 tables, the list of used sources contains 42 items.

The purpose of the master's work is to generalize the current state of energy supply and rational use of energy resources in the construction of residential and public buildings. The construction industry is responsible for the consumption of about 40% of all energy carriers and 36% of greenhouse gas emissions.

The dynamics of energy production in Ukraine are given and the global temperature increase due to excessive burning of carbohydrates is shown. The data on the growth of the thermal resistance of the enclosing structures of the building shell, the generalized data on the taxation of greenhouse gas emissions are given. The dynamics of growth in production and consumption of energy-efficient wall material - aerated concrete of autoclave hardening is shown. The technology of installation of a hinged ventilation facade is investigated in detail and their advantages are given, and the modern regulatory framework for their installation is given. The technology of installing a hinged ventilation facade is shown on the example of a public building.

It is proposed to expand the multifunctional properties of the facing facade panel by turning it into a renewable energy source. In the section "Occupational safety and fire safety", general issues of occupational safety and fire safety during the installation of a ventilation facade are investigated.

Key words: production of energy carriers, greenhouse gases, energy saving, thermal resistance, aerated concrete, hinged ventilation facade.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ЕНЕРГО-ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СУЧАСНОГО БУДІВНИЦТВА ГРОМАДСЬКИХ І ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ.....	10
1.1 Динаміка видобутку викопних видів палива для забезпечення будівельного виробництва	11
1.2 Оподаткування викидів вуглекислого газу.....	16
1.3 Вплив житлового фонду на викиди парникових газів	20
Висновки за розділом 1.....	22
2 ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНОЇ І РЕСУРСНОЇ БАЗИ ЩОДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУДІВНИЦТВІ	23
2.1. Вдосконалення стінових конструкцій житлових та громадських будівель за рахунок використання автоклавного газобетону.....	23
2.2 Енерго-екологічні вимоги до сучасного будівництва.....	26
2.3 Сучасні рейтингові системи сертифікація будівель.	27
Висновки за розділом 2	34
3 ВИРОБНИЦТВО ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СТІНОВИХ МАТЕРІАЛІВ	36
3.1 Структурні зміни виробництва стінових матеріалів.....	36
3.1.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни будівлі.....	40
3.2 Влаштування енергоефективних газобетонних U-блоків для віконних перемичок та монолітного поясу.....	45
3.3 Технологія та організація будівельного виробництва.....	48
Висновки за розділом 3.....	54
4 ВЕНТИЛЬОРВАНІ ФАСАДИ В ГРОМАДСЬКИХ І ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ	56
4.1 Історичні аспекти впровадження вентилярованих фасадів	56
4.2 Нормативна база що влаштування вентиляваного фасаду.....	74
4.3 Вентильовані фасади як джерело енергії.	76
Висновки за розділом 4.....	80

5 ЕКОНОМІЧНА І ЕНЕРГО-ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ФАСАДІВ.	81
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПРИ ВЛАШВУВАННІ НАВІСНИХ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ФАСАДІВ.....	85
6.1 Актуальність покращення стану охорони праці.	85
6.2 Основні положення ДБН В.1.2-7:2021 «Пожежна безпека. Основні вимоги до будівель і споруд».....	85
6.3 Адаптація європейської нормативної бази щодо пожежної безпеки....	88
6.4 Вітчизняна пожежна класифікація будівельних матеріалів.....	89
Висновки за розділом 6	91
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	94
ДОДАТКИ.....	98
ДОДАТОК А – Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень.....	99
ДОДАТОК Б – Відомість графічної частини.....	100

ВСТУП

Актуальність проблеми (теми). У світі налічується понад один мільярд будівель, і їх негативний потенціал впливу на навколишнє середовище може бути оцінений : вилучення 17% всієї прісної води; використання 25% усієї вирубанної деревини; споживання 40 % усієї сировини, 67 % усієї електрики; утворення майже 50 % усіх твердих побутових відходів та 33% всіх викидів вуглекислого газу [1]. За даними Мінрегіону, споживання і втрати теплової енергії в більшості багатоквартирних будинків в Україні в 3-3,5 рази перевищують європейські стандарти. Термомодернізації потребують близько 75% всіх багатоповерхових житлових будинків. Глобальне зростання температури потребує зменшення обсягів спалювання викопних вуглеводів.

В Україні розпочався процес з обстеження зруйнованих та пошкоджених в результаті збройної агресії росії будівель і споруд для визначення можливості їх подальшої експлуатації, виконання відновлювальних робіт або демонтажу. Для їх обстеження вже сформовано низку груп, до яких входять фахівці та експерти, які мають відповідну кваліфікацію [2]. У період післявоєнного відновлення забезпечення житлом матиме вирішальне значення.

Щоб домогтися виконання вимог енергоефективності в поєднанні з забезпеченням максимально комфортних умов для жителів і мінімальним впливом на навколишнє середовище необхідно в повній мірі передбачити в кожному проекті низку заходів щодо енергозбереження на стадії проектування, будівництва та експлуатації нової будівлі. Оптимізації потребує і вибір джерела надходження теплової енергії та максимальне використання ВДЕ.

Як відомо, 75% житла в розвинених європейських країнах, США, Канаді це малоповерхові будинки. За даними офіційної статистики в Україні стрімко зростає питома вага малоповерхового житла (60% і більше), хоча за відносними обсягами будівництва має місце суттєве відставання від країн СНГ.

За оцінками Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження, скорочення втрат теплової енергії в Україні внаслідок теплової

санації будівель може скласти близько 41%. У грошовому еквіваленті економія бюджетних коштів оцінюється на рівні 150-600 млрд грн. Такі прогнози дає Інституту газу Національної академії наук України і вони є досить приблизними. Зрозуміло, що в одночасно, в умовах глибокої економічної кризи здійснити модернізацію житлового фонду досить складно. Саме тому мають бути задіяні всі можливі напрямки енергозбереження.

За даними Центру стратегічних комунікацій та інформаційної безпеки внаслідок російсько-української війни в Україні знищено або пошкоджено близько 6800 житлових будинків. Близько 800 тисяч українців втратили житло внаслідок російського вторгнення.

Окупанти зруйнували понад 15 млн. м² житла українців. Найбільше пошкоджень житлового фонду – в Донецькій, Харківській, Київській областях. Вже близько 220 тис. українців залишили заявки на отримання компенсації через зруйноване житло. На кінець 2022 року збитки від руйнувань житла в Україні сягнули \$54 млрд.[3]

Висока енергоємність ВВП та висока енергозатратність будівельного сектору економіки в Україні є наслідком суттєвого технологічного відставання більшості галузей економіки від рівня розвинутих країн.

Кабінет Міністрів України спростив процедури щодо імпорту будівельної продукції, необхідної для відбудови зруйнованої інфраструктури: будівельна продукція, яка виготовляється в країнах ЄС зможе ввозитись в Україну за спрощеною процедурою — на підставі документів (декларації показників будівельної продукції) відповідно законодавства ЄС (Регламенту (ЄС) 305/2011). Такою декларацією європейський виробник засвідчує, що продукція відповідає встановленим вимогам щодо її якості, безпечності та екологічності.

Метою магістерської роботи є узагальнення сучасного стану енергетичного забезпечення і раціонального використання енергетичних ресурсів при будівництві і укриманні житлових і громадських будівель з розробкою організаційно-технічних рішень влаштування вентиляованого фасаду.

Для досягнення поставленої мети роботи поставлені такі **завдання дослідження:**

- дослідити стан енергетичного забезпечення будівництва, економіки в цілому та проблемні питання зростання викидів парникових газів, через надмірне спалювання викопних вуглеводів;

- обґрунтувати науково-технічну та економічну доцільність адаптації української нормативної бази щодо оподаткування викидів парникових газів, підвищення показників термічного опору оболонки будівель до вимог країн ЄС;

- провести аналіз, узагальнення і оцінити стан виробництва та використання прогресивного стінового матеріалу - газобетону автоклавного тверднення;

- узагальнити світовий досвід та показати перспективи впровадження вентилязованих фасадів;

- обґрунтувати науково-технічну та економічну доцільність розширення функціональності облицювальних панелей навісних вентилязованих фасадів як сонячних панелей і джерела ВДЕ;

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у ВНТУ відповідно до кафедральної науково-дослідної теми, яка стосується розробки і впровадження енергоефективних технологічних рішень та нових будівельних матеріалів.

Об'єктом дослідження є узагальнене формування вітчизняного досвіду будівництва громадських і житлових будівель з урахуванням оновленої енергетичної стратегії України.

Предмет дослідження: теоретичні засади та практичні положення влаштування в навісних вентиляційних фасадів.

Наукова новизна одержаних результатів: На основі аналізу існуючих підходів і методів з підвищення енергоефективності з урахуванням технічних факторів та вимог нормативно-правових актів запропоновано сучасні конструктивні рішення багатоцільового використання вентилязованих фасадів.

Практичне значення одержаних результатів. В магістерській роботі приведений аналіз видобутку викопних видів палива, екологічні наслідки

надмірного спалювання вуглеводів, показано зростання оподаткування викидів парникових газів, приведений аналіз нормативної бази з енергоефективності в будівництві, досліджені питання виробництва і використання автоклавного газобетону. Детально досліджена технологія навісного вентиляованого фасаду, показані її переваги та перспективи розширення функціонального призначення в якості ВДЕ.

Апробація: Матеріали магістерської роботи доповідались на НТК ВНТУ.

Публікації:

1. Сердюк В. Р., Вербенко П.М., Шулаков О.В. Актуальність термомодернізації суміщених покрівель житлових будинків перших масових серій. МНТК «Інноваційні технології в будівництві». ВНТУ. 2022 Електронний ресурс.
2. Антонюк О.М., Шулаков О.В. Зелені покрівлі як інноваційне рішення запобігання глобальному потеплінню. НТК факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії. 2023. ВНТУ. Електронний ресурс.

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається зі вступу, 6 розділів, які містять 16 таблиць та 28 рисунків, загальних висновків, списку використаної літератури - 42 джерела. Загальний обсяг магістерської роботи 99 сторінках.

1 ЕНЕРГО-ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СУЧАСНОГО БУДІВНИЦТВА ГРОМАДСЬКИХ І ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Глобальні зміни клімату, виснаження природних ресурсів і порушення світової екологічної системи пов'язані в тому числі і з будівельним комплексом. Будівлі світу використовують близько 40% всієї споживаної первинної енергії, 67% всієї електрики, 40% всієї сировини і 14% всіх запасів питної води, а також виробляють 35% всіх викидів вуглекислого газу і мало не половину всіх твердих міських відходів. У 2021 році на електроенергетичний сектор припадало 59% всього вугілля, що використовується у світі, а також 34% природного газу, 4% нафти, 52% усіх відновлюваних джерел енергії і майже 100% ядерної енергії. На нього припадає понад одну третину всіх викидів CO₂, пов'язаних з енергетикою, у 2021 році. [6].

Надмірне спалювання викопних видів палива на фоні їх вичерпності створює проблеми зростання викидів парникових газів, приводить до зростання собівартості продукції українських виробників та комунальних послуг для населення.

Зменшення енергоємності виробництва основних будівельних матеріалів, застосування виробів з газобетону автоклавного тверднення (АГБ) низької щільності, як огорожувальних конструкцій зовнішніх стін, влаштування навісних вентиляційних фасадів (НВФ) дозволяє підвищити її теплотехнічні властивості, знизити навантаження на фундаменти. збільшити продуктивність праці.

В собівартості будівельного об'єкту 50-60% приходиться на будівельні матеріали та вироби, а у вартості самих будівельних матеріалів енергетична складова становить ті ж самі 50-60%.

Одним з перспективних напрямків покращення енерго-екологічної ситуації являється утеплення застарілого житлового фонду з використанням «мокрого» і навісногo вентиляційного фасаду.

1.1 Динаміка видобутку викопних видів палива для забезпечення будівельного виробництва.

Прийняття директиви 2002/91/WE EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) та зміни в Директиві 2010/31/EU, що стосуються енергетичної характеристики будинків і зумовлює зведення з 2021 року на територіях ЄС будинків з дуже низькою потребою в енергії та їх максимального забезпечення енергією з ВДЕ сприятиме зменшенню глобального потепління.

За даними Національного у правління океанічних та атмосферних досліджень США (NOAA) в травні 2022 року зареєстровано новий світовий рекорд концентрації CO₂ в атмосфері, він склав 421 мільйонну частку. Востаннє Земля стикалася з таким рівнем концентрації CO₂ близько 4 млн років тому, коли рівень моря був на 5–25 метрів вищим за сучасний, а ліси покривали значну частину арктичної тундри [7].

За даними [8] в 2015 році енергоємність ВВП України перевищувала енергоємність ВВП Німеччини в 4 рази, Польщі – в 3,2 рази, США – в 2,8 рази, Китаю і Росії – в 1,8 рази, Італії та Іспанії – в 4,8 рази, Швейцарії – в 6,5 рази.

У всьому світі будівлі споживають близько 40 % загальної первинної енергії, в ЄС до 36 % від загальної суми викидів CO₂ надходять на будівлі, а в США житлові та комерційні будівлі споживають до 70 % електроенергії та 39 % доступної загальної первинної енергії. Саме тому будівельна галузь зберігає великі резерви енергозбереження та зменшення викидів парникових газів. [9].

Динаміка споживання природного газу в Україні демонструє тенденцію до стрімкого зниження (рис. 1. 1). Україна має один із найвищих рівнів газоемності ВВП у світі та високий загальний рівень енергоємності ВВП, споживає приблизно такий самий обсяг природного газу, як Швеція, Бельгія, Польща, Чехія, Норвегія, Естонія та Латвія разом взяті.

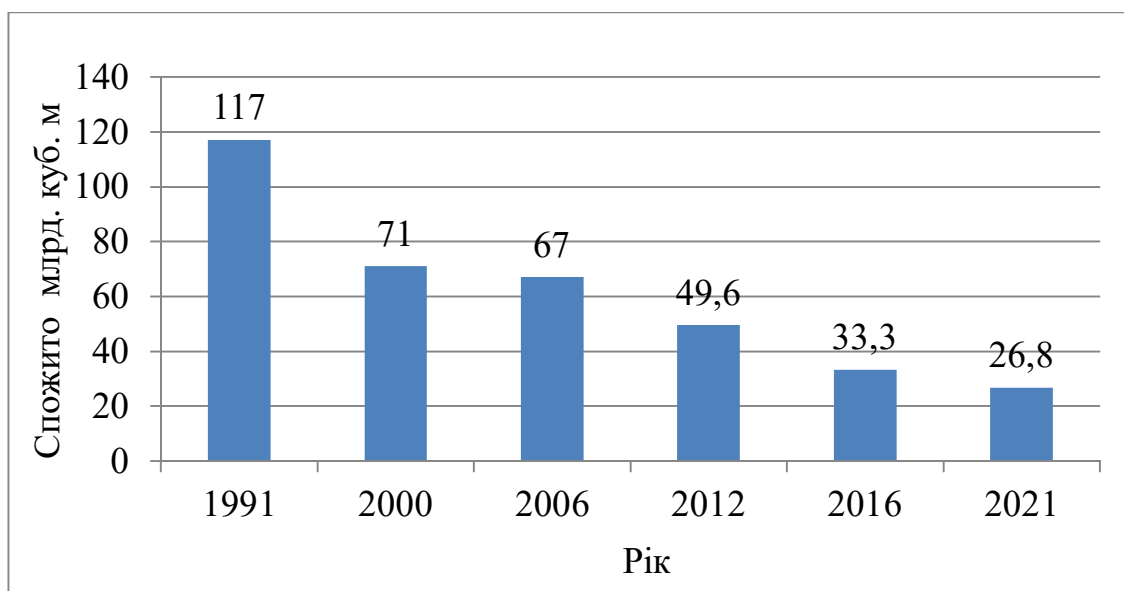


Рис. 1.1 Динаміка споживання природного газу в Україні.

Видобуток природного газу в колишньому СРСР розпочався в Україні і тривалий час за обсягами його використання УРСР в складі СРСР, займала 3 місце в світі після РФ і США. За роки незалежності власний видобуток природного газу в Україні зменшився з рекордних 70 млрд м³ в 1987 році до 18-20 млрд м³ в останні роки. Станом на 2021 рік Україна входить до 5 європейських лідерів-виробників природного газу (млрд. м³): Норвегія -114; Велика Британія - 32,7; Україна – 18,6; Нідерланди – 18,2; Румунія – 8,5. До 2022 року РФ була лідером серед постачальників газу до ЄС — із часткою приблизно 45% всього імпорту.

На рис. 1.2 приведена динаміка видобутку нафти в Україні. При зменшенні видобутку нафти суттєво скоротилось виробництво зрідженого вуглеводневого газу (ЗВГ) пропан-бутану. Пропан-бутан зберігають і перевозять під тиском до 1,6 МПа. В багатьох країнах ЗВГ дешевше від природного газу і знайшов використання для приготування їжі, опалення будинків та пального для автотранспорту. [10].

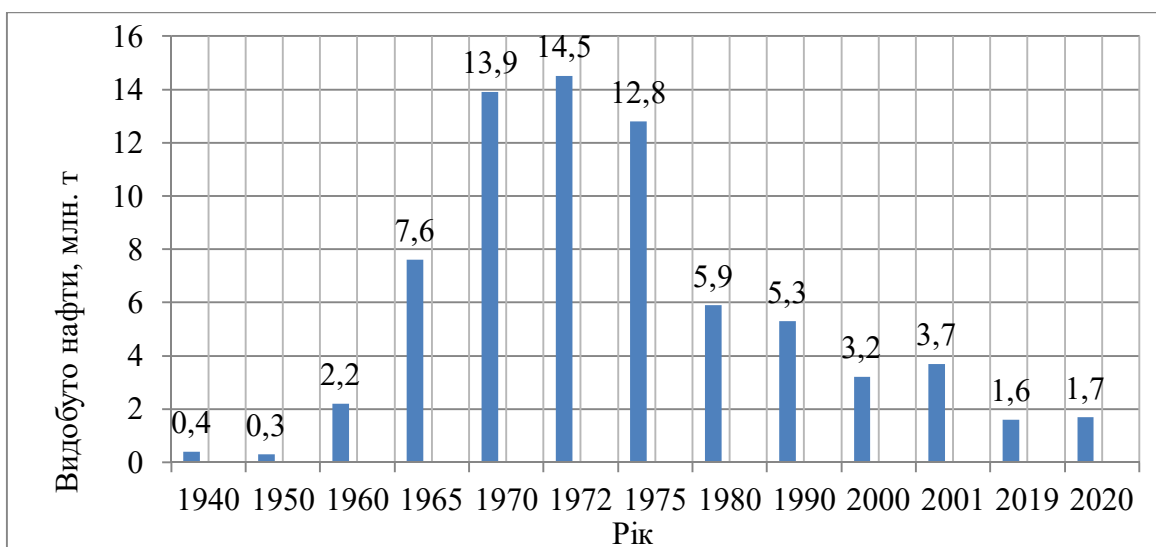


Рис. 1.2. Динаміка видобутку нафти в Україні.

Викопні види палива, як і раніше, становлять 80% від загального обсягу енергопостачання у світі, при цьому нафта становить 29%, за нею йдуть вугілля (27%) та природний газ (24%). У глобальних викидах від спалювання палива переважало вугілля (45%), за ним прямували нафта (32%) та природний газ (22%).[11].

Видобуток кам'яного вугілля за роки незалежності стрімко скоротився (рис. 1.3). Найбільший обсяг видобутку було зафіксовано в 1976 році – 218,1 млн т. Для забезпечення вуглецевої нейтральності людство в перспективі має відмовитись від використання вугілля. Найбільший обсяг видобутку в історії країни був зафіксований в 1976 році – 218,1 млн т.

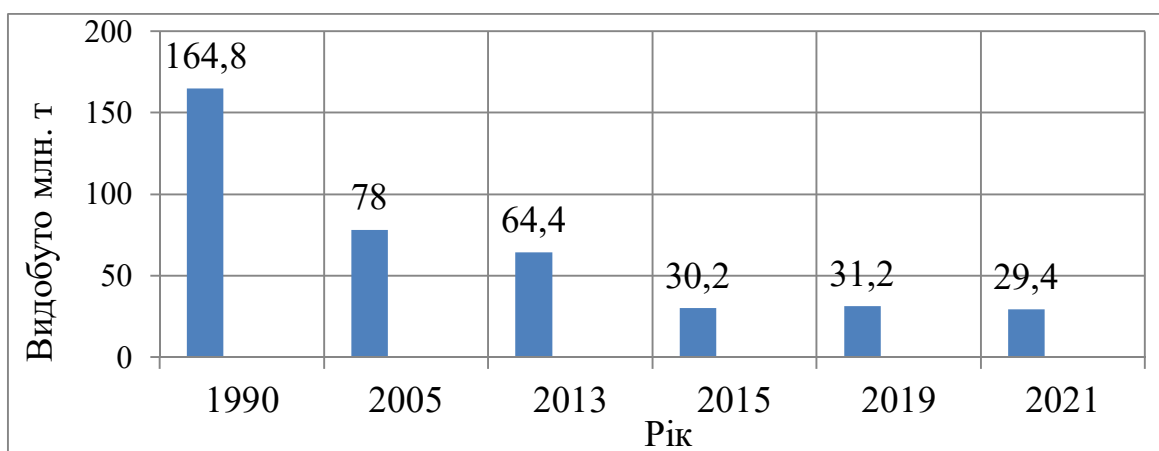


Рис. 1.3. Динаміка видобутку кам'яного вугілля.

В цілому будівельна галузь має великі резерви зниження обсягів споживаного викопного палива і, як наслідок, витрат енергії та обсягів викидів парникових газів.

В рамках реалізації міжнародних зобов'язань України відповідно до рішень Парижської конференції щодо необхідності зменшення викидів парникових газів від спалювання викопних вуглеводів. (табл.1.1).

Таблиця 1.1 Коефіцієнти викидів CO₂ при спалюванні тони палива.

Види палива	Викиди CO ₂	Види 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,
Торф	~1,5 т CO ₂ /т	Паливний мазут	3,1 т CO ₂ /т
Автомобільний бензин	3,0 т CO ₂ /т або 2,1–2,3 кг CO ₂ /л	Дизельное паливо	3,15 т CO ₂ /т або 2,6–2,8 кг CO ₂ /л
Авіаційний керосин	3,0 т CO ₂ /т або 2,1–2,3 кг CO ₂ /л	Древесное топливо	*Викиди рівні нулю

* При спалюванні деревини і рослинних відходів викиди CO₂ приймаються рівними нулю, оскільки CO₂ бул раніше поглинений з атмосфери в процесі росту рослини.

Крім глобальних негативних внесків у навколишнє середовище, існує постійний токсичний вплив на організм людини від дії паливноенергетичного комплексу. В роботі [12] зроблено висновок, що вплив від спалювання вугілля та нафти на здоров'я людини за кількістю смертей є приблизно такий за кількістю смертей, як аварія типу Чорнобильської.

Вугільна галузь відповідно до прийнятих планів має поступово ще більше зменшувати видобуток кам'яного вугілля.(рис.1.4)

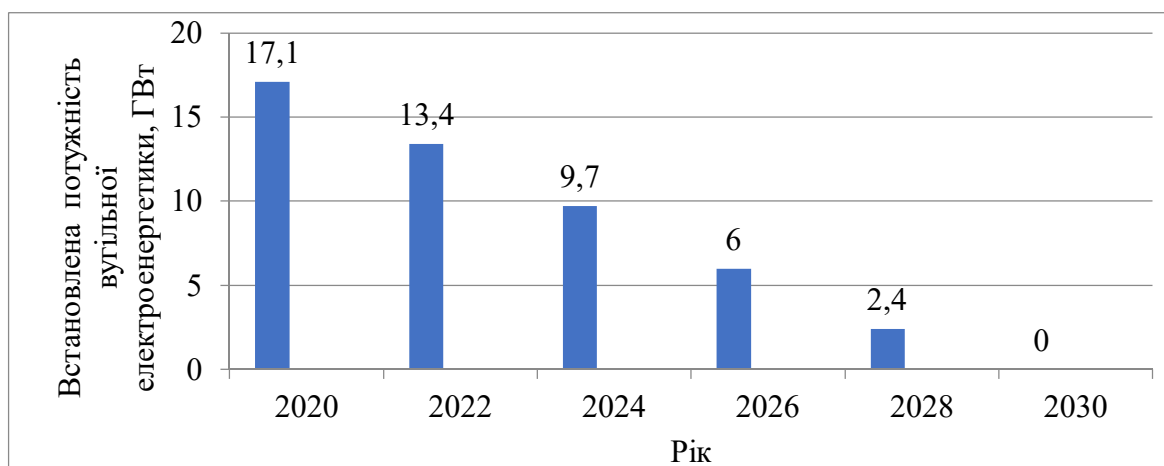


Рис. 1.4. Динаміка встановленої потужності вугільної енергетики до 2030 року

Для цього необхідно покращити теплоізоляцію, вентиляцію будівель, встановити більш ефективні опалювальні системи, які споживають енергію ВДЕ. Витрати енергії для будівель в найблищій перспективі становитимуть від 20 до 40кВт•год/м², а «пасивні» будівлі (будівлі з нульовим споживанням енергії) мають додатково генерувати енергію та спрямовувати її в електромережі. Протягом 30 років незалежності в Україні відбувалось постійне відставання показників нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій від європейських стандартів. Таке відставання приводить до додаткових енергозатрат в послідуочі роки його утримання.

Надмірний видобуток та спалювання викопних видів палива привели до зростання їх вартості та змін клімату. Збільшення вмісту CO₂ в атмосфері призводить до збільшення температури поверхні Землі. Саме тому, вміст CO₂ має жорстко контролюватись, як на глобальному, так і на національних рівнях.(рис.1.5)

На глобальному рівні світова спільнота ухвалила три основні міжнародні угоди щодо зміни клімату: Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (1992 р.); Кіотський протокол (1997 р.); Паризька угода (2015 р.). Паризьку угоду підписало понад 190 країн світу. Головні її цілі: досягти вуглецевої нейтральності (усунути викиди діоксиду вуглецю) до 2050 року та утримати зростання глобальної середньої температури нижче 2°C до 2100 року, переважно до 1,5°C.

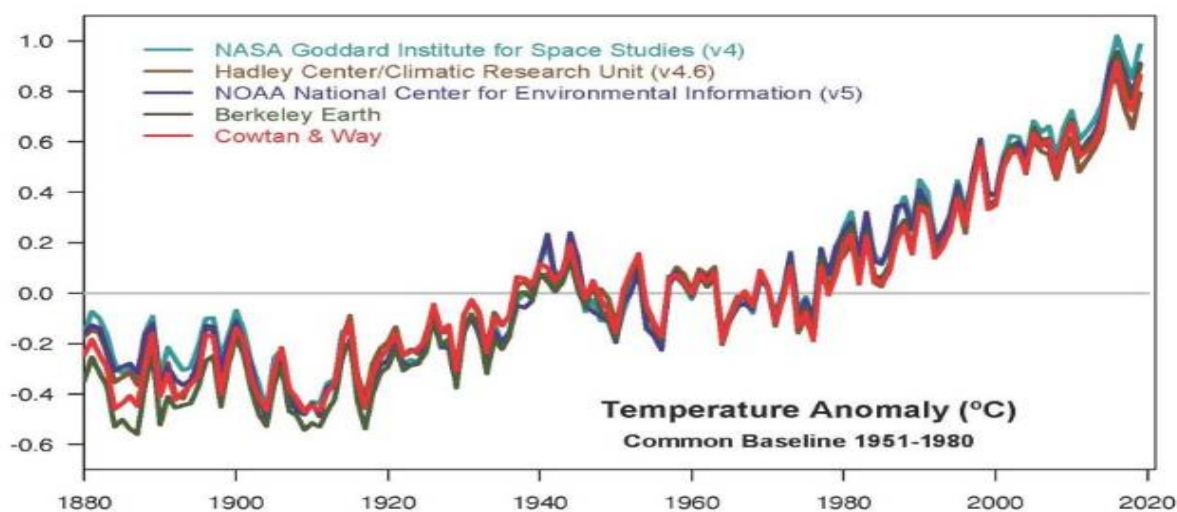


Рис. 1.5. Средньорічні зміни середньої глобальної температури Землі
Fig. 1. The average change in the average global temperature of the Earth

Об'єми світових викидів вуглекислого газу в атмосферу від спалювання викопних видів палива (вугілля, нафти, природного газу) продовжують зростати. Експерти міжнародного дослідницького проекту Global Carbon Project на 27 Конференції ООН зі зміни клімату (COP27), яка пройшла 10 листопада 2022 року в єгипетському Шарм-еш-Шейху зазначили, що у 2022 році буде викинуто на 1 % більше CO₂, ніж у 2021-му. При цьому викиди в Китаї знизяться на 0,9 %, в Європі – на 0,8 %, натомість у США вони зростуть на 1,5 %, в Індії – на 6 %, і в усьому світі – на 1,7 %. Вуглецеве забруднення атмосфери від спалювання вугілля цього року збільшиться на 1 % порівняно з минулим роком. Ефект від спалювання нафти і нафтопродуктів також збільшення 2 %, від спалювання природного газу – навпаки, знизиться на 0,2%. Близько 40% викидів CO₂ сьогодні дає спалювання вугілля, 33 % – спалювання нафти та 22 % – спалювання газу, зазначено у доповіді.

Україна взяла на себе зобов'язання досягнути вуглецевої нейтральності до 2060 року та проголосила підтримку Європейського зеленого курсу, який має на меті звести баланс викидів вуглекислого газу до нуля до 2050 року. Переглянутий Національно-визначений внесок (НВВ2) України встановлює мету – зменшення викидів парникових газів у всіх галузях економіки до 2030 року принаймні до 35 % рівня 1990 року.

1.2 Оподаткування викидів вуглекислого газу.

Якщо розташувати основні джерела енергії у порядку зменшення викидів у еквіваленті вуглекислого газу для повного енергетичного ланцюга, то видобувні види палива займають перші місця (табл. 1.2) [13].

Таблиця 1.2. Викиди в еквіваленті вуглекислого газу для повного енергетичного ланцюга

Енергоджерело	Викиди оксиду вуглецю (IV) (грам / кВт т· год)
Вугілля	265–357
Нафта	212–264
Природний газ	120–188
Сонячні фотоелементи	27–76
Гідроенергетика	6–65
Біомаси	3–13
Енергія вітру	3–13
Атомна енергетика	2–6

В Україні практично до 2019 року була відсутня дієва система оподаткування викидів CO₂. До 2019 року податок на викиди CO₂ був складовою екологічного податку і становив абсолютно символічну величину – лише 0,41 грн. за т викидів CO₂.

При такій величині розміру податку підприємству економічно вигідно було його заплатити, ніж впроваджувати енергоефективні технології. В 2019 році Україна вимушена збільшити розмір цього податку майже в 25 раз - до 10 грн (0,32 євро), а з 2020 року ще в 3 рази до 30 грн /т CO₂. З великим запізненням майже через 30 років, лише після підписання угоди з ЄС про адаптацію української нормативної бази до вимог ЄС в українській енергетичній політиці відбулись кардинальні зміни та орієнтація на рекомендації ЄС.

Цей податок тепер сплачують підприємства, що мають річні викиди понад 500 т CO₂. За даними Державної податкової служби в 2020 році його сплатили 7347 підприємств і доходи бюджету від податку за 2019 і 2020 роки становили відповідно 951 та 940 млн грн. Аналіз сплати викидів парникових газів на прикладі чорної металургії свідчать про те, що частка неоподаткованих викидів наближається до 50%.

Ставка податку на CO₂ в Україні, навіть після дворазового її підняття, значно нижча, ніж у інших країн зі спів ставним рівнем економічного розвитку. Порівняльні розміри податку за викиди CO₂ деяких країн приведені на рис. 1.6. [14].

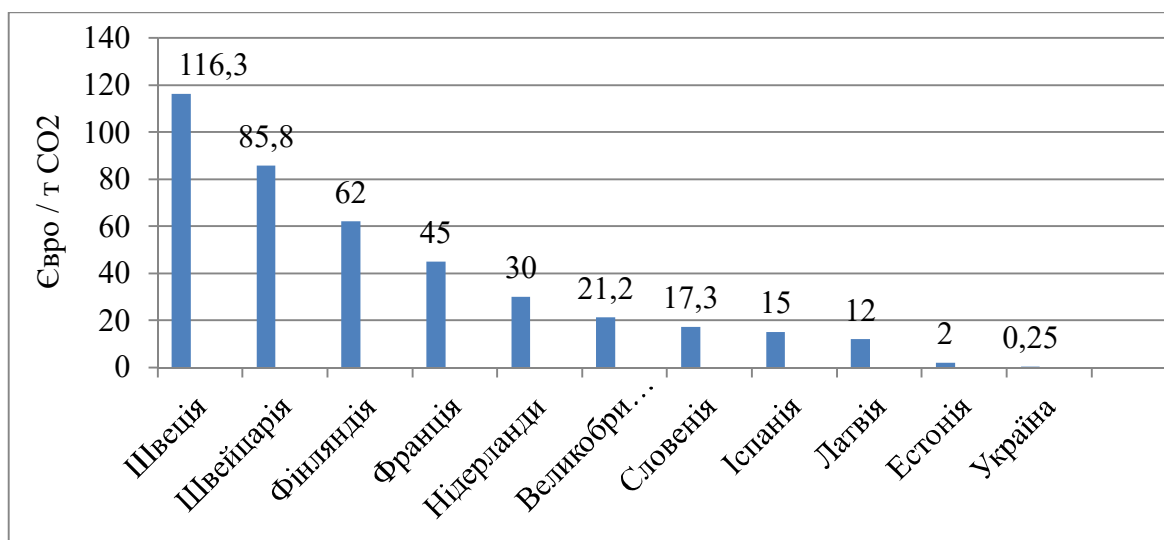


Рис. 1.6. Ставка податку на викиди CO₂ окремих країнах Європи станом на 2021 рік.

Як видно з рис. 1. 6 ставки екологічного податку в Україні навіть після їх зростання в 2019 і 2020 роках не йдуть в ніяке співставлення з розмірами податків європейських країн. Податки в Україні є надто низькими і не стимулюють до енергомодернізації технологій та зменшення викидів парникових газів.

В Україні досить повільно реалізуються заходи щодо енергозбереження в будівельній галузі. Сертифікація продукції, паспортизація об'єктів, прийняття нових ДБН лише наблизили показники термічного опору огорожувальних стінових конструкцій до показників європейських вимог. Зростання виробництва енергоефективних конструкційно-теплоізоляційних стінових і теплоізоляційних матеріалів забезпечило значні, хоча і не достатні результати енергозбереження в будівельній галузі. Не утеплений застарілий житловий фонд відволікає великі енергетичні ресурси на його утримання.

Метою реалізації механізму вуглецевого податку є скорочення викидів парникових газів та реально «відчутного» енергозбереження шляхом впровадження технологічних інновацій, оподаткування викидів парникових газів, залучення громадськості до екологічного моніторингу, покращення управління охороною навколишнього середовища на місцевому рівні. У вуглецевому податку слід вбачати і просвітницьку функцію щодо енергозбереження, особливо у використанні

автотранспортних засобів. В 2022 році Європарламент проголосував за повну відмову від бензинових та дизельних авто в ЄС з 2035 року. У Німеччині в багатьох містах заборонено в'їжджати в центральну частину автомобілям на дизельному паливі. У Великій Британії, Франції з 2040 року буде зупинене виробництво нових бензинових та дизельних автомобілів, у Норвегії з 2025 року усі нові автомобілі мають бути електричними. Для власників електроавтомобілів передбачені пільги - звільнення власників таких авто від ПДВ, можливість безкоштовного використання платних доріг і магістралей. З певним запізненням в Україні будуть відбуватись аналогічні дії. Система оподаткування викидів CO₂ в Україні (а по суті фактична її відсутність протягом майже 30 років незалежності) реально не працювала. Порівняльні показники енергоемності ВВП України та частки ВДЕ в енергобалансі країн ЄС підтверджують цю тезу і приведені в табл. 1.3 [15].

Таблиця 1.3. Показники енергоемності ВВП та частки ВДЕ в енергобалансі окремих європейських країн станом на 2019 рік.

Країна	Ставка податку, євро / т	Рік введення	Енергоемність ВВП, тне / тис. дол	Частка ВДЕ в енергобалансі, %, 2019 рік
Швеція	108,81	1991	0,09	56,4
Норвегія	48,46	1991	0,07	74,6
Данія	23,77	1992	0,05	37,2
Латвія	9,14	1995	0,08	41,0
Словенія	17,37	1996	0,09	22,0
Естонія	1,93	2000	0,11	31,9
Франція	44,81	2009	0,08	17,2
Україна	0,37	2011	0,3	8,1
Великобританія	20,12	2013	0,11	12,3
Німеччина	25,00	2021	0,07	17,4

*Carbon Taxes in Europe Total energy supply (TES) by source, World 1990-2018

Як видно з табл. 1.3 енергоемність ВВП України станом на 2019 рік в рази

вища ніж в колишніх пострадянських республіках, а частка ВДЕ в енергобалансі значно поступається іншим країнам, на одиницю площі житлових будинків в Україні витрачається в 2–3 рази більше енергії ніж в країнах ЄС.

Хоча протягом 2019—2020 років податок на викиди CO₂ в Україні суттєво зріс, але Проєкт Low Carbon Ukraine у своєму дослідженні зазначає, що для досягнення успіху, Україні необхідно починати з розміру величини податку від 4,2 євро / т CO₂ з перспективою збільшення ставки до 39 євро у 2030 році.

1.3. Вплив житлового фонду на викиди парникових газів.

Будинки та споруди здійснюють значний прямий та непрямий вплив на зовнішнє середовище. Зокрема, під час будівництва, використання, реконструкції та знесення будівлі використовують енергію, воду і сировину, утворюють відходи, виділяють потенційно шкідливі викиди в атмосферу. Наприклад, як стверджують експерти, у США будівлі споживають близько 39% усієї первинної енергії, 68% усієї електроенергії, 12% усіх запасів питної води, а також виробляють 38% усіх викидів вуглекислого газу [16]. Ці факти спонукали створення зелених будівельних стандартів, сертифікації та рейтингових систем, спрямованих на пом'якшення впливу будівель на оточуюче середовище шляхом сталого дизайну.

У Державному агентстві США з охорони навколишнього середовища підрахували, що в містах з населенням до 1 млн. жителів денна температура на 1-3 °С, а вночі до 12 °С вища, ніж у передмісті. Дороги, будівлі, міська інфраструктура під дією сонячного випромінювання нагріваються вдень, а вночі відають тепло. Найбільша відповідальність (75 %) за парниковий ефект покладається саме на вуглекислий газ, який утворюється при спалюванні викопних вуглеводів хоча і інші гази мають значно більший потенціальний вплив на глобальне потепління (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 Основні парникові гази та їх потенціальний вплив на глобальне потепління.

№	Хімічна формула	Назва	Потенціал глобального потепління
1	CO ₂	Діоксид вуглецю	1
2	CH ₄	Метан	25
3	N ₂ O	Закись азоту	298
4	HFCx	Гідрофторвуглероди	150...11700
5	PFСx	Перфторвуглероди	6500...9200
5	SF ₆	Гексафторид сірки (елегаз)	23900

До речовин, що мають яскраво виражений парниковий ефект, відносять водяні пари, CO₂, метан, закис азоту, кисень у формі озону в тропосфері, галогенорганічні сполуки гексафторид сірки (SF₆) та низка інших речовин. Такі стійкі гази, як CO₂, CH₄, N₂O зумовлюють 95% парникового ефекту [17].

Згідно з методикою, яка використовується в ЄС[18] житлові будинки з точки зору енергозбереження суттєво різняться. Згідно з європейською класифікацією енергоефективних будівель [19], будівлі розділяють на кілька типів, які приведені в табл. 1.5

Таблиця 1.5. Класифікація будівель та споруд за рівнем річного споживання енергії.

Класифікація будівель	Річне споживання енергії, кВт·г/м ²
Стара будівля	300
Нова будівля	150
Будинок низького енергоспоживання	60
Пасивний будинок	15
Будинок з мулевим споживанням енергії	0
Будинок з плюсовою енергією	Виробляє більше енергії, ніж споживає

Необхідною умовою для комфортного життя людей є паливно-енергетичні ресурси (ПЕР). Зниження світових запасів ресурсів, приріст населення і як наслідок зростання споживання ПЕР, призводять до їх дефіциту та зростання цін. У зв'язку з цим перехід до будівництва енергоефективних будівель є актуальною на сьогодні.

До того ж погіршення екологічної ситуації та підвищення цін на комунальні послуги також сприяють розвитку інтересу до впровадження енергозберігаючих технологій та матеріалів. [20].

Висновки за розділом 1

За роки незалежності обсяг видобутку викопних видів палива суттєво скоротився, обсяг видобутку кам'яного вугілля скоротився в 6 раз з 164.5 до 29 млн. т.. Споживання природного газу скоротилось природного газу в 4,5 рази, з 117 до 30 млрд. м³. Видобуток нафти вкоротився більше ніж в 3 рази, з 5,3 до 1,7 млн.т.

В країнах ЄС діють високі податки на викиди CO₂, (50-70 євро/т. CO₂), які є стимулом до впровадження енергоефективних технологій та використання ВДЕ. В 2019 року в Україні відбулось зростання податку на викиди вуглекислого газу майже в 25 раз, в 2020 році ще в 3 рази. Збільшений податок становить приблизно 30 грн/ т CO₂. Європейська комісія проголосувала за введення податку за викиди CO₂ при експорті продукції в країни ЄС, що негативно вплине на експорт продукції українських виробників, особливо металу.

Енергоємність ВВП України практично в декілька раз перевищує показники розвинених європейських країн. В умовах розв'язаної росією війни проблема енергозабезпечення і утримання житлового фонду країни суттєво ускладнились на фоні зростання цін на викопні види палива.

Міжнародні зобов'язання України щодо декарбонізації економіки потребують стрімкого скорочення споживання викопних видів палива (кам'яного вугілля, нафти, природного газу) і зростання використання ВДЕ для досягнення рішень Парижської конференції 2015 року щодо обмеження глобального зростання температури на 1,5 °C до 2100 року.

Будівельна галузь потребує впровадження інноваційних будівельних технологій, використання енергоефективних будівельних матеріалів та реалізації інших організаційно - технічних рішень.

2 ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ЩОДО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУДІВНИЦТВІ

2.1 Проблемні питання оболонки житлових та громадських споруд

Щорічно в Україні ускладнюються проблеми проведення чергового опалювального сезону. Адаптуючи законодавчо-нормативну базу до вимог ЄС Україна має впроваджувати кращі світові практики з розвитку енергетики. Рада міністрів Енергетичного Співтовариства ухвалила пакет енергетичного законодавства ЄС «Чиста енергія для всіх європейців» (Clean Energy Package). Україна, як член Співтовариства, зобов'язана впроваджувати в життя цей енергопакет (4-й Енергетичний пакет ЄС), який був затверджений в ЄС ще у 2019 році.

У всьому світі будівлі споживають близько 40% загальної первинної енергії, в ЄС до 36% від загальної суми викидів CO₂ надходять з будівель, а в США житлові та комерційні будівлі споживають до 70% електроенергії та 39% доступної загальної первинної енергії. Витрати палива на 1 м² житлової площі в Україні в 2–2,5 рази більші ніж в європейських країнах. Саме тому будівельна галузь зберігає великі резерви енергозбереження та зменшення викидів парникових газів. [21].

За більше ніж 30 років незалежності України декілька раз приймалися спроби утеплення існуючого жилого фонду. Країни ЄС переходять до будівництва будинків з витратами від 20 до 40 кВт • год / м² та пасивних будинків, які генерують та віддають енергію в мережу. Найбільше уваги при будівництві житлових будинків приділяється властивостям стінових матеріалів та вікнам. З 1 січня 2008 року в Україні термічний опір зовнішніх стін для першої, найбільш «холодної» зони було збільшено до 2,8 м² · К / Вт, тобто, його зростання склало майже 2,5 рази в порівнянні з аналогічними показниками 1993 року. До корегування показників термічного опору огорожувальних конструкцій Україна поверталась ще 2 рази - в 2006 та 2016 роках, а в 2021 році нормативні вимоги лише наблизили до європейських показників.

Станом на 2022 рік цей показник зріс до $4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, для самої холодної кліматичної зони України тоді як в більшості європейських країн з більш теплим кліматом він був піднятий до $5\text{--}5,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ще в 2005-2010 роках.

В табл. 2. 1 приведені порівняльні показники термічного опору огорожувальних конструкцій ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель», які були відмінені в 2022 році з введенням в дію в 2022 році нових ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

Таблиця 2.1. Порівняльні показники мінімально допустиме значення 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 Теплова ізоляція будівель		ДБН В.2.6-31:2021 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

Для України є повчальний досвід Данії, Німеччини, інших країн де практично через 3–4 роки відбувалось поступове підвищення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. Наприклад, вимоги для покриттів і перекриттів в 2010 році зросли до $10 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ проти діючих у 2006 році $6,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, тоді як в Україні лише у 2022 році відповідно до вимог нових ДБН вони були підвищені до $6,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$.

З 2021 року в сусідній Польщі прийнятий термічний опір для стін $R = 5,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, а в Україні в 2022 році його збільшили лише до $4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$. Характерно те, що в Україні, як і в Польщі кліматичні умови є практично ідентичні а в частоті основного стінового матеріалу використовується автоклавний газобетон. В табл. 2.2 приведені нормативні вимоги термічного опору інших європейських країн.

Таблиця 2. 2. 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

Таке постійне «доганяння» нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій з відставанням в десятки років привело до необхідності додаткового утеплення більше 70% існуючого житлового фонду. І це при тому, що країни ЄС масово переходять до масштабного будівництва енергоефективних та «пасивних» будинків з нульовим споживанням енергії.

Приклад сусідньої Польщі демонструє заплановану зміну коефіцієнта теплопередачі U зовнішніх стін енергоефективних будівель у часі: для будинків після 1 січня 2015: $0,25 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$ ($R = 4,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$); для будинків після 1 січня 2017: $0,23 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$ ($R = 4,35 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$); для будинків після 1 січня 2021: $0,20 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$ ($R = 5,00 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$). В Україні перспективні плани щодо зростання поступового зростання нормативних показників огорожувальних конструкцій не проводились.

Термін «зелене» будівництво у загальноприйнятій світовій практиці

означає такий підхід до проектування та зведення будівель, споруд, а також архітектурного середовища, при якому максимально враховуються вимоги енергоефективності, ресурсозбереження та екологічної безпеки.

2.2 Енерго-екологічні нормативні вимоги до сучасного будівництва

Велика частка витрат енергії при створенні одиниці вітчизняної продукції підвищує її собівартість та ціну, знижує прибутки підприємств у порівнянні з іноземними конкурентами та уповільнює економічне зростання країни.

За даними [22] в 2015 році енергоємність ВВП України перевищувала енергоємність ВВП Німеччини в 4 рази, Польщі – в 3,2 рази, США – в 2,8 рази, Китаю і Росії – в 1,8 рази, Італії та Іспанії – в 4,8 рази, Швейцарії – в 6,5 рази.

У всьому світі будівлі споживають близько 40% загальної первинної енергії, в ЄС до 36% від загальної суми викидів CO₂ надходять з будівель, а в США житлові та комерційні будівлі споживають до 70% електроенергії та 39% доступної загальної первинної енергії. Саме тому будівельна галузь зберігає великі резерви енергозбереження та зменшення викидів парникових газів. [21].

Зменшення втрат енергії через «оболонку» будівлі можливо переважно за рахунок використання енергоефективних стінових матеріалів, енергозберігаючих вікон, ефективних систем кондиціонування, впровадження сучасних системах опалення та гарячого водозабезпечення. При цьому мають зростати обсяги використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), що відповідає сьогоднішнім тенденціям розвитку будівництва житла. Зменшення енергоємності будівельного виробництва передбачає не тільки економію енергетичних ресурсів але і зменшення викидів парникових газів.

Директиви ЄС призначені для стандартизації в країнах ЄС будівельних норм щодо підвищення енергоефективності будівель. Основна мотивація їх розробки це підвищення ефективності використання природних енергетичних ресурсів. Держави-члени ЄС повинні приймати в своїх країнах необхідні національні закони і стандарти з метою втілення в життя цих загальноєвропейських директив щодо

вирішення питань, пов'язаних з економією енергії і поліпшенням теплоізоляції будівель. Причому цілеспрямована робота в світі щодо зменшення тепловтрат через елементи огорожувальних конструкцій будівлі розпочалась ще в кінці 1970 року.

Перша Директива в цій області 93/76 / ЄС [23] була прийнята 13 вересня 1993 року з метою зниження викидів CO₂ та інших парникових газів шляхом ефективного використання енергії та реалізації державами членами ЄС наступних програм:

1. Розробки енергетичних сертифікатів будівель;
2. Визначення фактичних енергетичних витрат на опалення, кондиціонування та гаряче водопостачання будинків;
3. Вимоги до теплоізоляції новозбудованих будинків;
4. Регулярного аналізу статей витрат енергії на промислових підприємствах і підвищення ефективності використання енергії;
5. Субсидування на державному рівні однієї третини витрат, направлених на економію енергії.

Одним з методів оцінки будівель з точки зору ефективності використання енергоресурсів є енергетична сертифікація, яка створює основу для оцінки і порівняння енергоспоживання різних будівель. Також рейтингова система є основою для фінансового стимулювання, а отримання класу енергоефективності створює передумови і мотиви для проектування нових енергоефективних будівель, термомодернізації існуючих будівель.

2.3 Сучасні рейтингові системи сертифікація будівель

Серед найдосконаліших національних рейтингових систем слід відзначити американську – LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design), англійську – BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), німецьку – DGNB. англійську – BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), німецьку – DGNB. [24]. Всі три схеми базуються

на рейтинговій системі збору кредитів, які застосовуються до широкого спектру типів будівель, як нових так і існуючих. Системи сертифікації охоплюють цілий ряд екологічних проблем, таких як матеріали, енергія, вода, забруднення навколишнього середовища, якість внутрішнього середовища і будівельного майданчика, а також енергоспоживання і викиди CO₂ будівлею.

Система сертифікації LEED розроблена Радою зеленого будівництва США (USGBC) і є національно прийнятої за зразок для зеленого будівництва. Оцінка проектів проводиться за наступними напрямками: принципи стійкості на будівельному майданчику; раціональне використання води; енергоспоживання; матеріали і ресурси; якість повітря всередині приміщення; інноваційні рішення і процес проектування. Будівельний проект отримує один або більше балів шляхом відповідності технічним вимогам або їх перевищення по кожному напрямку. Шкала включає чотири рівні: платина (52-69 балів), золото (39-51 бал), срібло (33-38 балів), сертифікований (26-32 бала).

В Великобританії розроблена система сертифікації BREEAM науково-дослідним інститутом будівництва Великобританії (BRE).

У травні 2010 року Директива 2002/91/ЕС [25] була переглянута і трансформована в Директиву 2010/31 / EU з тією ж назвою - Директива 2010/31/EU щодо енергетичних характеристик будівель. Її метою стало посилення вимог до енергетичної ефективності будівель та уточнення деяких положень попередньої Директиви. Зокрема акцентовано увагу на тому, що потреби на експлуатацію будівель складають 40% від споживання енергії та 36% викидів CO₂

В країнах ЄС енергетична ефективність визначається, як інструмент для досягнення енергетичних та екологічних цілей ЄС. Методологія порівняльного аналізу мінімальних вимог до енергетичних характеристик будівель по відношенню до оптимального рівня вартості енергозберігаючих заходів викладена в додатку Директиви і буде вдосконалюватися в процесі її дії. Якщо різниця між існуючими національними вимогами до даного оптимального рівня вартості і тим же показником, встановленим нової Директиви, буде більше 15%, то країна-член ЄС повинна буде пояснювати причини.

Нова Директива зберігає підхід до будівель, як до єдиної енергетичної системи. Залишаються зобов'язання для країн-членів ЄС, які сприятимуть розвитку і інтеграції методологій для нормування енергетичних характеристик; для встановлення національних мінімальних вимог до енергетичних характеристик нових та капітально ремонтуються існуючих будівель; для введення сертифікації енергоефективності будівель і проведення регулярних оглядів систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

В Україні енергетична паспортизація житлових і громадських будівель діє з 01.04.2007. Складання енергетичного паспорта об'єктів до 2009 року було факультативним. З 01.01.2009 року енергетичний паспорт є обов'язковою частиною проектної документації для житлових і громадських будівель при умовах нового будівництва та реконструкції. З 01.07.2008 року введено в дію ДСТУ-Н Б А. 2.2-5:2008 «Постанову про розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції», де розкриті методичні пункти, необхідні для розрахунку параметрів енергетичного паспорта».

Енергетичний паспорт будинку підтверджує відповідності показників енергетичної ефективності конструкцій будинків та споруд вимогам ДБН В.2.6-1 та розробляється у складі проектної документації (під час нового будівництва) або на стадії експлуатації (на підставі результатів енергетичного аудиту будинку, проведеного ліцензованими організаціями та установами) [26]. Енергетичний паспорт заповнюється під час розроблення проектів у разі нового будівництва, реконструкції чи капітального ремонту, під час приймання будинку в експлуатацію, а також у процесі експлуатації раніше зведених будинків відповідно до вимог ДБН..

Клас енергетичної ефективності будинку спочатку позначався латинськими літерами «А», «В», «С», «D», «Е», «F». Літера «А» відповідає будинкам з найкращими показниками енергетичної ефективності, а «F» – будинкам, що мають найгірші показники [26]. Європейська модель маркування енергоефективності будівель і споруд за 7-бальною шкалою передбачає (A-G) і впроваджена в Україні

Основна мотивація розробки Європейських Директив, на які має орієнтуватись Україна – підвищення ефективності використання природних енергетичних ресурсів. У грудні 2002 року Європейським Парламентом було затверджено Директиву 2002/91/ЄС (on energy performance of buildings), що одержала позначення EPBD. Директива EPBD визначає вимоги до:

- загальної схеми методології розрахунку комплексного енергетичного уявлення будівель;
- застосування мінімальних вимог щодо енергетичного уявлення для нових будівель;
- застосування мінімальних вимог щодо енергетичного уявлення існуючих великих будівель, що підлягають значній реконструкції;
- енергетичної сертифікації будівель;
- регулярної перевірки генераторів теплоти та систем кондиціонування повітря у будинках, а також оцінці опалювального обладнання, термін експлуатації якого перевищує 15 років.

З появою EPBD енергетична сертифікація будівель введена у всіх країнах ЄС. Першою європейською країною, яка впровадила енергетичні сертифікати, є Данія де вони з'явилися в ще в 1997 році. У травні 2010 року Директиву було переглянуто та перероблено в Директиву 2010/31/ЄС.

Крім того, у новій редакції Директиви з'явилося посилання на впровадженні універсального механізму енергетичної сертифікації, що дозволяє порівнювати стан енергоефективного будівель різних країн.

Нова Директива EPBD2 зберігає підхід до будівель як до єдиної енергетичної системи. Так, залишаються зобов'язання встановлення національних мінімальних вимог до енергетичних характеристик нових та капітально існуючих будівель, що ремонтуються, введення сертифікації енергоефективності будівель та проведення регулярних оглядів систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

На рис. 2.1 приведений зразок українського енергетичного сертифіката.

Саме Директиви 2002/91/WE EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) та зміни в Директиві 2010/31/EU, що стосуються енергетичної характеристики будинків передбачають введення з 2021 року на території ЄС будинків з дуже низькою потребою в енергії та їх максимального забезпечення енергією з ВДЕ.

Енергетичний сертифікат будівлі має бути доступним для огляду жильців, які мешкають ці будівлі, нести максимум інформації щодо класу енергоефективності, викидів парникових газів (вуглекислого газу). При цьому в сертифікації наводиться інформація про функціональне призначення будівлі, її назва, поверховість, інформацію про енергоаудитора, загальну площу.

Адреса→
Найменування будівлі→

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	<input type="text"/>
A	
B	
C	
D	
E	
F	
Низький рівень енергоефективності	
G	
Питоме споживання енергії на опалення, гаряче водопостачання, охолодження будівлі, кВт*год/м ²	
Питоме споживання первинної енергії, кВт*год/м ² за рік:	
Питомі викиди парникових газів кг/м ² за рік:	
Серія та номер кваліфікаційного атестата енергоаудитора:	

←Відомості про функціональне призначення і конструкції будівлі, кількість поверхів, обсяг і загальна площа

←Клас енергоефективності

← Споживання енергетичних ресурсів:
• опалення приміщень;
• гаряче водопостачання;

←Викиди CO2

Інформація про енергоаудитора→

Рис.2. 1. Оновлений зразок енергетичного сертифіката будівлі.

Кожний клас енергетичної ефективності має свій колір у форматі RGB: клас А - темно-зеленим (50; 160; 110); клас В - зелений (150; 200; 60); клас С - бірюзовий (190; 230; 190); класу D - світло-жовтий (250; 200; 150); класу Е - темно-жовтий (250; 200; 40); клас F - жовтогарячий (250; 150; 50); класу G - червоний (240; 50;

50). В Україні енергетичний сертифікат є обов'язковим для об'єктів будівництва (нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту) з класом наслідків (СС2) та (СС3), будівель, в яких надається державна підтримка для термомодернізації, або вони належать до державної та комунальної власності, у яких розміщені органи виконавчої влади, займають понад 250 м² метрів опалюваної площі.

Закон щодо обов'язкової сертифікації будівель вимагає розмістити витяг з енергетичного сертифікату в доступному для ознайомлення громадян місці будівлі. У Законі обов'язкової сертифікації будівель зазначено, що державні органи, обласна, міська влада та ОСББ повинні зробити термомодернізацію будівель. За підрахунками, це дозволить зменшити комунальні платежі від 30 до 70%. Загальна економія ресурсів складе: з заміною котла і батареї — 25%, з утепленням стін — 15%, з заміною вікон та утепленням даху — 5%. Термомодернізація включає: сертифікацію, аудит, розробку проектно-кошторисної документації та ремонтні роботи. Для ОСББ діє програма «Енергодім», спрямована на підвищення енергоефективності будівель.

Посилюється значення і підвищується якість, як енергетичних сертифікатів будівель, а також контролю за інженерними системами будівель. Показники енергетичних характеристик будівель, зазначені у сертифікатах, повинні будуть наводитися в рекламних оголошеннях, що впливатиме на вартість під час продажу будівель та встановлення орендної плати. Енергетичний паспорт будівлі стане більш інформативним та міститиме рекомендації по наявності додаткових можливостей економії енергії. Країни-члени ЄС також мають створити національні незалежні контролюючі системи та повинні вводити штрафи за невиконання вимог.

До основних нормативно-правових актів України щодо енергетичної сертифікації будівель відносяться:

1. ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель»
2. Наказ Мінрегіону «Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель» від 11 липня 2018 року № 169
3. Наказ Мінрегіону «Про затвердження Порядку проведення сертифікації

енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката» від 11 липня 2018 року № 172.

4. Наказ Мінрегіону «Про затвердження Порядку здійснення незалежного моніторингу енергетичних сертифікатів» від 18.10.2018 року № 276

5. Постанова КМУ «Про затвердження переліку будівель промислового та сільськогосподарського призначення, об'єктів енергетики, транспорту, зв'язку та оборони, складських приміщень, на які не поширюються мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель та які не підлягають сертифікації енергетичної ефективності будівель» від 11 квітня 2018 року № 265 пункт 6 частини першої статті 1 ЗУ «Про енергетичну ефективність будівель»

Енергетичний сертифікат - електронний документ встановленої форми, в якому зазначено показники та клас енергетичної ефективності будівлі, наведено сформовані у встановленому законодавством порядку рекомендації щодо його підвищення, а також інші відомості щодо будівлі, її відокремлених частин, енергетичну ефективність яких сертифіковано.

За даними Спільного дослідницького центру Єврокомісії Україна у 2019 році продовжила скорочувати викиди CO₂. В 2019 році викиди склали 196 млн т, в 2018-му вони були на рівні 203 млн т, а у 1990 році — 783 млн т. Якщо в 2020 році викиди на душу населення становили майже 4,5 т на рік, то у 1990 році вони перевищували 15 т. В країнах ЄС разом з Великобританією середній показник становив 6,5 т.

Європарламент закликає ЄС якнайшвидше, але не пізніше 2050 року, подати стратегію досягнення кліматичної нейтральності на розгляд Конвенції ООН про зміну клімату. Європарламентарі закликають Європейську комісію включити цільовий показник скорочення викидів парникових газів на 55% до 2030 року до європейського «Зеленого договору».

Таблиця 2.3 Порівняльні глобальні індекси зеленої економіки і індекси низьковуглецевої економіки.

Глобальний індекс «зеленої» економіки (2018 р.)			Індекс низьковуглецевої економіки (2019 р.)		
Рейтинг	Країна (територія)	Результат	Рейтинг	Країна	Інтенсивність викидів вуглецю
1	Швеція	0,7608	1	Франція	107
2	Швейцарія	0,7594	2	Велика Британія	128
3	Ісландія	0,7129	3	Італія	131
4	Норвегія	0,7031	4	Бразилія	137
5	Фінляндія	0,6997	5	Індонезія	154
6	Німеччина	0,6890	16	Саудівська Аравія	365
7	Данія	0,6800	17	Китай	378
8	Тайвань	0,6669	18	Південна Корея	387
9	Австрія	0,6479	19	Росія	402
10	Франція	0,6405	20	ПАР	519
120	Україна	0,3813			

За підрахунками МЕА, обсяг викидів CO₂ вугільними ТЕС світу становить 1,1 кг/(кВт·год), у країнах ЄС – 0,868 кг/(кВт·год), а за усередненими даними на застарілих вітчизняних ТЕС викидається до 1,4 кг CO₂ на 1 кВт·год. За електроенергетичним сектором найбільшим емітентом парникових газів в атмосферу слідує цементна промисловість.

Висновки до розділу 2

В 2022 році втратили юридичну силу ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель», які були замінені новими ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» і в одночасі забезпечили зростання нормативних показників на 20% та наблизили їх показники до вимог країн ЄС.

З 2007 року в Україні введена енергетична паспортизація житлових і громадських будівель. Складання енергетичного паспорта об'єктів до 2009 року

було факультативним. З 01.01.2009 року енергетичний паспорт є обов'язковою частиною проектної документації для житлових і громадських будівель в умовах нового будівництва та реконструкції.

Серед найдосконаліших національних рейтингових систем оцінки будівлі відносять американську – LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design), англійську – BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), німецьку – DGNB. англійську – BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), німецьку – DGNB.

3 ВИРОБНИЦТВО ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СТІНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Структурні зміни виробництва стінових матеріалів та теплотехнічний розрахунок стіни будинку.

У зв'язку з підвищенням нормативних вимог до термічного опору огорожувальних конструкцій традиційні стінові матеріали через високу їх теплопровідність та енергоємність виробництва втрачають свої позиції на будівельному ринку і це стосується особливо керамзитобетону. Відбулась фізична ліквідація багатьох підприємств з виробництва керамзитового гравію. В Україні залишилось лише 4 заводи, які працюють не ритмічно [27].

За даними [16] застосування стінових матеріалів з пористих бетонів забезпечує зниження вартості: фундаментів до 30%, енерговитрат на опалення будівель до 35%, транспортних витрат до 30%, вартості одного квадратного метра житла до 20%.

Промисловість будівельних матеріалів, особливо виробництво цементу, вапна, арматури, стінових матеріалів потребує значних затрат енергії. В будівельній галузі використовується 10% продукції машинобудування, 20% прокату чорних металів, 40% лісоматеріалів, галузь споживає вироби хімічної промисловості (лаки, фарби, пластмаси) [28].

Автоклавний газобетон має низьку енергоємність виробництва та високі теплоізоляційні властивості. Енергоємність його виробництва становить – 320 кВт•год/м³, при виробництві повнотілої цегли – 900 кВт•год/м³ та пустотної – 600 кВт•год/м³ [29]. В житловому будівництві України визначилися стійкі тенденції до зростання долі малоповерхового житла, по аналогії з країнами ЄС, США, Канади, де його доля в загальному обсязі житла складає 75-80%. Будівництво малоповерхового житла потребує в рази більше будівельних матеріалів, і на сам перед, стінових матеріалів.

Автоклавний газобетон на сьогодні визнаний, як найбільш перспективний стіновий матеріал в країнах СНД та деяких країнах ЄС. В ньому поєднані високі конструктивно-теплоізоляційні властивості, а за екологічними показниками він наближений до деревини [30].

Зростання цін на енергоносії та нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій будівель дало поштовх до збільшення виробництва автоклавного газобетону. В табл.3.1 наведені порівняльні характеристики стінових матеріалів [31].

Таблиця 3.1 Технічні властивості автоклавного газобетону ТОВ «Аерок».

Марка	Густина, кг/м ³	Клас міцності на стиск	Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані Вт/м·°C	Коефіцієнт теплопровідності в умовах експлуатації Вт/м·°C	Марка морозостійкості, циклів, не менше	Усадка при висиханні, мм/м не більше
D150	150	C035	0,05	0,055	Не норм	Не норм
D300	300	<C1,5 (2,5 МПа)	0,08	0,09	F100	0,47
D400	400	C2,5	0,1	0,125	F100	0,3
D500	500	C2,5	0,12	0,142	F100	0,3

Таблиця 3.2 Порівняльні показники виробництва та основних властивостей стінових матеріалів.

Показник	Од. вим.	Цегла		Керамзитобетон	Газобетон
		глиняна	сілікатна		
Щільність	кг/м ³	1550-1700	1700-1950	900-1200	300-600
Теплопровідність	Вт/м·°C	0,6-0,95	0,85-1,15	0,75-0,95	0,08-0,15
Питомі витрати умовного палива	кг.ум.п./тис. шт. ум. цегли	246	60-80	35	20-40
Питомі витрати електроенергії	кВт·год/тис шт ум. цегли	80-82	36-38	30-32	20-35

Відбулись кардинальні зміни в асортименті виробництва традиційних підгалузей промисловості будівельних матеріалів. Виробництво традиційної глиняної цегли, катастрофічно скоротилось (рис.3.1).

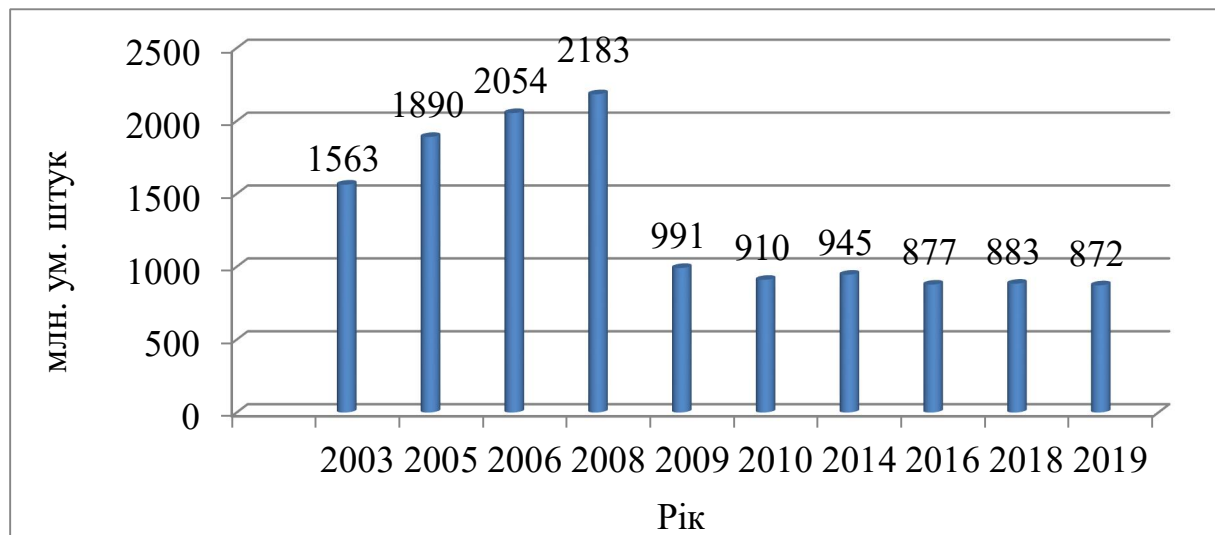



Рис. 3. 1 Динаміка виробництва невогнетривкої глиняної цегли.







Чи не найбільшою перевагою виробництва автоклавного газобетону є низька енергоємність його виробництва в порівнянні з традиційними стіновими матеріалами. Багаторічний досвід виробництва автоклавного газобетону показав, що енерговитрати на його виробництво становлять $320 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$, а при виробництві повнотілої цегли необхідно витратити $900 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$, пустотної - $600 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$ [29].

Як видно з табл. 3.3 за теплофізичними показниками та енергоємністю виробництва автоклавний газобетон значно перевищує традиційні стінові матеріали.

Таблиця 3.3. Номенклатура стінових блоків і перегородок

№пп	Назва виробу	Зовнішній вид виробу
1	Блок із захопленням для рук та унікальною системою кладки паз-гребінь	

Продовження таблиці 3.3.

№пп	Назва виробу	Зовнішній вид виробу
2	Прямий блок з захватами для рук	
3	Прямий блок без захвата для рук	
4	Блок с унікальною системою кладки паз-гребень	
5	Блок с захватом для рук і системою кладки паз-гребень	
6	Прямий блок для перегородок	
7	U-Блоки для влаштування перемичок, монолітних поясів і балок, опорних стовбців	

На рис.3.2 приведена динаміка зростання виробництва автоклавного газобетону в Україні. З 2000 року обсяг його виробництва зріс в 46 раз.

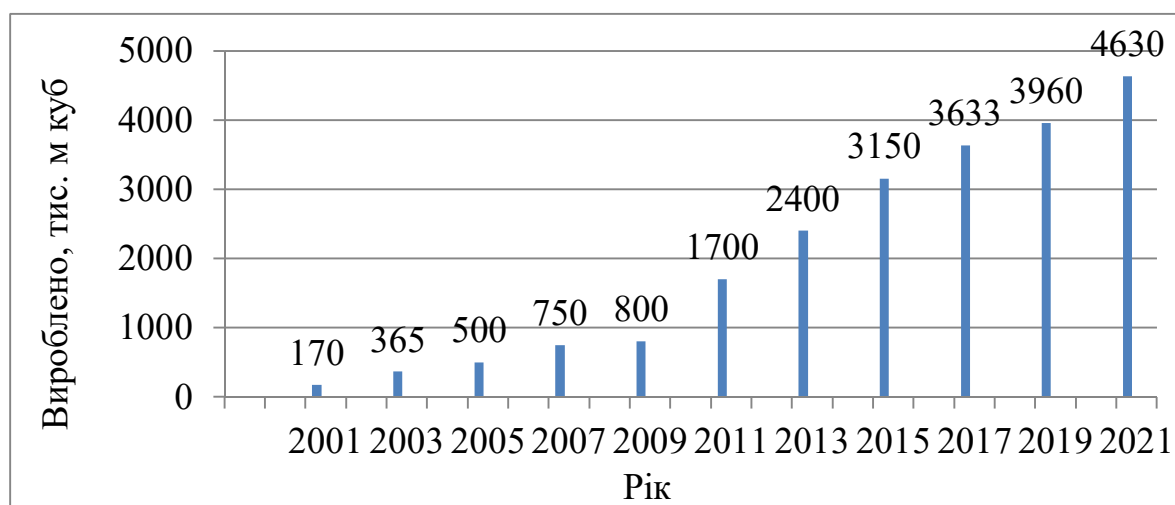


Рис. 3.2. Динаміка виробництва автоклавного газобетону в Україні.

Враховуючи зростання вартості енергоносіїв (вугілля, природний газ), які необхідні для випалу глиняної цегли, керамзитового гравію, саме ніздрюватий бетон буде займати лідируючі позиції, в якості стіновий матеріал при будівництві малоповерхових будинків та висотних каркасно-монолітних та збірних будинків.

Таблиця 3.4. Теплоізоляційні властивості автоклавного газобетону відповідно 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	0,50	0,055
D 250	220–270	C0,5	0,72	0,065
D 300	270–320	C0,75	1,06	0,08
D 350	320 - 370	C1,0	1,45	0,09

Газобетон «Multipor» марки D100-115 - це мінеральний екологічно чистий утеплювач придатний для внутрішнього і зовнішнього утеплення. В Європі виробляється лише декілька років, але за цей час здобув популярність у споживачів завдяки своїм унікальним експлуатаційним характеристикам [20].

За даними [32] застосування стінових матеріалів з пористих бетонів забезпечує зниження вартості: фундаментів до 30%, енерговитрат на опалення будівель до 35%, транспортних витрат до 30%, вартості одного квадратного метра житла до 20%. Зростання цін на енергоносії та нормативних вимог термічного опору огорожувальних конструкцій будівель дало поштовх до збільшення виробництва автоклавного газобетону.

3.1.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни будівлі

З 1 вересня 2022 року набули чинності нові ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». Збільшені показники термічного всіх складових оболонки будівлі приблизно на 20%.

В табл. 3.5 приведені порівняльні показники термічного опору огорожувальних конструкцій ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» та нових ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

Таблиця 3.5. Порівняльні показники мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі (R) огорожувальних конструкцій будівель.

Огороджувальні конструкції, термічний опір, R (м ² • К / Вт)_	ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель		ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель	
	Зовнішні стіни	3,3	2,8	4,0
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

При незмінному стаціонарному тепловому потоці кількість теплоти Q (питома), що проходить через 1 м² однорідної огорожувальної конструкції нормально до її поверхні за одиницю часу, визначають за рівнянням Фур'є для теплопровідності:

$$Q = \lambda \cdot \frac{\tau_v - \tau_z}{\delta}, \quad (1)$$

де δ – товщина однорідної конструкції, м; τ_v , τ_z – значення температур на внутрішній та зовнішній поверхнях відповідно, °С. Таким чином, чим більше різниця температури на зовнішній і внутрішній поверхні стіни, чим більше теплопровідність матеріалу стіни і менше його товщина тим більше теплової енергії втрачає стіна.

Відношенням товщини δ шару до коефіцієнта теплопровідності матеріалу λ , називають тепловим (термічним) опором шару R і визначають за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \text{ де } i - \text{ номер шару матеріалу.} \quad (2)$$

Опір теплопередачі всієї огорожувальної конструкції (термічно однорідної непрозорої) розраховують за формулою.

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_з} \quad (3)$$

де $\alpha_в, \alpha_з$ – коефіцієнти теплообміну (тепловіддачі) внутрішньої і зовнішньої поверхонь конструкції з внутрішнім та зовнішнім повітрям, Вт / (м² · К) [1, додаток Б].

Опір теплопередачі конструкції R_{Σ} має бути не меншим від мінімально допустимого значення опору $R_q \text{ min}$.

При проектуванні теплоізоляційної оболонки будинку у вигляді багатошарових конструкцій теплоізоляційні матеріали для термічно неоднорідної конструкції розраховують приведений опір теплопередачі $R_{пр}$ та порівнюють з мінімально допустимим. Теплоізоляцію слід розташовувати з зовнішньої сторони огорожувальної конструкції для запобігання накопичення в ній вологи; не наскрізні теплопровідні включення – ближче до теплої сторони огороження. Теплоізоляційні матеріалами мають мати коефіцієнт теплопровідності не більше 0,35 Вт / (м · К), хоча таке значення є завищеним.

Оптимальна товщина вентилярованих прошарків у стінах становить від 60 мм до 100 мм, у покриттях – від 40 мм до 60 мм, довжина – не більше 24 м, а нахил покрівлі – не менше 6 %. Шари конструкції, що розташовані між повітрогідрозахисним шаром та зовнішньою поверхнею конструкції, в розрахунку не враховуються.

Розрахунок термічного опору стіни.

1. Район будівництва знаходиться в І-й температурній зоні (див. додаток А).

2. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішньої стіни для першої температурної зони становить $R_q \min = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ (табл.1).
3. Розрахункові значення температури (Додаток Б, табл. Б.4) й відносної вологості повітря в приміщеннях житлового будинку дорівнюють $t_{в} = 20^\circ\text{C}$ та $\varphi_{в} = 55\%$ відповідно. (Додаток Б, табл. Б 2).
4. Вологісний режим – нормальний (Додаток Б,табл. Б.2), тому вологісні умови експлуатації матеріалів шарів зовнішньої стіни.

Саме через високу енергоємність виробництва і низькі теплофізичні властивості традиційні стінові (цегла глиняна, керамзитобетон) зникає з будівельного ринку. Заміною цим матеріалам стає автоклавний газобетон, полістиролобетон, різноманітні сандвіч панелі, комбіновані стінові блоки з термовкладищами, стіни з незнімною опалубкою та інші матеріали. Для облицювання стін використовується кlinkерна цегла та інші облицювальні матеріали. Використовуються «мокрі» та «сухі» технології утеплення стін. В останні роки в новому будівництві та при термомодернізації застарілих будинків швидко поширення отримали вентилязовані фасади. В табл. 3.2 приведені основні функціональні властивості стінових конструкцій (традиційна стіна з глиняної, силікатної цегли -0,51 м, керамзитобетону – 0,4 м, автоклавного газобетону різної густини, утеплювачів та звичайного важкого бетону. В табл..3.6 узагальнені властивості стінових матеріалів.

Таблиця 3.6 Розрахункові теплофізичні показники матеріалів шарів стіни.

№ шару	Матеріал стіни	Густина, $\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Товщина, $\delta, \text{м}$	Коеф. тепло-пр, $\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	Терм. опір шару, $R = \frac{\delta}{\lambda},$ $\text{м}^2 \cdot \text{К}$
1	2	3	4	5	6
1	Штукатурка вапн. пісчана	1600	0,02	0,81	$\frac{0,02}{0,81} = 0,025$
2	Газобетон D300	300	0,4	0,09	$0,4/0,09=4,4$

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6
1	Газобетон D350	350	0,4	0,1	0,4/0,1=4
2	Газобетон D400	400	0,4	0,11	0,4/0,11=3,64
2	Газобетон D500	500	0,4	0,15	0,4/0,15=2,66
3	Цегла глин.	1700	0,51	0,8	0,51/0,8=0,64
3	Цегла глин. пуст.	780	0,51	0,56	0,51/0,56=0,91
4	Цегла силікатна	1900	0,51	1	0,51/1=0,51
5	Керамзитобетон (старі будівлі)	1400	0,4	0,52	$\frac{0,4}{0,51} = 0,784$
6	Важкий бетон	1900	0,25	1,95	0,12
7	Мінеральна вата	200	0,15	0,053	$\frac{0,15}{0,053} = 2,83$
8	Пінополістирол	35	0,15	0,04	3,75
9	Штукатурка цем. пісч.	1600	0,01	0,93	$\frac{0,01}{0,93} = 0,011$

Теплозахисні властивості мають забезпечити товщину утеплювача δ_3 , за якої опір теплопередачі R_Σ зовнішньої стіни буде не меншим мінімально допустимого значення опору теплопередачі відповідно до вимог чинних БДН.

$$R_\Sigma \geq R_q \text{ min}$$

$$R_\Sigma = \frac{l}{\alpha_в} + R_1 + R_2 + \frac{\delta_{утепл}}{\lambda_{утепл}} + R_4 + \frac{l}{\alpha_з} \quad (2)$$

де $\alpha_в = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$, $\alpha_з = 23 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь стіни відповідно. Внесок коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь стіни є незначним ($1/8,7 + 1/23 = 0,15$) саме тому забезпечення термічного опору стіни приходить на матеріал самої стіни та додаткову теплоізоляцію.

З узагальнених даних приведених в табл. видно, що при товщині стіни 0,4 м з газобетону марки D300 D350 без додаткового утеплення з запасом навіть без

врахування додаткового термічного опору зовнішньої і внутрішньої штукатурки виконується вимога $R_{\Sigma} \geq R_{q \text{ min}}$, при товщині стіни 0,51 м з глиняної, силікатної цегли необхідне додаткове утеплення, стіна з керамзитобетону густиною 1400 кг/м³ товщиною 0,4 м також потребує утеплення.

3.2 Влаштування енергоефективних газобетонних U-блоків для віконних перемичок

Сучасні заводи по виробництву автоклавного газобетону виготовляють газобетонні перемички з газобетону D500 і класом міцності C2,5.

Газобетонні перемички D500 з внутрішнім армуванням використовуються при перекритті отвору в стінці з газоблоків. Перемички монтуються, як однопрогонові балки, які можуть приймати симетрично розподілені великі навантаження. Особливістю газобетонних перемичок є те, що, крім основної несучої функції, вони забезпечують відмінну теплоізоляцію без використання додаткового утеплення. Армовані газобетонні перемички дозволяють уникнути появи містків холоду, які створюють залізобетонні перемички.

Вони дають змогу отримати однорідну підставу для штукатурення по всій поверхні стіни при забезпеченні однакового термічного опору всієї стіни.

При підйомі перемичок слід користуватися краном або іншим підйомно-транспортним механізмом із стрічковими стропами або і за допомогою м'язової сили.

По ширині перемичка підбирається відповідно ширини стінового блоку. По висоті перемички підбираються відповідно висоті одного блоку (200 або 250 мм) або відповідно висоті двох блоків (400 мм або 500 мм). Можливе використання одночасно двох перемичок з сумарною товщиною рівною товщині стіни.

В 2015 році введений в дію ДСТУ - Н Б В.2.6-202:2015 Настанова з проектування та влаштування конструкцій будівель із застосуванням виробів із ніздрюватого бетону автоклавного тверднення [33].

Роботи із заливки бетону можуть виконуватися за місцем кладки із застосуванням тимчасової монтажної опалубки або на рівні землі з подальшим монтажем в проектне положення. В останньому випадку через вагу і довжину перемички може знадобитися залучення вантажопідйомної техніки для монтажу готової балки. Для кращої теплоізоляції бічна стіна U-блоку, що має велику товщину, повинна перебувати з зовнішнього боку. Можна з зовнішнього краю порожнини розмістити шар теплоізоляції товщиною 50-70 мм.(рис.3.3).

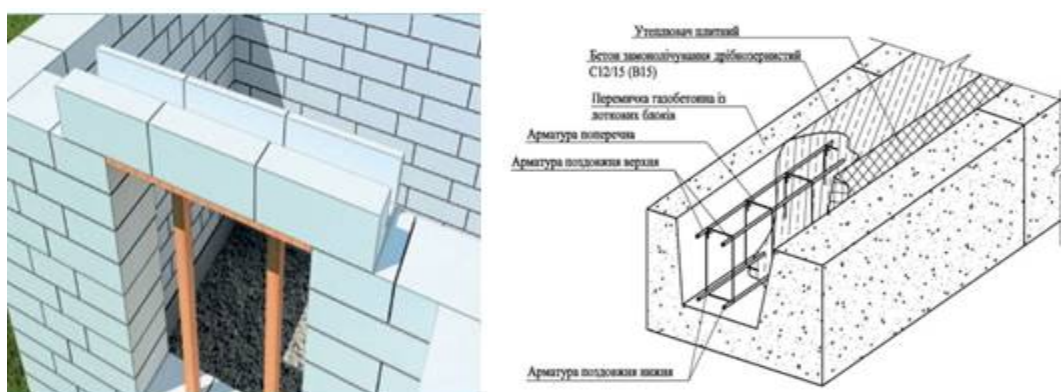


Рис. 3.3. Фрагмент збірно-монолітної конструкції віконної перемички з використанням газобетонних U-блоків.

Перемички повинні спиратися не менше ніж на 250 мм кладки, рекомендується 300 мм. У разі довгих перемичок може виникнути необхідність ще більше збільшити довжину опорної поверхні. Кладка опорної подушки виконується тільки цілими блоками. Шви між блоками повністю заповнюються клейовим розчином (щоб не допустити утворення пустот). Несуча здатність цих перемичок завжди більше і для них характерні менші прогини. По ширині перемичка підбирається відповідно ширини стінового блоку. По висоті перемички підбираються відповідно висоті одного блоку (200 або 250 мм) або відповідно висоті двох блоків (400 мм або 500 мм).

Використання таких перемичок усуває втрати тепла, вони користуються популярністю в країнах ЄС, в Україні в силу існуючої практики використовуються важкі збірні залізобетонні перемички.

Вказівки по виконанню робіт при застосуванні газобетонних перемичок.

Глибина обпирання U-блоку на стіну повинна бути не менше 200мм. При перекритті прольотів шириною більше 2 м глибина обпирання повинна бути збільшена до 250 мм. Ширина і висота U-блоків відповідають розмірам рядових стінових блоків.

Підбір арматури і бетону для заповнення U-блоків залежить від довжини перемички і навантаження, що припадає на цю ділянку кладки. З AEROC U-блоку можна сформувати перемички будь-якої довжини.

Для роботи на землі на рівній поверхні складіть з U-блоків балку потрібної довжини. У лоток, утворений порожниною зістиківаних U-блоків, встановіть арматурний каркас. Арматура має бути встановлена так, щоб шар бетону міг захистити її з усіх боків.

Встановлення U-блоків

Встановлюють U-блоків на потрібному рівні на балку необхідної довжини. Проклеюють вертикальні стики між ними клеєм, монтується таким чином, щоб не утворювались порожнини, монтується, арматурний каркас, порожнина заповнюється бетоном, ущільнюється бетон (або використовується самоуплотнююча суміш з сухих сумішей), загладьте поверхню бетону на одному рівні з верхнім обрізом кладки. Для роботи із застосуванням монтажної опалубки на верхній позначці отвору встановлюються тимчасові підпори (опалубку з дощок або металевих профілів), по ній монтуються U-блоки.

Економічна ефективність використання газобетонних перемичок повної заводської готовності і збірно-монолітних полягає:

- усунення містків холоду;
- зменшення затрат на будівництво;
- економія енергетичних ресурсів.

Вказівки щодо технології будівельного процесу зведення стін.

Для зведення стін із газобетонних блоків на 2-поверховий житловий будинок потрібен комплексний процес, який складається з заготівельних, транспортних і монтажних-укладальних процесів.

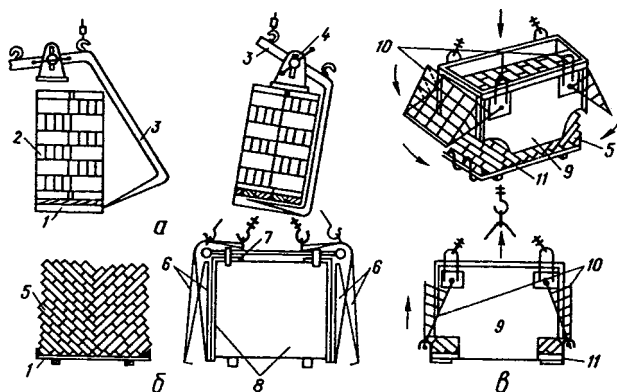
Заготівельні процеси складаються з виготовлення арматурних і анкерних елементів і деталей, риштувань, пристроїв для облаштування робочих місць мулярів, приготування кладочних розчинів і бетонної суміші, а також процесів що підвищують ступінь їх готовності до застосування.

Транспортні процеси - це транспортування з місць виготовлення до будівельного майданчика або до місць складування стінових блоків, цегли, перемичок, арматурних виробів, розчину й т.д., а також подавання їх до робочого місця мулярів.

Монтажно-укладальні процеси складаються з основного й допоміжного процесів. Основний процес (укладання каменів на розчині) складається з сукупності робочих операцій: установлення порядовок, натягування причалок, розкладання шаблонів-рамок або джгутів для забезпечення горизонтальності й прямолінійності рядів кладки та товщини горизонтальних швів; пробудження розчину в ящиках для забезпечення однорідності й пластичності, подавання його на стіну, розстилання й розрівнювання; подавання й розкладання цегли на стіну. Допоміжний процес включає контрольні-вимірні операції й робочі операції з улаштування риштувань та пристроїв для забезпечення безпечних і нормативних розумів праці - освітлювальні й електричні пристрої, тимчасові огорожі й пристрої, що уловлюють падаючі предмети, та інші пристрої.

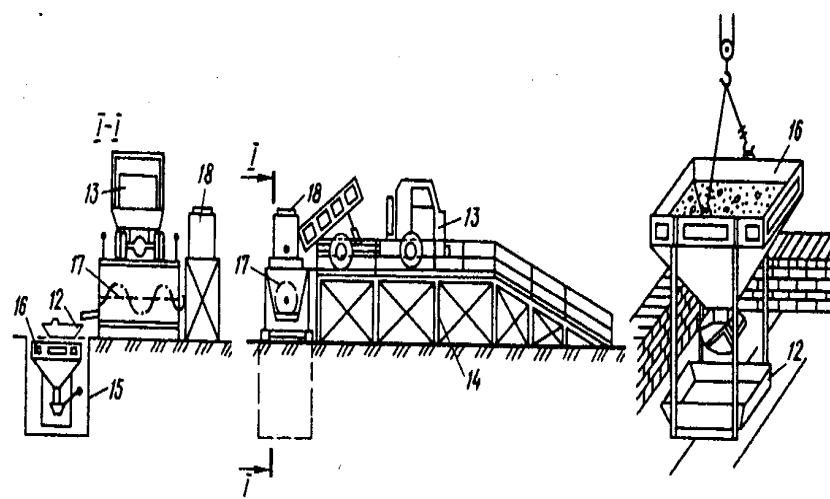
Стінові блоки розміщуються на спеціальних піддонах, а перемички для дверних і віконних прорізів, укладають пошарово на дерев'яні бруски, транспортуються з місця виготовлення до будівельного майданчика автомобільним транспортом загального призначення. При розвантаженні, та подачі блоків до робочого місця

стропують стропами, вилковим підхватом, підхват-футляром або захоплювачем-футляром.



У межах поверху, пакети з цеглою переміщують за допомогою візків-штабелерів. Закладні деталі, арматурні вироби, анкерні вироби й заготівлі постачають і подають до робочих місць у спеціальних контейнерах та касетах.

Розчин для кам'яної кладки на сьогодні переважно виготовляється на місці будівництва. Раніше він привозився на об'єкт, вивантажвався у приймальний бункер приймально-змішувальної установки, де повторно перемішується й потім видавався в роздавальні бункери або розчинні ящики, які подавались за допомогою крана до робочих місць.



12-ящики; 13-автосамоскид; 14-естакада; 15-прямок; 16-розподільний бункер; 17-шнековий змішувач; 18-бак для розчину поташу

1-піддон на брусах; 2-пакет блоків з перехресною укладкою; 3-вилковий підхват; 4-притискач; 5-«ялинковий пакет цегли»; 6-важелі підхват футляра; 7-трубчаста рама; 8-бокаві стіни; 9-футляр; 10-захоплювач; 11-піддон з гаками;

При кладці стін і перегородок на 2-му поверсі застосовують блокові й шарнірно-панельні помости, з відкидними опорами, що дає змогу змінювати їх висоту від 1 до 2м, які встановлюють на перекриття, а також

Мурування перегородок в межах поверху, де немає змоги поставити помости, другий і третій ярус виконується з підлісків, які в свою чергу поділяється на напівяруси. Застосування підлісків дає можливість

муляру 70% робочого часу вести роботи в оптимальній зоні і в зручному для муляра положенні.

При муруванні стін, робоча зона мулярів складає 600-650мм завширшки. Зона складування матеріалів відповідає ширині пакетів з цеглою і ящиків з розчином, як вказано на рис. 3.4.

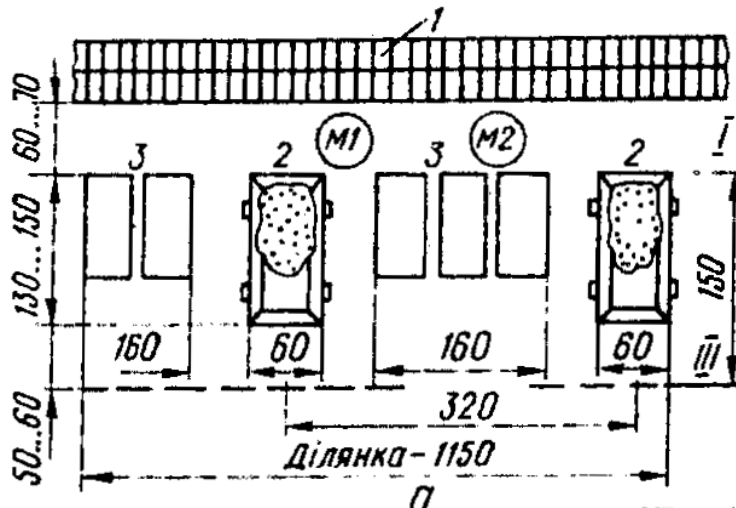


Рис. 3.4 Робоче місце мулярів. Де: М-1;М-2-розміщення мулярів 1-стіна що зводиться ; 2- ящики з розчином ; 3- пакети з стіновим блоками.

Подача розчину на робочі місця мулярів виконується з роздавального бункера, який транспортується краном до робочих місць мулярів.

Процес мурування стін виконується ланкою «двійка» і розподіляється наступним чином. При муруванні зовнішньої версти муляр М1 переставляє і натягує причалку, виконує мурування верстових рядів і частково вкладає забутку. Муляр М2 допомагає муляру М1 встановити причалку, подає на стіну розчин, а в вільний час допомагає вести мурування забутки. При муруванні внутрішньої версти виконуються ті ж самі дії тільки в зворотному напрямку, мурування простінків ланка «двійка» виконує одночасно на всій ділянці.

Вивантаження на будівельному майданчику, а також подача на другий поверх риштування, розчину, цегли, перемичок, ящиків, арматурних виробів і т. ін., здійснюється за допомогою крана КТА-50.

Вибір монтажного крана

Висота будинку $h_1 = 4+3+0,5=7,5\text{м}$.

Висота риштування, пакетів з цеглою в захват-футлярі (найбільша) $h_2= 1.7\text{м}$

Відстань від верхньої відмітки до низу вантажу $h_3=0.5\text{м}$.

Висота вантажозахватних строп $h_4 =4.5\text{м}$.

Відстань від вісі обертання крана до будинку $4,2\text{м}$.

Ширина будинку $b_H = 13,7\text{м}$.

Необхідна висота піднімання:

$$H_{\Gamma} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

$$H_{\Gamma} = 7,5 + 1,7 + 0,5 + 4,5 = 14,2\text{м}$$

Необхідний виліт стріли: $L=d+b_H$

$$L=4,2+13,7=17,9\text{м}$$

Відхилення кладки

Кладка стін не повинна мати відхилень, що перевищують зазначені допуски:

Відхилення:

по розмірах (товщині) конструкцій у плані-	15
по оцінках опорних поверхонь-	-10
по ширині простінків-	-15
по ширині прорізів-	+15
по зсуві вертикальних осей віконних прорізів-	20
по зсуві осей конструкції-	10

Відхилення поверхонь і кутів кладки від вертикалі:

на один поверх-	10
на весь будинок висотою більше двох поверхів-	30

Відхилення рядів кладки від горизонталі на 10м:

довжини стіни-	15
----------------	----

Нерівності на вертикальній поверхні кладки, виявлені

Схема операційного контролю якості

Допуски та відхилення.

При операційному контролі перевіряють дотримання технологій виконання кладочних операцій; відповідність кам'яних робіт робочої документації,

будівельним нормам, правилам і стандартам – правильність перев'язування швів, геометричні розміри конструктивних елементів кам'яної кладки, горизонтальність рядів, товщину і заповнення швів тощо.

Вказівки що до заходів геодезичного контролю

Для збереження прямолінійності стін і товщини рядів в процесі зведення, застосовується причалка-шнур .

Вертикальність мурування кутів простінків і стовпів перевіряється за допомогою виска. Горизонтальність рядів укладання перевіряється правилом і рівнем.

Порядовки встановлюють під нівелір на всіх кутах, примикання і перетинаннях стін, а також через кожні 12 м на їхніх прямих ділянках. На порядовки за допомогою нівеліра, гнучкого водяного рівня або спеціальних лазерних приладів виносять позначки низу віконних прорізів, перемичок, перекриттів і покриттів сходових площадок та інших елементів, монтаж (укладка) яких пов'язаний з кладкою стін і перегородок.

Причалку натягують між повзунками порядовок або причальними скобами і переміщують за ходом кладки вгору для чого пересувають повзунки або переставляють скоби.

Склад бригади

На другому поверсі процес зведення стін із блоків здійснюється шістьма мулярами 3-го розряду. Працюють муляри ланками «двійка».

Підйомно- транспортні операції здійснюють чотири такелажника, два з яких частково знаходяться на поверсі, де виконуються роботи по зведенню стін із цегли. В їх функції входить: вивантаження з бункерів розчину, складування на поверсі цегли, ящиків під розчин і т. ін., а також допомога тесляру у влаштуванні та демонтажу інвентарних риштувань.

При виконанні кам'яних робіт необхідно дотримуватись вимог охорони праці. При переміщенні і подачі на робоче місце вантажопідйомними кранами блоків, потрібно застосовувати піддони контейнера та вантажозахватуючі пристрої, виключаючи падіння вантажу при підйомі.

При кладці стін на висоту до 0.7м від робочого настилу і відстані від його рівня за будуємою стіною до поверхні землі (перекриття) більше 1.3 м необхідно застосовувати засоби колективного захисту чи запобіжні пояси. Не допускається кладка зовнішніх стін товщиною до 0.75м в положенні стоячи на стіні. При товщині більше 0.75м дозволяються виконувати кладку на стіні, застосовуючи запобіжний пояс закріплений за спеціальне страховочне місце.

Висновки за розділом 3

Як відомо стрімке скорочення виробництва традиційних стінових матеріалів (керамічної, силікатної цегли, керамзиту) пов'язана зі зростанням вартості енергоносіїв - кам'яного вугілля, природного газу.

Енерговитрати на виробництво газобетону становлять 320 кВт · год / м³, виробництво повнотілої цегли потребує 900 кВт · год / м³, пустотної - 600 кВт · год / м³. Крім того, стіни з таких матеріалів потребують обов'язкового утеплення.

Виробництво традиційної глиняної цегли скоротилось в Україні більше ніж в 10 раз, аналогічні тенденції скорочення відбулось і з виробництвом керамзитового гравію і керамзитобетонів.

Основним стіновим матеріалом, який витісняє з будівельного ринку традиційну глиняну, силікатну цеглу і керамзитобетон став автоклавний конструкційно-теплоізоляційний і теплоізоляційний газобетон. Саме високі конструкційно-теплоізоляційні характеристики, низька енергоємність виробництва забезпечують йому переваги перед іншими стіновими матеріалами.

Обсяг виробництва автоклавного газобетону з 2000 року по 2021 рік в Україні зріс в 46 раз. Цей матеріал успішно використовується в малоповерховому і висотному збірно-каркасному і монолітному будівництві.

Зростання обсягів виробництва автоклавного газобетону в умовах сучасних тенденцій збільшення частки малоповерхового житла в загальних його обсягах потребує зростання виробництва не тільки армованих газобетонних виробів, але й спеціальних стінових блоків (U-блоків, T-блоків і O-блоків), які з певним

запізненням через необізнаність з'являються на ринку будівельних матеріалів України.

U-блоки використовуються для влаштування «теплих» перемичок, переважно при влаштуванні монолітних поясів і балок при будівництві малоповерхових будинків.

З переходом до виконання кам'яної кладки з газобетонних блоків з використання цементних клеїв товщиною шва 2 мм і пінополіуретанових клеїв замість традиційних цементно-піскових розчинів забезпечується підвищення термічного опору стіни, зменшуються витрати розчину та в декілька раз зростає продуктивність праці та зменшується трудоємність кам'яної кладки.

Улаштування збірно-монолітного перекриття з використанням газобетонних T-блоків у поєднанні з U-блоками в будівельній практиці європейських країн забезпечує низку переваг порівняно з поширеною вітчизняною практикою використання важких залізобетонних плит перекриття.

Після зведення стін, вони утеплюються і монтується навісний фасад. При використанні облицювальної цегли для влаштування вентиляваного фасаду ці роботи виконуються одночасно.

4 ВЕНТИЛЬОРВАНІ ФАСАДИ В ГРОМАДСЬКИХ І ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ

4.1 Історичні аспекти впровадження вентиляованих фасадів.

У більшості країн світу вимоги до підвищення теплового захисту будівель та споруд, основних споживачів енергії є важливими об'єктами державного регулювання. Ці вимоги розглядаються також з погляду охорони навколишнього середовища, раціонального використання природних ресурсів, скорочення виділення CO₂ та інших шкідливих речовин в атмосферу.

Сектор будівництва відповідальний за 37% загальних викидів вуглецю пов'язаних з енергетикою в усьому світі. За прогнозами, до 2050 року майже 70% населення світу проживатиме в урбанізованій місцевості, що вимагатиме вдвічі більше будівельного фонду.

Від теплотехнічних якостей зовнішніх огорож будівель залежать:

- а) в опалювальних будинках – кількість тепла, що втрачається будинком у зимовий період;
- б) у холодильниках – кількість холоду, що втрачається влітку, а отже, необхідна потужність холодильної установки та вартість експлуатації холодильника;
- в) постійність температури повітря в будівлі у часі при нерівномірній віддачі тепла системою опалення;
- г) захист будівлі від перегріву влітку, особливо у південних районах;
- д) температура внутрішньої поверхні огорожі, що гарантує від утворення на ній конденсату;
- е) вологий режим огороження, що впливає на теплозахисні якості огорожі та її довговічність.

будівлі мати естетичність, зручність обслуговування і доступ ремонту.

Важливе значення теплоізоляції – зовні будівель або усередині приміщень дотримання заходів, що перешкоджають конденсації вологи в огороженні.

Відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 при проектуванні теплоізоляційної оболонки будинку на основі багатошарових конструкцій з внутрішньої сторони конструкцій слід розташовувати шари з матеріалів, що мають більш високу теплоємність, теплопровідність та опір паропроникнення (бетон, камінь, цегла і т.д.).

Існують різноманітні конструктивні рішення фасадів в сучасному будівництві: утеплення «колодязна кладка»; утеплення за допомогою теплоізоляційної фарби; навісний вентиляований фасад; «мокрый» фасад або збірними елементами.(рис 4.1)



Рис 4.1 Варіант облицювання фасадів будівель традиційними і збірними елементами.

В Україні найбільш поширений відносно дешевий «мокрый фасад» або фасад з тонким штукатурним шаром – фасадна система, в якій ефективний утеплювач, пінополістирол або мінеральна вата, які жорстко кріпляться до несучої конструкції стіни з послідуочим нанесенням зовнішнього декоративно-захисного оздоблення штукатурним розчином по скловолонкнистій сітці і послідуочим фарбуванням фасадною фарбою.

Вентильовані фасади почали застосовуватися в Європі з 1950-х років. Навісний вентиляований фасад - це конструкція, сформована з матеріалів облицювання та підлицювальних конструкцій. Вентильований фасад монтується до стіни так, щоб між стіною та декоративним покриттям був присутній повітряний прошарок.(рис. 4.2)



Рис. 4. 2 Принципова схема влаштування вентильційного фасаду.

З метою додаткового утеплення між облицювальними матеріалами і стіною поміщається теплоізоляційний шар, а вентиляційний прошарок залишається між теплоізоляцією та облицювальним матеріалом.

Класифікувати будівлі з вентильованим фасадом можна за кількома критеріями, але найпоширеніший — по зовнішньому облицюванню, а точніше, за видом матеріалу.

Таблиця 4.1 Властивості сучасних конструкційних і теплоізоляційних матеріалів

Матеріал	Теплопровідність Вт / м · °С	Товщина, мм відповідно, $R=3,3\text{м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$	Густина, кг/м ³	Паропроникність, мг/(м г Па)
1	2	3	4	5
Пінополіуретан	0,025	30	40-60	0,04-0,05
Пінополістирол екструдований	0,03	35	35-45	0,015
Пінополістирол	0,05	60	15-50	0,23

Продовження таблиці 4.1

Пінополіетилен	0,045	54	36	0,001
Мінеральна вата	0,047	56	35-150	0,53
Скловолокниста плита	0,056	67	15-100	0,53
Аерогель	0,016		200	
Дерево (поперек Волокон)	0,18	15	500-700	0,06
Газобетон D300	0,09		300	
Газобетон D150	0, 06		150	
Глиняна цегла пустотіла	0,58		1400	0,16
Залізобетон	2,04		2000-2500	0,03

Використання пінополістиролу в якості теплоізоляції навісного вентиляційного фасаду обмежується через горючість і складність проникнення вологи з стіни в повітряний прошарок.

Віддаючи перевагу одному матеріалу перед іншими, слід керуватися не тільки ціною виробів і вартістю робіт по установці, але також враховувати архітектурні вимоги, як самої будови, так і навколишнього середовища. Також існують особливості при виборі матеріалу для багатопверхових громадських будівель, приватних будинків або заміських котеджів.

Широко використовується і в разі потреби поліпшення теплоізоляційних характеристик стін або при реконструкції старих будинків з метою надання їм красивого сучасного і доглянутого вигляду. Для цього виду в підсистемі, найчастіше, використовується дерев'яний каркас, вартість якого значно нижче, ніж у аналогічних спеціалізованих конструкцій.

Одним із бюджетних варіантів влаштування навісного вентиляційного фасаду є влаштування навісного каркасу з дерева, на який кріпиться вініловий

сайдинг. На рис. 4.3 приведен конструктивна схема влаштування навісного вентиляційного фасаду з використання дерева.



Рис.4 3 Варіант навісного вентиляційного фасаду з каркасом з дерева. Де: 1 -вініловий сайдинг; 2-контррейка товщиною 3-5 см; 3- супердифузійна мембрана; 4- мінеральна вата; 5- дерев'яний каркас; 6- стіна

На рис. 4. 4 наведена конструктивна схема утеплення зовнішніх стін з опорядженням збірних систем з використанням тонкошарових і товстошарових штукатурок відповідно до вимог ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією».

Найбільш поширена конструктивна схема збірної системи з опорядженням легкими тонкошаровими штукатуркам. При використанні мінераловатного утеплювача практично відпадає необхідність виконувати повноцінне штукатурне покриття, а використання екструзірованого пінополістиролу не рекомендується через низьку його паропроникність (рис.4.5).

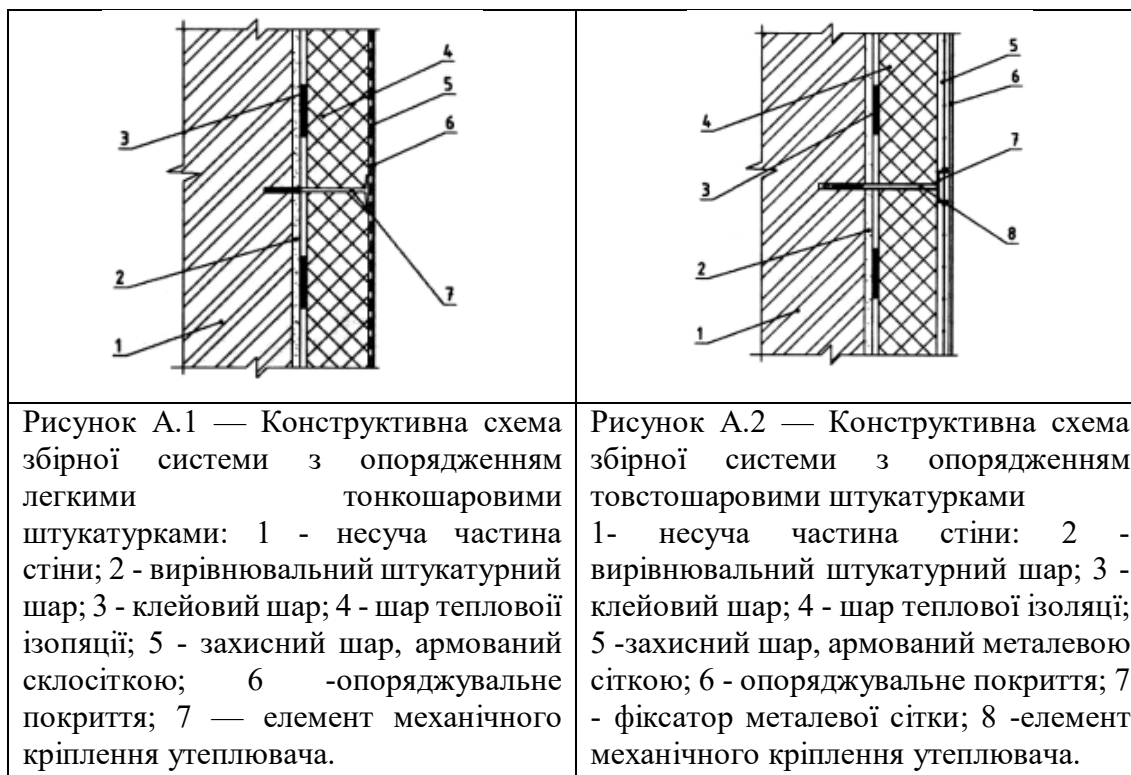


Рисунок 4.4 Конструктивні схеми збірної системи з опорядженням зовнішніх стін легкими тонкошаровими і товстошаровими штукатурками.

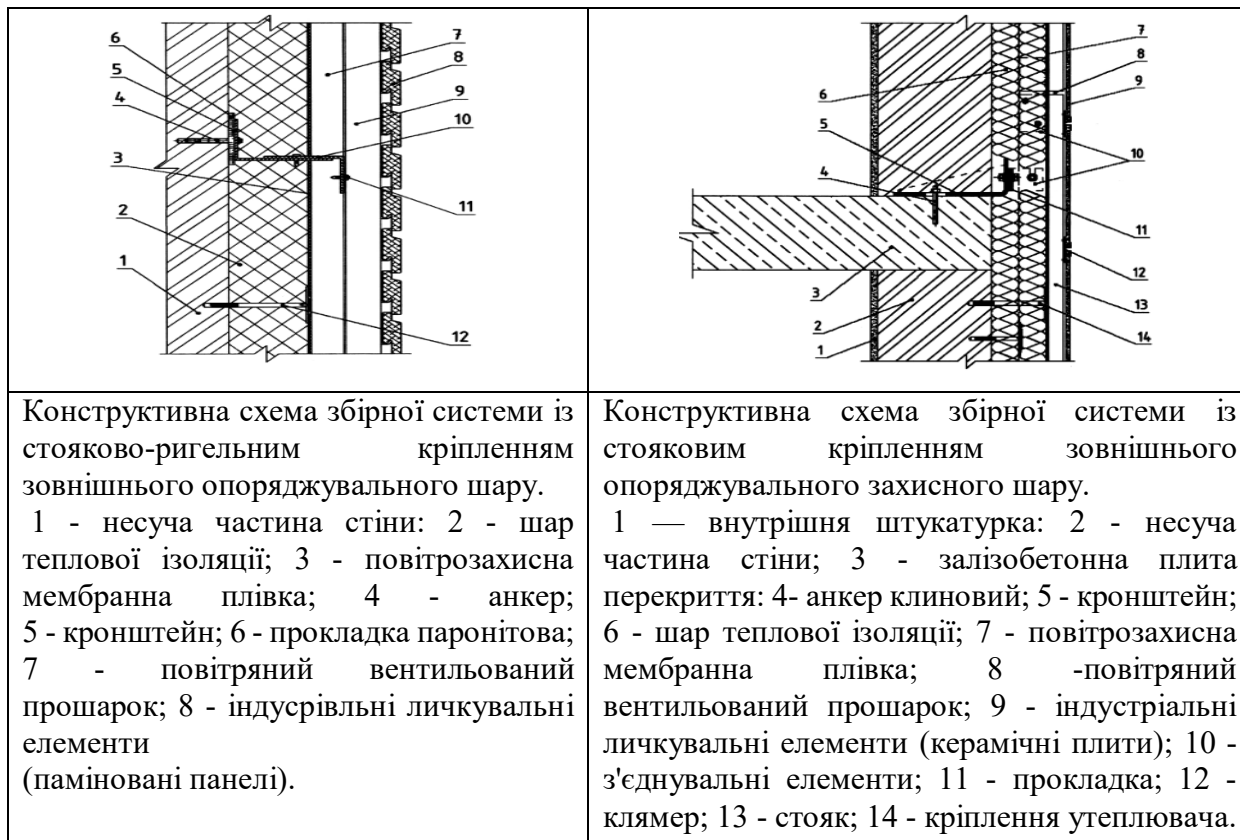


Рисунок 4.5 Конструктивна схема збірної системи із стояковим та стояково-ригельним кріпленням зовнішнього опоряджувального шару.

На рис. 4.6 наведений фрагмент вентилязованого фасаду з використанням найбільш вживаного облицювального матеріалу – керамограніту. Переваги керамограніту очевидні, цей матеріал може мати різний колір та відтінки, являється довговічним.

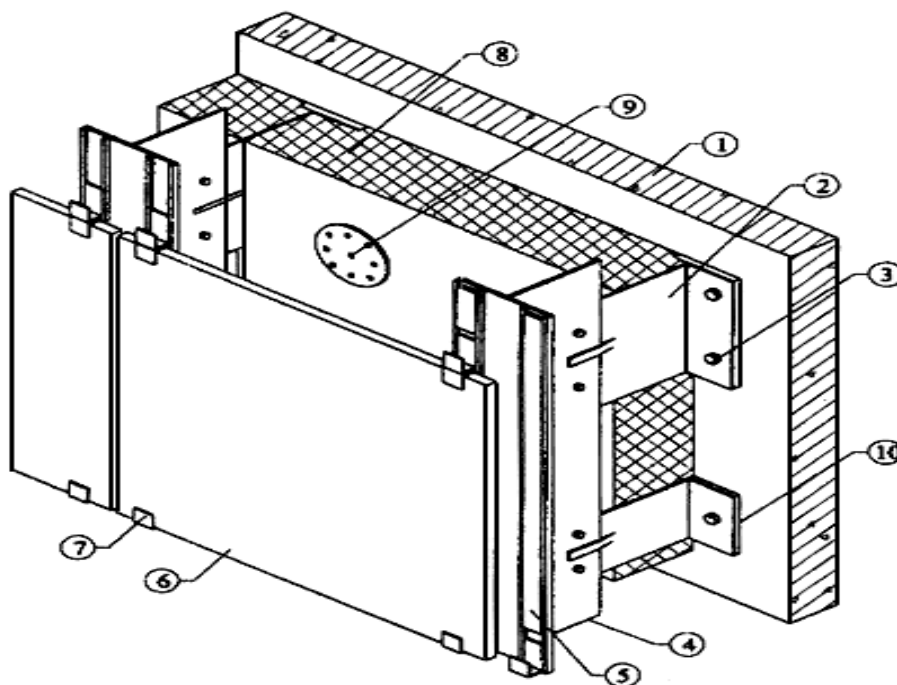


Рис. 4.6. Конструктивна схема найбільш поширеного вентилязованого каркасу з використанням керамограніту.

Рис. 1. Конструктивна схема НВФ, де: 1. Стіна. 2. Кронштейн. 3. Анкерний болт кріплення кронштейна. 4. Вертикальний профіль. 5. Гумова прокладка. 6. Облицювальна плита з керамограніту. 7. Скоба (клямер). 8. Утеплювач. 9. Тарілковий дюбель кріплення утеплювача. 10. Паронітова прокладка.

До переваг НВФ можна віднести [34]:

1. Довговічність, оскільки матеріали, з яких складаються ці системи, не потребують ремонту та заміни комплектуючих, вони мають тривалий термін експлуатації до 100 років.

2. Навісна вентилявана фасадна система захищає будівлю від негативних впливів навколишнього середовища: дощ, сніг, вітер, град та ін. Завдяки цьому збільшується термін служби будівлі.

3. При правильному виборі теплоізоляційного матеріалу значно покращуються теплоізоляційні характеристики, що дає змогу зменшити товщину основних несучих стін.

4. Підвищена звукоізоляція стін завдяки використанню композитного матеріалу, повітряного прошарку та певних видів утеплювачів.

5. Можливість надання будівлі нового архітектурного вигляду завдяки великому вибору різних облицювальних матеріалів.

6. Монтаж навісних фасадних систем може бути виконаний в будь-яку пору року незалежно від погодних умов.

Технологічні особливості влаштування навісного вентиляційного фасаду

Паронітові прокладки служать термоізолятором, і в навісних фасадах встановлюються між стіною і кронштейном. Вони призначені для зниження рівня теплопередачі через кронштейн в конструкцію стіни будівлі. Завдяки паронітовим прокладкам знижуються теплові втрати будівлі через містки холоду. Універсальна прокладка товщиною 2 мм використовується у всіх видах підсистем вентилязованого фасаду.

В даний час існує досить багато видів облицювальних матеріалів, понад 40 типів. Найбільш застосовувані їх це:

- панелі з натурального каменю та керамограніту;
- профільований лист, що застосовується в промисловому будівництві;
- фасадні панелі з оцинкованої сталі або алюмінію;
- багатошарові композитні панелі;
- панелі з різних полімерних матеріалів

Різновидом вентилязованого фасаду для малоповерхових будинків є використання облицювальної цели з шаявнією в нижній і верхній частині стіни вентиляційних щілин для підтоку повітря(рис 4.7).

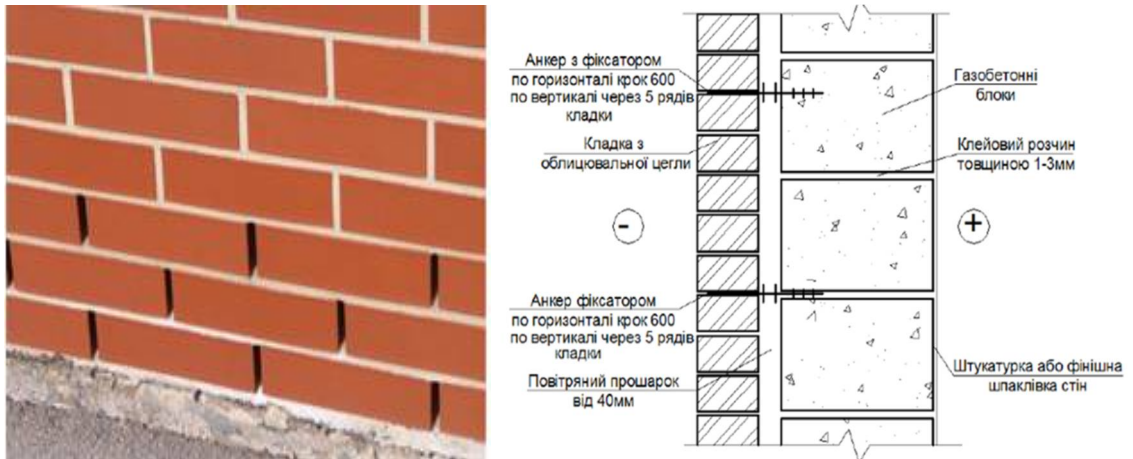


Рис. 4.7 Вентиляційний фасад з використанням облицювальної цегли.

На рис 4.8 приведений фрагмент фасаду з облицюванням з плитами з фібро бетону. Така система має багато спільного з облицюванням фасаду керамоограніту.

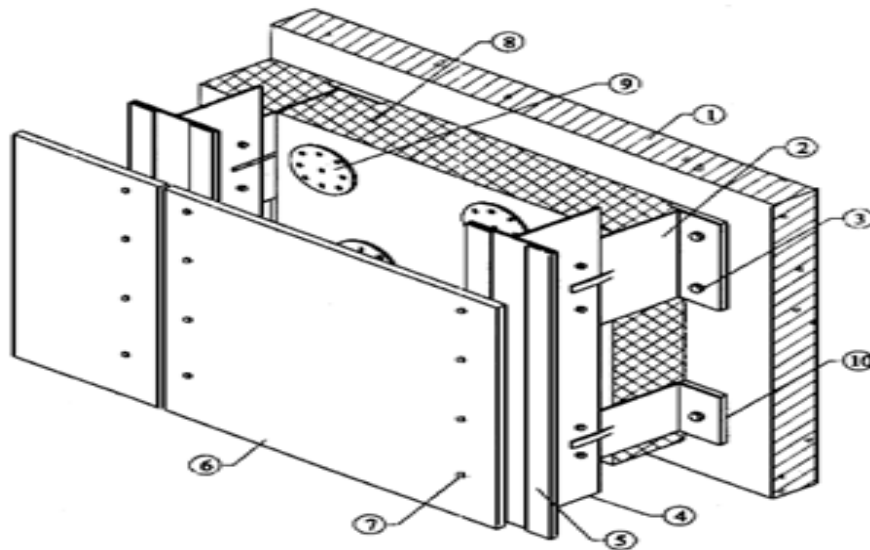


Рис. 4.8. Системи з облицюванням плитами з плитами з фібро бетону. із прихованим кріпленням. Де: 1. Підстава. 2. Кронштейн. 3. Анкерний болт кріплення кронштейна. 4. Вертикальний профіль. 5. Гумова прокладка. 6. Облицювальна плита з фібробетону. 7. Саморіз кріплення облицювальної плити. 8. Утеплювач. 9. Тарілковий дюбель кріплення утеплювача. 10. Паронітова прокладка.

Для якісного утеплення стін у 2 шари необхідно дотримуватись правильної розкладки (рис.4.9)

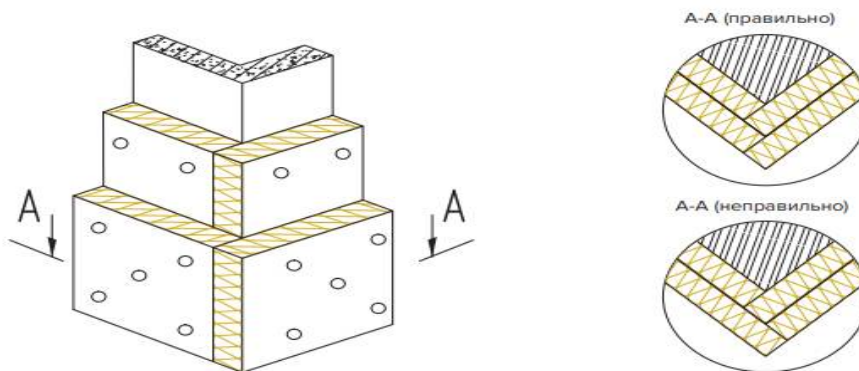


Рис.4.9. Схема укладання та кріплення плит утеплювача у два шари на кут будівлі.

Номінальна ширина повітряного зазору. Функції повітряного зазору

Повітряний прошарок навісного фасаду, що вентильовується виконує кілька важливих функцій, в тому числі:

- компенсує відхилення розмірів стін від номінальних розмірів
- розриває капілярний шлях проникнення дощової води зовні будівлі углиб стіни.
- утворює дренажну площину видалення води назовні.
- утворює вентиляційний канал для підтримки елементів фасаду в сухому стані, а також видалення надлишкової вологи зсередини будівлі.
- при поривах вітру знижує різницю тиску між зовнішнім повітрям і повітрям усередині фасаду. Ця різниця тисків є основною рушійною силою для проникнення дощової води через зовнішнє облицювання.

Відстань між облицюванням та теплоізоляцією – вентиляційний повітряний зазор – становить не менше 20 мм. Цей повітряний прошарок може звужуватися місцями до 5-10 мм до підконструкції або до облицювання, за умови, що це не перешкоджає роботі дренажу та/або вентиляції. Є вентиляційні отвори, щонайменше внизу та вгорі фасаду, з поперечним перерізом не менше 50 см² на погонний метр. Зауважимо, що 50 см² на довжині 1 м - це, наприклад, щілина 5 мм х 1000 мм. У стандарті, крім того, зазначено, що він розглядає навісні фасади вентильовані з шириною повітряного зазору не більше 150 мм.

При облицюванні малоповерхових будівель, наприклад, у США та Канаді,

вважається, що навіть зазор у 1,5-2,0 мм вже забезпечує розрив капілярного руху вологи і, отже дає можливість дренажу рідкої води та дифузійного перерозподілу вологи. [35].

Таким чином, при виборі оптимальної ширини повітряного зазору необхідно враховувати наступне:

- номінальний зазор не повинен бути меншим 6 мм, щоб забезпечувати ефективний розрив капілярного руху вологи всередину будівлі та дренаж рідкої води;
- номінальний зазор не повинен бути меншим за 20 мм, щоб забезпечувати можливість відхилень стіни від вертикалі в межах нормальних будівельних допусків;
- збільшення ширини зазору не дає підвищення опору стіни теплопередачі;
- надмірне збільшення зазору підвищує ризик поширення полум'я під час пожежі;
- чим більше ширина зазору, тим більше виліт кронштейнів, більше їх товщина, кількість, маса та вартість;
- чим ширший повітряний зазор, тим менша ефективність вирівнювання тиску зовні і всередині облицювання.



Рис. 4.10. Фрагмент найбільш поширеного навісного вентиляваного фасаду з використанням керамограніту.

Важлива функція приходить на плівку, яка покриває теплоізоляцію, Поверхня теплоізоляції, що повернена у бік вентиляваного прошарку, покривається повітрогідрозахисним шаром. Який випускає вологу з стіни і теплоізоляції але виключає можливість зволоження самої теплоізоляції. Фіксація оздоблювальних панелей керамограніту здійснюється за допомогою кляймерів. Кляймер жорстко фіксується до металевих прогонів спеціальними заклепками. Самі кляймери бувають стартові рядові і бічні. Для їх виробництва використовують нержавіючу або оцинковану сталь. (рис. 4.11).



Рис. 4.11. Загальний вигляд кляймерів в залежності від розташування.

Кронштейни прибиваються до стіни або перекриття і призначені для закріплення на них профілів підсистеми. Виготовляються вони з оцинкованої сталі, нержавіючої сталі, алюмінію марки А2. Вони можуть бути: штампованими; посиленими штампованими.

Інструмент та інвентар для монтажу навісних вентиляваних фасадів.

Для якісного монтажу фасадів необхідно мати та використовувати наступні інструменти та обладнання:

- ротаційний лазерний нівелір, який використовується при нанесенні позначок для отворів для кронштейнів, також ним користуються для вирівнювання напрямних по всіх площинах;
- для контролю монтажних операцій застосовується будівельний рівень;
- перфоратор для буріння монтажних отворів;

- болтоверт для фіксації фасадних анкерів;
- безударний дріль необхідний для монтажу облицювальних елементів;
- заклепувальний інструмент для фіксації профілів до кронштейна, кляймерів та інших кріплень в залежності від конструктивного рішення фасаду;
- болгарка та кутошліфувальна машинка або ножиці по металу, листогиб - для різання та згинання металу;
- різні фіксатори для попереднього кріплення направляючих навісної системи.

До елементів кріплення відносяться:

- ✚ заклепки;
- ✚ дюбелі;
- ✚ анкерні болти;
- ✚ санчата;
- ✚ столики;
- ✚ іклі для установки металевих касет;
- ✚ фасдекі під облицювання штучною дошкою (планкеном);

Найбільш поширеним засобом монтажу (фіксації) облицювальних панелей являються з штучного каменю або керамограніту являються кляймери..

Технічні вимоги до керамогранітних плит.

1. Граничне відхилення розмірів плит: % по довжині та ширині $\pm 1,0$ за товщиною ± 10 .
2. Різновтовщинність однієї плити, не більше мм 1,0.
3. Відхилення форми плити від прямокутної (косокутність), не більше мм 2,0.
4. Відхилення лицьової поверхні від площинності (кривизна лицьової поверхні), не більше мм 2,0.
5. Викривлення граней, не більше мм 2,0.
6. Водопоглинання, трохи більше % 0,3.
7. Межа міцності при згинанні, не менше МПа 30.
8. Твердість лицьової поверхні неглазурованих плит по Моосу, не менше 6.
9. Твердість лицьової поверхні глазурованих плит по Моосу, не менше 5.

10. Зносостійкість неглазурованих плит (за кварцовим піском), не більше г/см² 0,18.

11. носостійкість глазурованих плит, не менший ступінь 3.

12. Термічна стійкість, щонайменше °С 125.

13. Морозостійкість, не менше число циклів 150.

14. Стійкість до статичної дії 3-відсоткового розчину морської солі, 5-процентного розчину NaOH, 0,5-процентного розчину H₂SO₄, не менше через 24 год (без зміни зовнішнього вигляду).

В залежності від вибору оптимальної ширини повітряного зазору розробляється конструктивне рішення навісної системи. При цьому необхідно враховувати те, що вентиляований зазор не впливає на зростання термічного опору всієї огорожувальної системи стінової конструкції. Надмірне збільшення зазору підвищує ризик поширення полум'я під час пожежі, хоча мінеральна вата є негорючим теплоізоляційним матеріалом.

Вітро-гідрозахисна вітро-гідрозахисна мембрана, плівковий матеріал, призначений для запобігання зволоженню теплоізоляції від різного роду атмосферних впливів та розвитку повітряних циркуляцій усередині теплоізоляційного шару.

З метою зменшення втрат тепла при монтажі металевого (сталю, алюмінієвого) каркасу між кронштейном і стіною для зменшення втрат тепла передбачається використання паронітових прокладок (рис.4,9).

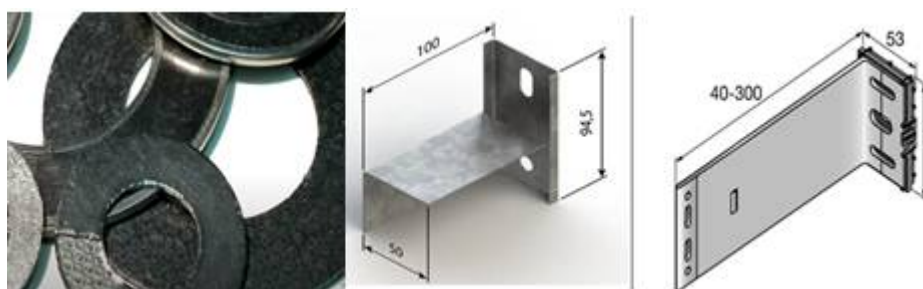


Рис. 4.12. Зовнішній вигляд паронітових прокладок та кронштейнів.

Пароніт є універсальним поширеним матеріалом для різноманітних прокладок. Листовий пароніт представляє з себе продукт вулканізації суміші азбестових волокон (60-70%), розчинника, каучуку (12-15%), мінеральних наповнювачів (15-18%) та сірки (1.2-8.0%), які піддаються вальцюванню під великим тиском. Він застосовується при ущільненні з'єднань, що працюють у середовищах: води і пари; нафти і нафтових продуктів; рідкого і газоподібного кисню, етилового спирту і т. д. Він випускається у вигляді листів товщиною до 6 мм, легко ріжеться, рубається, з нього можна вирізати фігурні прокладки. Це найпоширеніший довговічний прокладочний матеріал.

Всі типи азбесту заборонені більш ніж у 55 країнах світу, оскільки все більше країн реалізують національну політику шляхом повної заборони азбесту, як ефективний підхід відповідно до рекомендацій МОП та ВООЗ. Верховна Рада в 2022 році ухвалила загалом законопроект №4142 про громадське здоров'я, який, зокрема, передбачає заборону використання азбесту у будівництві.

Вентильовані фасади використовуються, як при будівництві нових будівель, так і при реконструкції старих будівель. До переваг навісних вентильованих фасадів відноситься покращення теплотехнічних характеристик та сучасний зовнішній вигляд будівлі, який йому надається за допомогою технологій навісних конструкцій.

Кронштейни виготовляються з сплавів алюмінію або оцинкованої сталі, вони характеризуються високою теплопровідністю. Використання нержавіючої сталі вважається більш надійним технічним рішенням, але це більш вартісний варіант. [36]. Для металевих кронштейнів необхідно використовувати термопрокладки зі спіненого полівінілхлориду (ПВХ) товщиною 5,5 мм та низькою теплопровідністю 0,12 Вт/(м·К).

Багаточисельні виробники навісних вентильованих фасадів розроблять комплексну надійну систему необхідного обладнання, керуючись ДБН В.1.2-14:2018 "Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд.

В даний час у великих містах України поширене будівництво багатоповерхових будівель з вентиляльованими фасадами. Традиційна поширена схема влаштування вентиляльованого фасаду на каркасній висотній будівлі передбачає:

- влаштування зовнішніх стін (з цегли, газосилікату, газобетону, інших матеріалів);
- встановлення будівельних лісів;
- додаткове утеплення стін плитами підвищеної жорсткості;
- влаштування досить потужного металевого каркасу під фасад;
- облицювання керамогранітом, профнастілом, композитною панеллю, іншим облицювальним матеріалом.

Для висотних будівель використовується промисловий альпінізм. Перевага альпіністів в монтажі вентиляльованих фасадів полягає в простоті доступу монтажника до окремих ділянок фасаду. На відміну від колісок або лісів, переважування не вимагає багаточасу робота виконується швидше (рис. 4.13).



Рис. 4.13 Виконання робіт по влаштуванні вентиляльованого фасаду висотної будівлі (промисловий альпінізм).

Системи навісних фасадів це молода технологія, яка крім утепленням будинків дозволяє знайти кращий варіант для кожного архітектурного задуму,

спосіб підвищити теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій і надати фасадам сучасний привабливий вигляд.

Повітряні прошарки мають бути завтовшки 40-150 мм, а оптимальна товщина у стінах 60 - 100 мм. Поверхню теплоізоляції, що повернена у бік вентилязованого прошарку, потрібно захищати повітрогідрозахисним шаром, теплоізоляція має бути негорючою (плити із мінеральної вати або скляного штапельного волокна).

Навісні вентилязовані фасади можуть бути виконані із застосуванням різних облицювальних матеріалів таких як фасадні касети та ламелі, дизайн-профілі, різні профнастили, сталь, сонячні та скляні панелі.

На рис. 4.14 приведені приклади проектів з використанням продукції Ruukki різних варіантів вентилязованих фасадів, які орієнтуються на архітектурних можливостях та асортименті матеріалів для вентиляційних фасадів.



Рис. 4.14 Фрагменти різних фасадів будівель з вентиляційним фасадом.

Фасадні касети виготовляються зі сталі з полімерним покриттям, алюмінію, міді, бронзи, титан-цинку та нержавіючої сталі. За металокасети можуть виготовляються з перфорацією та внутрішнім підсвічуванням, що дозволяє будівлі «заграти» новими фарбами в темний час доби. Фасадні ламелі Ruukki Lamella, фасадні касети Ruukki Liberta забезпечують привабливий вигляд громадської будівлі.

На рис. 4.15 приведений фрагмент влаштування навісної системи вентильованого фасаду в (м. Вінниця, вул. пр. Юності) з використанням алюмінію з послідуочим використанням облицювальних панелей керамограніту.



Рис. 4.15. Фрагмент влаштування вентильованого фасаду громадської будівлі з облицюванням керамогранітом в м. Вінниця пр. Юності

Вентильована фасадна система поділяється на декілька видів за типом облицювального матеріалу. Можливість застосування конструкцій фасадної теплоізоляції в залежності від висоти будівель та групи горючості теплоізоляційних та опоряджувальних матеріалів регламентуються вимогами ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією» (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 Конструкції із фасадною теплоізоляцією в залежності від їх конструктивного типу, висоти будівель та горючості матеріалів теплоізоляційного та опоряджувального шарів (ДБН В.2.6-33:2018).

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⁾	-
	$26,5 < H \leq 47$	+	-	-	+	-	-
	$H \leq 47$	+	-	-	+	-	-

Примітка: «+» означає можливість застосування.

+¹⁾ встановлюється з урахуванням вимог 5.3 ДБН.

Клас енергоефективності будівель та споруд з конструкцією із фасадною теплоізоляцією встановлюють при проектуванні будівель та споруд згідно з ДБН В. 2.6-31: 2021. При цьому повітряний прошарок не враховується для розрахунку термічного опору стіни.

4.2 Нормативна база що влаштування вентилязованого фасаду.

Для влаштування навісного вентилязованого фасаду (НВФ) необхідно керуватись ДСТУ та ДБН. НВФ це вискоефективні теплоізолюючі двохступінчаті системи в яких поєднані елементи теплоізоляції та захисту будівлі від впливу природних факторів.

При проектуванні НВФ необхідно керуватись:

ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією».

ДСТУ Б В .2.6-35 «Конструкції будинків та споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними методами з вентиляльованим повітряним проміжком. Загальні технічні умови.

DIN 18615-1 та ETAG 034 [37 [37]

DIN 18615-1:2010 [38]

Вимоги до теплоізоляції та теплового захисту будівель та проектування та конструкторської документації:

- **ДСТУ Б В.2.6-189:2013** «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»
- **ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013** «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосасвоєння огорожувальних конструкцій»;
- **ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013** «Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій»;
- **ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013** «Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій».

Вимоги до конструкцій та огорожувальних несучих систем регламентуються наступними нормативними документами:

- **ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 (EN 1993-1-2:2005, IDT)** "Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Основні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість".
- **ДСТУ-Н EN 1999-1-2:2010 (EN 1991-1-2:2007, IDT)** "Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-2. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість"
- **ДСТУ Б А.2.4-4-99 (ГОСТ 21.101-97) СПДБ.** Основні вимоги до проектної і робочої документації.
- **ДСТУ Б В.1.2-3:2006** Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Прогини і переміщення. Вимоги проектування.

Кожна компанія-виробник НВФ розробляє детальну інструкцію його влаштування, яка в певній мірі виконує функцію технологічної карти.

4.3 Вентильовані фасади як джерело енергії.

За приблизними даними авторитетних міжнародних організацій кількість

енергії яку споживає сьогодні людство за добу коливається на рівні 245 млн. барелей нафти нафтового еквівалента. Сонце відправляє нам на Землю енергії приблизно в 10500 раз більше ніж ми сьогодні споживаємо.

За оцінками експертів навісний вентиляований фасад дозволяє значно підвищити енергоефективність будівлі. Якісно виконане облицювання фасаду із застосуванням енергозберігаючих фасадних рішень або вентиляційних фасадів з використанням сонячних панелей дозволяє скоротити витрати на опалення та кондиціювання орієнтовно до 30%.

Сучасний фасад будівлі може бути виконаний як із використанням багато розмірних сендвіч-панелей, так і у вигляді вентиляованого фасаду. Фасадні касети з металу можуть мати розмір до 3 м і практично необмежені в колірних рішеннях, що дозволяє створювати унікальний фасад будівлі. Залежно від розмірів та типів покриття, ціна на фасадні касети може суттєво змінюватись. При цьому чим менше розмір касети вентиляованого фасаду, то тим вище ціна за 1 м².

Сталеві фасадні касети мають високу довговічність, що виправдовує їхню вартість. Фасадні касети можуть бути виготовлені зі сталі з полімерним покриттям, алюмінію, міді, бронзи, титан-цинку та нержавіючої сталі.

Канадська компанія Elemex випустила фотоелектричні панелі на основі телуриду кадмію (CdTe) Solstex, призначені для облицювання фасадів висотних будівель. Для встановлення таких сонячних батарей використовується запатентована система кріплень Unity. Панелі Solstex важать не більше 17 кг у перерахунку на квадратний метр, тобто можна порівняти за питомою масою зі звичайним облицюванням. Сонячні батареї для фасадів доступні у двох версіях: Solstex 2000 та Solstex 1200. Товщина фотоелектричних елементів в обох модифікаціях дорівнює 6 мм.

Використання суцільного скління фасадів дозволяє перетворити його площу в джерело електроенергії за допомогою прозорих сонячних панелей. Така технологія застосовується для вікон, домівок, квартир та офісів. Скло з фотоелементами володіє високою тепло- та звукоізоляцією, пропускає природне світло до приміщення, володіє високою механічною міцністю.

Площа фасадів багатоповерхівок набагато більше ніж площа даху, тому у фасадних рішеннях дуже високий потенціал[39].

Канадська компанія Elemex випустила фотоелектричні панелі на основі телуриду кадмію (CdTe) Solstex, Вони призначені для облицювання фасадів висотних будівель, передбачають запатентовану система кріплень Unity. Панелі Solstex мають масу не більше 17 кг/м². Вони виробляють більше енергії, ніж аналоги. Сонячні батареї для фасадів доступні у двох версіях: Solstex 2000 та Solstex 1200. Товщина фотоелектричних елементів в обох модифікаціях дорівнює 6 мм..

Річна сумарна енергія світового потоку на одиницю площі коливається від 1000 до 1350 кВт ·г /м² для горизонтальної поверхні. Якщо ККД панелі становить 12% і освітлюється потоком інтенсивністю 1100 Вт/м² то вихідна потужність становить $1100\text{Вт/м}^2 \cdot 0,12 = 132 \text{ Вт з } 1 \text{ м}^2$ площі сонячної панелі.

Китайсько-австралійський виробник монтажних систем Cleenergy представив конструкцію, що призначена для закріплення фотоелектричних панелей зовні балконів висотних будівель. Систем Soltech Energy в новому автопаркінгу в Гетеборзі з дизайнерським фасадом із сонячних панелей загальною потужністю 60 кВт. Електроенергія використовується в тому числі для живлення 300 точок зарядки для електротранспорту[40].

Узагальні варіанти фіксації сонячних панелей на фасадах будинків за технологією вентиляваного фасаду або облицювальних елементів стін, балконів, заборів (рис.4.16).



Рис. 4.16. Варіанти використання сонячних панелей на фасадах будинків.

Сонячні панелі підключені до домашньої мережі змінного струму через інвертор, батареї також підключені до цієї мережі через свій інвертор. Інвертор перетворює вироблену електрику на змінний струм, який надходить через спеціальну штепсельну розетку Wieland (близько €50). Будинок підключений до загальної мережі. Робота інверторів передбачає завжди максимально використовуватися потенціал сонячних панелей. Коли енергії сонця достатньо для живлення всіх домашніх пристроїв, надлишок енергії поглинається накопичувачем домашньої мережі. Коли ж сонце зникає, домашня мережа починає житись від накопичувача (аккумулятора), розряджаючи його. Коли накопичувач повністю розряджений і немає сонця, будинок забирає електрику з мережі.

Німецька асоціація сонячної індустрії BSW-Solar опублікувала дані, відповідно до яких у 2020 році в країні було встановлено 88 тис. нових побутових накопичувачів і їх загальна кількість стрімко зростає (рис. 4.17).

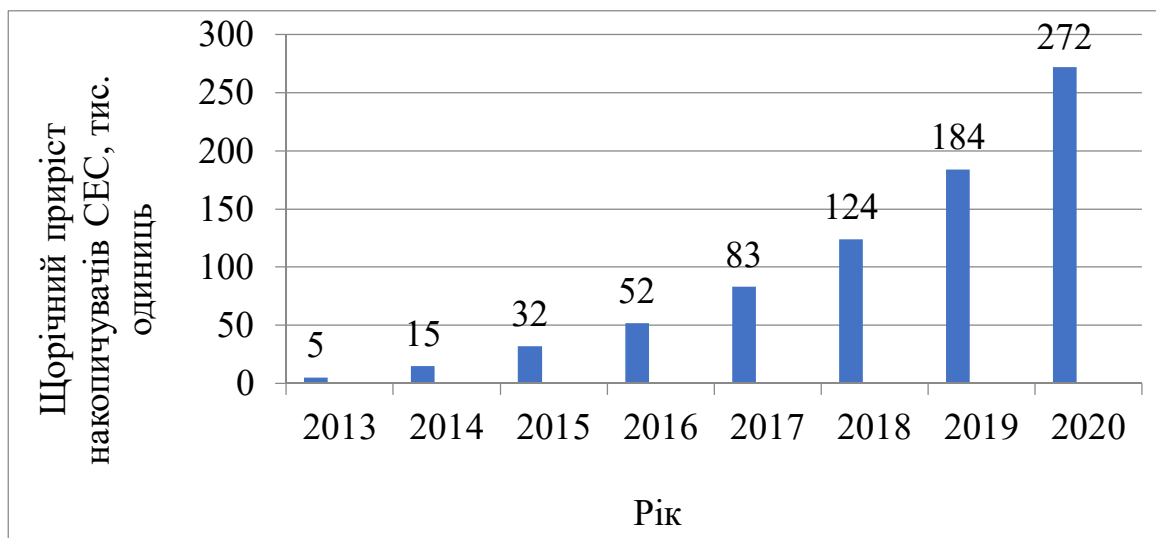


Рис. 4.17. Динаміка зростання кількості накопичувачів енергії СЕС.

В найбільшій за населенням федеральній землі Північний Рейн-Вестфалія в програмі дій на найближчі п'ять років встановлення сонячних панелей стане обов'язковим, помітно зросте кількість сонячних панелей і їхня потужність.

Крім фасадів з 2024 року передбачено монтаж сонячних панелей на дахах усіх нових промислових та комерційних споруд, з 2025-го – на дахах нових житлових будівель, а з 2026-го – на будь-яких будинках після проведення ремонту даху. На це будуть спрямовані політичні зусилля федерального уряду і регіональної влади Німеччини. Цілком очевидно, що дії українського уряду будуть аналогічні.

Економічне видання Handelsblatt констатує, що в 2022 році спостерігається прямий вибуховий попит на «зелені» енергетичні рішення. Через війну в Україні існують ризики припинення російських поставок сировини та позамежні ціни на нафту та газ.

Надалі очікується значне зростання ринку накопичувачів енергії в будівництві, де може використовуватись та же вода. За прогнозами передбачається зростання ємності систем накопичення енергії до 2030 року з 2,4 ГВт · год до 18

ГВт · год. Домашні накопичувачі енергії є вигідною інвестицією – вони збільшують автономність і долю власного споживання сонячної енергії.

В засобах масової інформації, зазначено, що в Києві на пр. Миколи Бажана (ОСББ Оберіг) на фасаді житлового будинку змонтовано 135 панелей загальною потужністю 38 кВт. Прогноз річної генерації складає 27600 кВт · год

Висновки за розділом 4

Поєднання будівельних технологій та проблем енергетичного комплексу через подорожчання енергетичних ресурсів, глобальне зростання температури довкілля вивели НВФ на новий рівень їх попиту. Люди все більше стали усвідомлювати доцільність енергозбереження в будівлях шляхом економії використання безкоштовної, невичерпної та екологічно безпечної енергії сонячного світла.

Навісні вентиляровані фасади мають низку переваг, вони на сьогодні являються полі функціональною складовою дизайну сучасного будівництва громадських і житлових будинків.

До основних переваг вентилярованих фасадів слід віднести: можливість застосування для реалізації будь-яких архітектурних ідей, високий рівень звуко- і теплоізоляції, високу швидкість монтажу, монтаж у будь-яку пору року, економію витрат на кондиціонування будівлі, тривалий термін експлуатації, легку процедуру реставрації, ремонту, стійкість до атмосферних явищ, фасад легко мити, використання в якості додаткового джерела енергії сонячних панелей.

Вентиляровані фасади через відносно високу металоємність являються більш вартісними в порівнянні зі збірною системою облицювання стін легкими тонкошаровими і товстошаровими штукатурками (мокрими фасадами).

Низка переваг вентилярованих фасадів забезпечує їм зростання використання як в новому будівництві так і при термомодернізації застарілого житлового фонду.

5 ЕКОНОМІЧНА І ЕНЕРГО-ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ФАСАДІВ

Утеплення фасаду будинку – це важлива процедура, яка дозволяє знизити витрати на опалення та збільшити комфортність проживання в будинку. Основна мета утеплення полягає в збереженні тепла всередині будинку та запобіганні витоку тепла через стіни будівлі.

Утеплення фасаду створює додатковий шар захисту від впливу погодних умов, таких як дощ, сніг, мороз, та інших небезпечних факторів, які можуть пошкодити стіни будівлі.

Зазвичай, дешеві матеріали не забезпечують достатньої міцності та стійкості до погодних умов, що може призвести до швидкого зношування та пошкодження фасаду будівлі.

До основних переваг влаштування вентиляльованого фасаду слід віднести:

- захист зовнішніх стін;
- підвищення енергоефективності будівлі;
- термічний захист;
- звукоізоляція
- вирівнювання стін будівлі;
- підвищення пожежобезпеки;
- естетична виразність;
- довговічність;
- екологічність.

Довговічність будівлі

1. Матеріали, з яких складаються ці системи, не потребують ремонту та заміни комплектуючих, вони мають тривалий термін експлуатації.

2. Навісна вентиляльована фасадна система захищає будівлю від негативних впливів навколишнього середовища: дощ, сніг, вітер, град та ін. Завдяки цьому збільшується термін служби будівлі.

3. При правильному виборі теплоізоляційного матеріалу значно покращуються теплоізоляційні характеристики, що дає змогу зменшити товщину основних несучих стін.

4. Підвищена звукоізоляція стін завдяки використанню композитного матеріалу, повітряного прошарку та певних видів утеплювачів.

5. Можливість надання будівлі нового архітектурного вигляду завдяки великому вибору різних облицювальних матеріалів.

6. Монтаж навісних фасадних систем може бути виконаний в будь-яку пору року незалежно від погодних умов

Виробники вентиляційного фасаду як правило виконують повний комплекс робіт і пропонують так договірну ціну. В табл. 6.1 приведені дані прайс-листа вартості монтажу вентилязованих фасадів станом на 2023 рік.

<i>Прайс-лист і ціни на вентилязовані фасади</i>	<i>Ціна, грн. / м²</i>
Касетний вентилязований фасад	від 1800 грн
Металевий вентилязований фасад	від 1800 грн
Алюмінієві вентилязовані фасади	від 400 грн
Вентилязований фасад з профнастилу	від 1500 грн
Вентилязований фасад з граніту	від 2300 грн
Композитні вентилязовані фасади	від 1800 грн
Клінкерна вентилязований фасад	від 2100 грн
Фасадні HPL панелі	від 2200 грн
Мийка вентилязованого фасаду	від 350 грн
Демонтаж вентилязованого фасаду	від 180 грн
Фасади з пластикового сайдингу	від 1200 грн
Вентилязований фасад з фіброцементних плит	от 2000 грн

<i>Прайс-лист і ціни на вентилявані фасади</i>	<i>Ціна, грн. / м²</i>
Вентильований фасад з керамограніта	от 2000 грн
Утеплення вентиляваних фасадів	від 180 грн
Монтаж вентиляваного фасаду	від 650 грн
Ремонт вентиляваного фасаду	від 3500 грн
Видалення написів з вентиляваного фасаду	від 1000 грн
Ремонт і заміна профнастилу вентиляваного фасаду	від 1500 грн
Усунення течі вентиляваного фасаду	від 4500 грн
Ремонт і заміна керамограніта вентиляваного фасаду	від 1500 грн
Ремонт примикань вентиляваного фасаду	від 2500 грн / м.п.
Ремонт і заміна касет з композиту вентиляваного фасаду	від 1500 грн
Ремонт і заміна граніту вентиляваного фасаду	від 1500 грн
Дрібна реконструкція вентиляваного фасаду	від 700 грн
Алюмінієва система каркаса для вентиляваного фасаду	від 450 грн
Оцинкована система для вентиляваного фасаду	від 320 грн

Переваги навісного вентиляваного фасаду:

Вентильовані фасади мають великий кількість переваг, що забезпечує їм швидке поширення:

- великий вибір облицювальних матеріалів за ціною, міцністю і іншим характеристикам, величезний різновид кольорів та їх поєднань для створення унікальних дизайнів в обробці;
- високі тепло- і звукоізоляційні властивості зовнішньої стіни;
- захист стіни і теплоізоляції від зовнішніх факторів;
- легка можливість заміни пошкоджених фасадних панелей;
- гарантована стабільність виводу вологи зі стінового матеріалу і

утеплювача;

- необмежені варіанти дизайну, можливість використання різноманітного кольору і тонів фасаду;
- виконання опоряджувальних робіт фасаду відбувається швидко при відсутності утворення відходів;
- можливість заощадити при будівництві на матеріалах зведення стін;
- за рахунок повітряного каналу знижуються тепловтрати будівлі протягом тривалого терміну служби, 50 років і більше;
- навісні вентилявані фасади успішно використовуються для облицювання багатоповерхових будівель і малоповерхової житлової забудови;
- монтаж вентиляваних фасадів можливий при будь-якій погоді і сезоні року, облицювання стійкі до негативних атмосферних змін, висока пожежна безпека.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ПРИ ВЛАШВУВАННІ НАВІСНИХ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ФАСАДІВ

6.1 Актуальність покращення стану охорони праці.

За оцінками МОП, щорічно близько 2,3 млн осіб у світі гинуть внаслідок нещасних випадків на робочому місці або через захворюваннями, пов'язаними з роботою, – в середньому 6000 осіб щодня. Також щорічно у всьому світі трапляється близько 340 млн нещасних випадків на виробництві і 160 млн жертв професійних захворювань. Водночас матеріальні збитки від втрачених робочих днів, витрат на лікування та компенсаційних виплат перевищує 1,25 трлн. дол. (приблизно 4% світового ВВП) [41].

В Україні: кожні 8 хвилин травмується одна людина; кожні 5 годин внаслідок травм помирає одна людина. [42]. За даними Міжнародної організації праці у світі щороку реєструється 270 млн. випадків виробничого травматизму та 160 млн. випадків професійних захворювань. У зв'язку з виробничою діяльністю за рік помирають близько 2 млн. осіб.

Основним нормативним документам з пожежної безпеки є ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги». На сьогодні на основі угоди Україною з Європейським Союзом передбачено впровадження комплексної програми адаптації регуляторних норм у всіх сферах господарської діяльності зі стандартами ЄС, в т. ч. пов'язаних з безпекою праці. З 1 вересня 2022 року набрав чинності новий ДБН В.1.2-7:2021 «Пожежна безпека. Основні вимоги до будівель і споруд».

6.2 Основні положення ДБН В.1.2-7:2021 «Пожежна безпека. Основні вимоги до будівель і споруд».

Система пожежної безпеки – це комплекс організаційних заходів і технічних

засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збитків від неї. Пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту і системою організаційно-технічних заходів.

В новому ДБН В.1.2-7:2021 вводиться нове поняття «інжиніринг пожежної безпеки», який передбачає використання інженерних методів та підходів до реалізації заходів при оцінці проектів будівель і споруд шляхом аналізу конкретних сценаріїв пожежі та оцінці ризику і наслідків від пожежі.

Інжиніринг може застосовуватися для забезпечення основної вимоги щодо пожежної безпеки, його основні принципи викладені у додатку А до ДБН (параметри та чинники враховуються при оцінюванні тих чи інших критеріїв для оцінки забезпечення пожежної безпеки).

Запобігання виникненню пожежі забезпечується використанням:

- електричних, механічних, опалювальних і газових систем та систем вентиляції (димходів) за призначенням з належними показниками реакції на вогонь і/або вогнестійкості та розміщенням їх на безпечній відстані від будівельних конструкцій та інтер'єру приміщень, виконаних з горючих матеріалів;

- пристроїв електричного захисту;

- систем блискавкозахисту;

- систем флегматизації;

- вибухозахисних систем, зокрема систем пригнічення вибуху.

Для оцінки вогнестійкості конструкцій в ДБН В.1.2-7:2021 передбачено застосування наступних підходів та розгляд сценаріїв реальної та умовної пожежі, розрахунок вогнестійкості. За умови сценарію реальної пожежі слід враховувати низку факторів (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 Основні фактори при врахуванні сценарію реальної пожежі.

№ з/п	Фактор
1	Розвиток пожежі (властивості й розміщення будівлі).
2	Пожежне навантаження.

Продовження таблиці 6.1

3	Рівень та можливість надходження вогню (кисню) до місця виникнення пожежі.
4	Існування перешкод для розповсюдження вогню (протипожежні відсіки) та диму (димозахисні перешкоди).
5	Цілісність протипожежних відсіків.
6	Термічні властивості огорожувальної конструкції.
7	Загальна стійкість конструктивної схеми.
8	Наявність систем протипожежного захисту, їх ефективність та параметри.
9	Вплив систем протипожежного захисту (спрацювання).
10	Дії пожежно-рятувального підрозділу.

За сценарієм умовної пожежі необхідно, щоб забезпечувалось обмеження поширення вогню та несуча здатність конструкцій упродовж визначеного проміжку часу (шляхом підтвердження вогнестійкості несучих та/або огорожувальних конструкцій).

Для розрахунку вогнестійкості конструкцій необхідно брати до уваги їх несучу здатність, цілісність та теплоізолювальну здатність. Збереження несучої здатності несучих конструкцій будівель і споруд у разі пожежі мають забезпечувати:

- безпеку людей на час їх перебування всередині будівлі чи споруди;
- врахування безпеки пожежно-рятувальних підрозділів;
- опір руйнуванню будівлі чи споруди;
- здатність будівельної продукції, яка має відношення до пожежної безпеки, виконувати свої функції упродовж необхідного проміжку часу.

Відповідно до ДБН В.1.2-7:2021 основна вимога щодо забезпечення пожежної безпеки стосується зведення до мінімуму можливості виникнення пожежі під час будівництва та експлуатації будівлі.

ДБН В.1.2-7:2021 має три Додатки. Додаток А який містить загальні принципи інжинірингу пожежної безпеки, Додаток Б «Заходи щодо забезпечення виконання основної вимоги» та Додаток В «Характеристики пристроїв та компонентів інженерних систем пожежної безпеки». Усі три додатки є довідковими

оскільки вони не можуть охопити широкий спектр можливих варіантів сучасної будівлі та варіантів пожежної безпеки.

Дані норми затверджені наказами Мінрегіону від 30.12.2021 №366, від 31.01.2022 №22, від 08.04.2022 №62, від 16.05.2022 №72. Оновлені норми поширюються на будівлі та споруди у цілому та їх частини (конструктивні та інженерні системи) під час проектування та будівництва, а також встановлюють положення щодо дотримання функціональних параметрів об'єкта під час його експлуатації.

6.3 Адаптація європейської нормативної бази щодо пожежної безпеки.

Нормативна база в галузі будівництва колишнього СРСР втратила чинність на території України. В рамках адаптації нормативної бази України до вимог ЄС щодо засобів охорони праці і зокрема пожежної, електричної безпеки в останні роки замінюється європейськими нормами. Європейські норми переводяться на українську мову і отримують статус українських ДСТУ. В останні роки європейські нормативні документи трансформуються в ДСТУ, зокрема, до них слід віднести:

ДСТУ 8925:2019 Спеціальні засоби. Кийки гумові. Загальні технічні умови. Зміна № 1;

ДСТУ EN 137:2017 Засоби індивідуального захисту органів дихання. Апарати дихальні автономні резервуарні зі стисненим повітрям з маскою. Вимоги, випробування та маркування (EN 137:2006, IDT);

ДСТУ EN 353-1:2019 Індивідуальне спорядження для захисту від падіння. Пристрої зупинення падіння спрямованого типу на лінії кріплення. Частина 1. Пристрої зупинення падіння спрямованого типу на твердій лінії кріплення (EN 353-1:2014 + A1:2017, IDT);

ДСТУ EN 14373:2022 Системи приглушення вибуху (EN 14373:2021, IDT);

ДСТУ EN 61285:2021 Керування виробничим процесом. Безпечність приміщень для аналізаторів (EN 61285:2015, IDT; IEC 61285:2015, IDT);

ДСТУ EN 943-1:2021 Одяг захисний. Захист від небезпечних твердих, рідких та газоподібних хімічних речовин, зокрема рідких та твердих аерозолів. Частина 1. Вимоги до експлуатаційних характеристик костюмів для захисту від хімічних речовин (газонепроникних) типу 1 (EN 943-1:2015 + A1:2019, IDT);

ДСТУ EN ISO 10882-1:2021 Охорона здоров'я та безпека у зварюванні та споріднених процесах. Відбирання проб аерозолів і газів у зоні дихання оператора. Частина 1. Відбирання проб частинок аерозолів (EN ISO 10882-1:2011, IDT; ISO 10882-1:2011, IDT);

ДСТУ EN ISO 15011-1:2021 Охорона здоров'я та безпека у зварюванні та споріднених процесах. Лабораторний метод відбирання проб аерозолів і газів, утворюваних під час дугового зварювання. Частина 1. Визначення швидкості виділення та відбирання проб для аналізування мікрочастинок аерозолів (EN ISO 15011-1:2009, IDT; ISO 15011-1:2009, IDT);

ДСТУ EN ISO 80079-36:2017 Вибухонебезпечні середовища. Частина 36. Неелектричне устаткування для вибухонебезпечних атмосфер. Основний метод і вимоги (EN ISO 80079-36:2016/AC:2019; ISO 80079-36:2016/Cor 1:2019, IDT). Поправка № 1:2022.

6.4 Вітчизняна пожежна класифікація будівельних матеріалів.

На сьогодні пожежна небезпека фасадних систем зумовлена нехтуванням протипожежних заходів [43]. Однією з причин цього є економія коштів на етапі будівництва об'єктів, застосування дешевих матеріалів оздоблення, які не мають відповідних сертифікатів підтвердження якості, порушення правил пожежної безпеки під час монтажу та облаштування НВФ.

Будівельні матеріали класифікують за такими показниками пожежної небезпеки: горючістю, займистістю, поширенням полум'я поверхнею, димоутворювальною здатністю та токсичністю продуктів горіння.

Найважливішим якістю застосовуваного в будівництві матеріалу є його горючість. Горючість - це властивість матеріалу протистояти впливу полум'я. Тому

законодавчо визначені п'ять груп горючості. Чотири групи горючих матеріалів і одна негорюча. Негорючі речовини самі по собі не можуть горіти в повітряному середовищі. Але навіть вони можуть при взаємодії з іншими середовищами бути джерелами утворення горючих продуктів. Наприклад, взаємодіючи з киснем повітря, один з одним або з водою.

За горючістю будівельні матеріали поділяють на негорючі (НГ) та горючі (Г). Будівельні матеріали, віднесені до негорючих, за іншими показниками пожежної небезпеки не поділяють, а горючі будівельні матеріали поділяють на чотири групи: Г1 (низької горючості); Г2 (помірної горючості); Г3 середньої горючості); Г4 (підвищеної горючості). Горючість будівельних матеріалів з віднесенням їх до відповідної групи визначають за результатами випробування відповідно до ДСТУ Б В.2.7-19. Головний індикатор при визначенні групи горючості конкретного матеріалу - це час горіння. Чим довше може вистояти матеріал, тим нижче група горючості. Час горіння не єдиний індикатор. Також, під час вогневих випробуваннях будуть оцінюватися взаємодія матеріалу з полум'ям, чи буде він підтримувати горіння і в якій мірі.

Наприклад Горючість Г1 властива речовинам та матеріалам, які не можуть горіти без джерела запалювання, але у відповідних умовах вони здатні виділяти гази, що утворюють дим. Вони мають температуру димових газів не вище 135°C, ступінь пошкодження по довжині зразка не більше 65%, ступінь пошкодження за масою зразка не більше 20%, а для групи горючості Г2 горіння не більш, ніж 30 секунд. Максимальна температура димових газів при цьому – 235°C, ступінь пошкодження по довжині зразка не більше 85%, ступінь пошкодження за масою зразка не більше 50%, тривалість самостійного горіння не більше 30 секунд.

Група горючості нерозривна пов'язана з іншими параметрами вогнестійкості матеріалу, такими як займистість, виділення токсичних речовин та іншими. Всі разом показники вогнестійкості дозволяють судити про клас горючості. Тобто група горючості - це один з індикаторів присвоєння класу горючості, вона йому передує.

Займистість будівельних матеріалів з віднесенням їх до відповідної групи визначають за результатами випробування відповідно до ДСТУ Б В. 1.1-2. Горючі будівельні матеріали за поширенням полум'я поверхнею поділяють на чотири групи: РП1 (не поширюють); РП2 (локально поширюють); РП3 (помірно поширюють); РП4 (значно поширюють).

За *поширенням полум'я поверхнею* групи будівельних матеріалів за визначають для поверхневих шарів конструкцій покрівель, підлог, у т.ч. килимових покриттів, і встановлюють за результатами випробування відповідно до ДСТУ Б В.2.7-70.

Горючі будівельні матеріали за *димоутворювальною здатністю* поділяють на три групи: Д1 (з малою димоутворювальною здатністю); Д2 (з помірною димоутворювальною здатністю); Д3 (з високою димоутворювальною здатністю).

За *токсичністю продуктів горіння* горючі будівельні матеріали поділяють на чотири групи: Т1 (малонебезпечні); Т2 (помірнонебезпечні); Т3 (високонебезпечні); Т4 (надзвичайно небезпечні). Групи будівельних матеріалів за токсичністю продуктів горіння встановлюють залежно від значення показників токсичності продуктів горіння, які визначають відповідно до стандартів.

Висновки за розділом 6

Дотримання вимог охорони праці при виконанні будівельних робіт, пов'язаних з виконання робіт, які виконуються на висоті відіграє надзвичайно важливу роль в сучасному будівництві.

Система пожежної безпеки – це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збитків від неї. Пожежна безпека об'єкта має забезпечуватися системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту і системою організаційно-технічних заходів.

Дотримання правил пожежної безпеки при використанні горючих теплоізоляційних матеріалів регламентується відповідними нормативним документами.

Нормативна база України щодо пожежної безпеки адаптується до вимог ЄС, зокрема вимоги пожежної, електричної безпеки в останні роки динамічно змінюється і наближаються до європейських стандартів.

При влаштуванні навісного вентиляваного фасаду використовуються негорючі теплоізоляційні матеріали.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Зменшення видобутку викопних видів палива в Україні, стрімке зростання на них цін на світовому, проблеми глобального потепління зумовлюють необхідність суттєвого скорочення енергоспоживання в будівельній галузі, на яку приходиться до 40% використання всіх енергоносіїв і яка відповідальна за 36% парникових газів.

Вирішення проблем енергозбереження, необхідність покращення стану екології шляхом багаторазового зростання розмірів податку на викиди парникових газів, постіні внесення змін в нормативну базу будівельної галузі, впровадження енергетичної сертифікації будівельної продукції являються надзвичайно важливими не тільки для будівельної галузі але і для економіки України в цілому.

Перехід до виробництва і використання енергоефективних стінових матеріалів - газобетону автоклавного тверднення, на заміну енергозитратних на стадії виробництва і не енергоефективних на стадії експлуатації випалювальних матеріалів таких як керамічна цегла, керамзитобетон, забезпечують скорочення втрат енергії через оболонку громадської будівлі до 40%.

При цьому важлива роль покладається на зростання показників термічного опору огорожувальних конструкцій зовнішніх стін, вікон на 20% з введенням в дію в 2022 році нових ДБН В.2.6-31:2021.

Навісні вентилявані фасади забезпечують низку різноманітних переваг, в новому будівництві і тепло модернізації застарілого житлового фонду. Особливо це стосується енергетичних, екологічних, естетичних проблем сучасного будівництва громадських і житлових будівель. В останні роки має місце стрімке зростання кількості вентиляваних фасадів у висотному і малоповерховому будівництві.

Адаптація нормативної бази до вимог ЄС, введення нових ДБН, сертифікація будівельної продукції, зростання в десятки раз розмірів екологічних податків на викиди парникових газів максимально наблизять країну до рівня країн ЄС.

Впровадження європейського досвіду та адаптація європейських стандартів охорони праці на фоні втрати чинності на території України колишніх ГОСТів, СНіПів сприяє покращенню стану охорони праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гаевская З. А., Лазарева Ю. С., Лазарев А. Н. Проблемы внедрения системы «зеленых» стандартов // Молодой ученый. - 2015. - №16. - С. 145-152.
2. Бахур Н. В. Вплив будівельної сфери України на регіональний розвиток у воєнний час. Ефективна економіка. 2022. № 5. – URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=10306>.
3. <https://gordonua.com/ukr/news/war/do-kintsja-2022-roku-zbitki-vid-rujnuvan-zhitla-v-ukrajini-stanovili-54-mlrd-shmigal-1648188.html>.
4. Сердюк В. Р., Вербенко П.М., Шулаков О.В. Актуальність термомодернізації суміщених покрівель житлових будинків перших масових серій. МНТК «Інноваційні технології в будівництві. ВНТУ. 2022 Електронний ресурс. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/>.
5. Антонюк О.М., Шулаков О.В. Зелені покрівлі як інноваційне рішення запобігання глобальному потеплінню. НТК факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії. 2022. ВНТУ. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/schedConf/presentations>.
6. Перспективы электричества <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/outlook-for-electricity>.
7. Рівні CO₂ атмосфери у травні та чотири мільйони років тому зрівнялися, [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://nauka.ua/news/rivni-co2-v-atmosferi-dosyagli-pokaznika-chotiroh-miljoniv-rokiv-tomu>.
8. Мировая экономика. Энергоемкость ВВП стран мира. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://Supervisor.okis.ru/mirovaja-ekonomika/ht>
9. Fesanghary M. Design of lowe mission and energyefficient residential building susing a multi objective optimization algorithm /M. Fesanghary, S. Asadi, Z. W. Geem // Building and Environment. - №49. - 2012. - P. 245–250.
10. Сердюк В.Р., Дишкант Н.О. Актуальність використання зрідженого вуглеводневого газу для опалення малоповерхової житлової забудови // Міжн.

НТЖ Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. №2. 2016. – С.55-61.

11. Обзор мировой энергетики 2022 г. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>.

12. Wilson R. Some transboundary environment issues of public concern / R. Wilson // Electricity, Health and the Environment: Comparative assessment in support of decision making. Proceeding of an International Symposium. – Vienna, 1995. – P. 8.

13. Трофименко А. П. Ядерна енергетика та екологічна безпека / А. П. Трофименко // Праці міжнародної конференції «Енергетична безпека Європи. Погляд у XXI століття». 22–25 травня 2001 р., м. Київ. Енергозбереження та енергоефективність. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2001. – С. 168]

14 Трофименко А. П. Ядерна енергетика та екологічна безпека / А. П. Трофименко // Праці міжнародної конференції «Енергетична безпека Європи. Погляд у XXI століття». 22–25 травня 2001 р., м. Київ. Енергозбереження та енергоефективність. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2001. – С. 168.

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

16. Buildings and the Environment: A Statistical Summary // US environmental Protection Agency. – 2004.

17. Сердюк В.Р., Сердюк Т.В., Франишина С.Ю. Підвищення ролі будівельної галузі у сповільненні глобального потепління. Вісник ВПІ. 2022. № 5 –С. 6-15.

18. Пасивний будинок - інноваційна технологія в енергоефективному будівництві: http://uk.octopus.ua/passive_house/.

19.Бродач М.М. Здание с близким к нулевому энергетическим балансом / М.М. Бродач, В.И. Ливчак // АВОК. 2011. № 5Строительные материалы, 2010. № 8, -С. 8-10.

20. Лысёв В.И., Шилин А.С. Направления повышения энергоэффективности зданий и сооружений // Холодильная техника и кондиционирование. 2017. №2. - С.18-25.

21. Fesanghary M. Design of lowe mission and energyefficient residential building susing a multi objective optimization algorithm / M. Fesanghary, S. Asadi, Z. W. Geem // Building and Environment. -№49. - 2012. - P. 245-250.
22. Мировая экономика. Энергоемкость ВВП стран мира. Электронний ресурс. Режим доступу: // <http://Supervisor.okis.ru/mirovaja-ekonomika/ht>.
23. Directive 93/76/EC of the European parliament and of the Council of 13 September 1993 to limit carbon dioxide emissions by improving energy efficiency (SAVE) , Official Journal of the European Communities - 22.9.1993. – p. 28 – 30.
24. Сердюк В. Р. Франишина С.Ю. Світовий досвід реалізації стандартів «зеленого» будівництва. Науково-технічний журнал «Нові технології в будівництві». – Київ. – 2017. – №32. -С.49-53.
25. Directive 2002/91/EC of the European parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings, Official Journal of the European Communities - 4.1.2003. – p. 65 – 71.
26. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції.
27. Горин В.М., «Применение керамзитобетона в строительстве – путь к энерго- и ресурсоэффективности, безопасности зданий и сооружений,» Строительные материалы, 2010. № 8, -С. 8-10.
28. Биба В. В. Стан та перспективи розвитку будівельної галузі України / В. В. Биба, В. С. Гаташ // Зб. наук. праць ПолтНТУ, 2013. Вип. 4 (39). –Т. 2. – С.3–9.
29. Вылегжанин В.П., Пинскер В.А. «Автоклавный газобетон для строительства экономичного и экологичного жилья» Журнал Строительные материалы. 2009. №8, -С.8-11.
30. Сердюк В.Р., Рудченко Д.Г. Порівняльні показники енергоємності виробництва автоклавного газобетону та інших стінових матеріалів. Науково-технічний журнал «Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві. ВНТУ. 2020. –С.41-48.

31. Воробьев Х. С. Проблемы производства и применения изделий из ячеистого бетона в строительстве / Х. С. Воробьев, В. С. Балицкий, А. А. Франивский А. А. //Строительные материалы и изделия. 2002. – №2. – С.7-11.
32. Ухова Т. А. Ячеистый бетон - эффективный материал для однослойных ограждающих конструкций жилых зданий / Т. А. Ухова, Л. А. Тарасова Л. А. // Строительные материалы. - TECHNOLOGY. - 2003. - №11. - С.19-20.
33. ДСТУ - Н Б В.2.6-202:2015 Настанова з проектування та улаштування конструкцій будівель із застосуванням виробів із нідрюватого бетону автоклавного тверднення. Київ. Мінрегіон. 2016. 98с.
34. Ломакин И.А. Пожарная опасность систем навесных вентилируемых фасадов. Мировая наука, №4 (4). 2017.- С. 56-58.
35. <https://www.building.govt.nz/assets/Uploads/building-code-compliance/e-moist>.
- 36 Theodosiou TG, Tsikaloudaki AG, Kontoleon KJ та ін. (2015) Терманаліз мостів на системах облицювання фасадів будівель. Енергетика та будівлі 109:377–384.
37. DIN 18615-1 та ETAG 034. Немецкая ассоциация производителей навесных вентилируемых фасадов — <http://www.fvvhf.de/Fassade/VHF-System/Aufbau-und-Technik.php>.
38. DIN 18615-1:2010 Cladding for external walls, ventilated at rear — Part 1: Requirements, principles of testing.
39. Сонячні панелі для фасадів будівель <https://karbon-cns.com.ua/uk/fasadnii-riishennyia.html>.
40. Оригінальний сонячний фаспад з прозорих фото панелей в паркінгу в Швейцарії. <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/5667-originalnyj-solnechnyj-fasad-iz-prozrachnykh-fotopanelej-ukrasil-parking-v-shvejtsarii.html>.
41. Цопа В. Принципи, структура та процес керування ризиками. Охорона праці. 2019. № 1. - С.26–29.
42. Охорона праці в Україні та за кордоном: система менеджменту охорони здоров'я та професійної безпеки. <https://oppb.com.ua/articles/ohorona-praci-v-ukrayini-ta-za-kordonom-systema-menedzhmentu-ohorony-zdorovya-ta>.

ДОДАТКИ

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

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

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 85 % Схожість 15 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):



1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

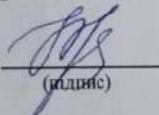


2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.



3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

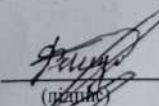

(підпис)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

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

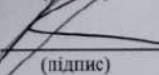
Автор роботи


(підпис)

Шулаков О.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Сердюк В.Р.

(прізвище, ініціали)

Додаток Б – Відомість аркушів графічної частини

Аркуш	Найменування	Примітка
1	2	3
1	Назва магістерської кваліфікаційної роботи	
2	Загальні характеристики магістерської роботи	
3	Середньорічні зміни середньої глобальної температури. Показники викидів CO ₂ при спалюванні різних видів палива	
4	Динаміка видобутку кам'яного вугілля та нафти. Динаміка споживання природного газу	
5	Динаміка встановленої потужності вугільної енергетики до 2030 року	
6	Класифікація будівель та споруд за рівнем річного споживання енергії	
7	Викиди в еквіваленті CO ₂ для повного енергетичного ланцюга	
8	Порівняльні глобальні індекси зеленої економіки і індекси низьковуглецевої економіки	
9	Ставка податку на викиди CO ₂ окремих країнах Європи станом на 2021 рік. Порівняльні показники мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі (R) огорожувальних конструкцій житлових та громадських будівель. Порівняльні нормативні показники коефіцієнту термічного опору для огорожувальних конструкцій будівель. Технічні властивості автоклавного газобетону	
10	Динаміка виробництва автоклавного газобетону в Україні. Динаміка виробництва невогнетривкої глиняної цегли.	
11	Модернізація фасадів існуючих будинків (озеленення, утеплення «мокрый» фасад та вентильований фасад	

Продовження додатку Б

1	2	3
12	Найбільш поширений варіант влаштування вентилязованого фасаду. На межі між залізобетоном та теплоізоляцією температура значно вища, тому посилюється теплообмін.	
13	Фіксація будівництва вентиляційного фасаду (м. Вінниця, пр. Юності). Фасадні касети торгового центру Мега, Україна. Фасадні касети Ruukki Liberta.	
14	Влаштування віконної перемички та обов'язочного армопоясу поясу будинку з використанням газобетонних U-блоків.	
15	Закріплення фотоелектричних панелей	
16	Кріплення сонячних панелей на стіни будинку та паркани	
17	Генплан. Ситуаційна схема. Фотофіксація існуючого стану ділянки забудови	
18	План першого поверху. План покрівлі. Перевали та недоліки газоблоку аерос та керамічної порожнистої цегли	
19	Перевали та недоліки плоскої інверсійної покрівлі та покрівлі з руберойду	
20	Економічна ефективність прийнятих інноваційних рішень при проектуванні офісної будівлі	

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної
інженерії

Магістерська робота
Шулакова Олександра Володимировича

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

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

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Тема: Інноваційні технологічні рішення будівництва громадських будівель з використанням вентилязованих фасадів.

Метою магістерської роботи є узагальнення сучасного стану енергетичного забезпечення і раціонального використання енергетичних ресурсів при будівництві і укриманні житлових і громадських будівель з розробкою організаційно-технічних рішень влаштування вентилязованого фасаду.

Для досягнення мети роботи поставлені такі **завдання дослідження:**

- дослідити стан енергетичного забезпечення будівництва, економіки в цілому та проблемні питання зростання викидів парникових газів, через надмірне спалювання викопних вуглеводів;
- обґрунтувати науково-технічну та економічну доцільність адаптації української нормативної бази і зокрема показників термічного опору оболонки будівель до вимог країн ЄС;
- дослідити світові тенденції і вітчизняні реалії оподаткування викидів парникових газів;
- провести аналіз, узагальнення і оцінити стан виробництва та використання прогресивного стінового матеріалу - газобетону автоклавного тверднення;
- узагальнити світовий досвід та показати перспективи впровадження вентилязованих фасадів;
- обґрунтувати науково-технічну та економічну доцільність розширення функціональності облицювальних панелей навісних вентилязованих фасадів як сонячних панелей як джерела ВДЕ;

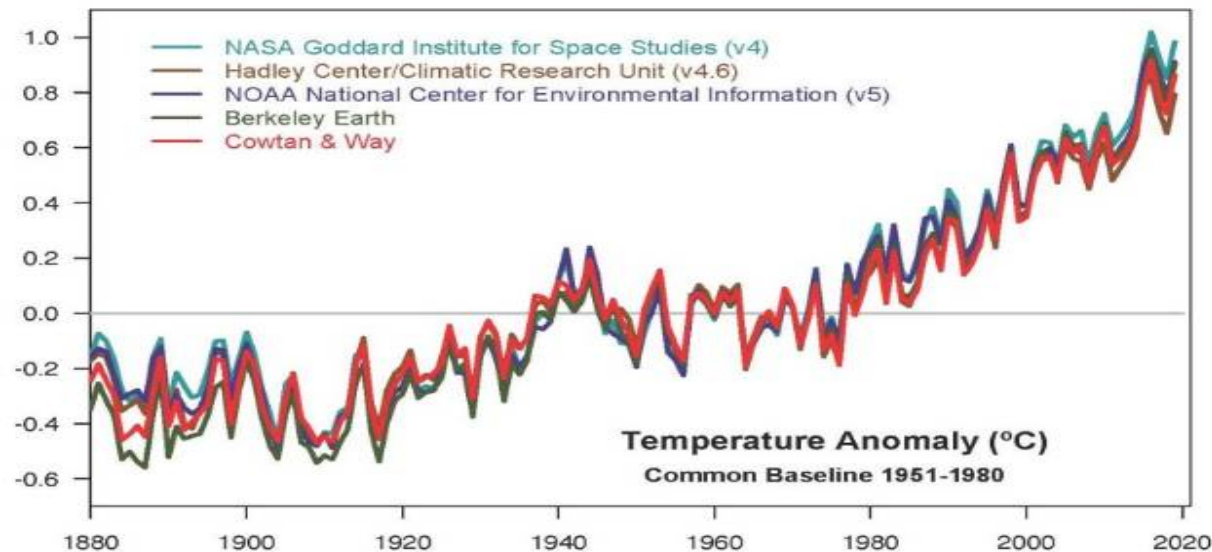
Об'єктом дослідження є узагальнене формування вітчизняного досвіду будівництва громадських і житлових будівель з урахуванням оновленої енергетичної стратегії України.

Предмет дослідження: теоретичні засади та практичні положення влаштування в навісних вентиляційних фасадів.

Апробація: Матеріали магістерської роботи доповідались на НТК ВНТУ

Публікації: Оpubліковані в співавторстві 2 тези доповідей на міжнародних НТК ВНТУ

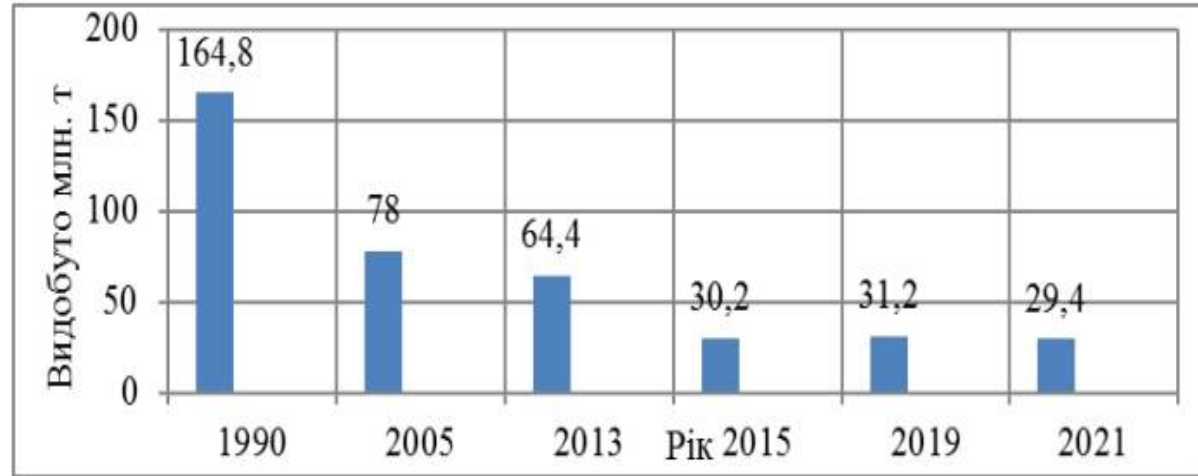
Середньорічні зміни середньої глобальної температури



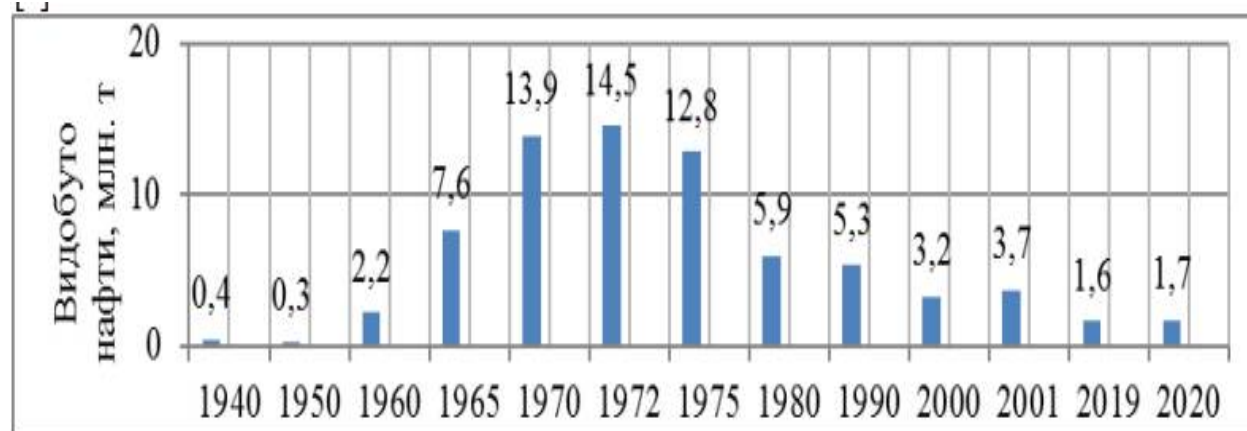
Показники викидів CO₂ при спалюванні різних видів палива.

Вид палива	Викиди CO ₂
Природний газ	1,85 т CO ₂ / (тис. м ³)
Камяне вугілля	2,7–2,8 т CO ₂ / т, в залежності від марки вугілля
Торф	~1,5 т CO ₂ / т.
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 (літне більш густіше).
Деревне паливо і сільськогосподарські відходи	Викиди CO ₂ приймаються рівними нулю, оскільки CO ₂ був поглинений з атмосфери в процесі росту рослин.

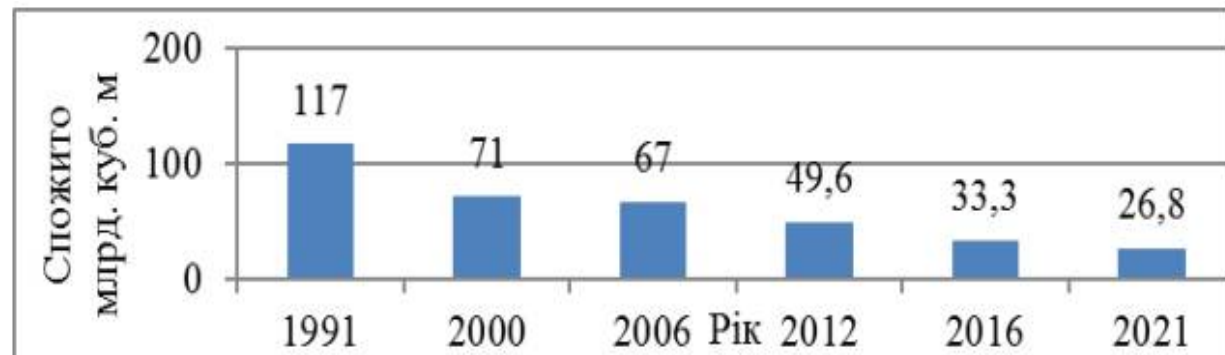
Динаміка видобутку кам'яного вугілля



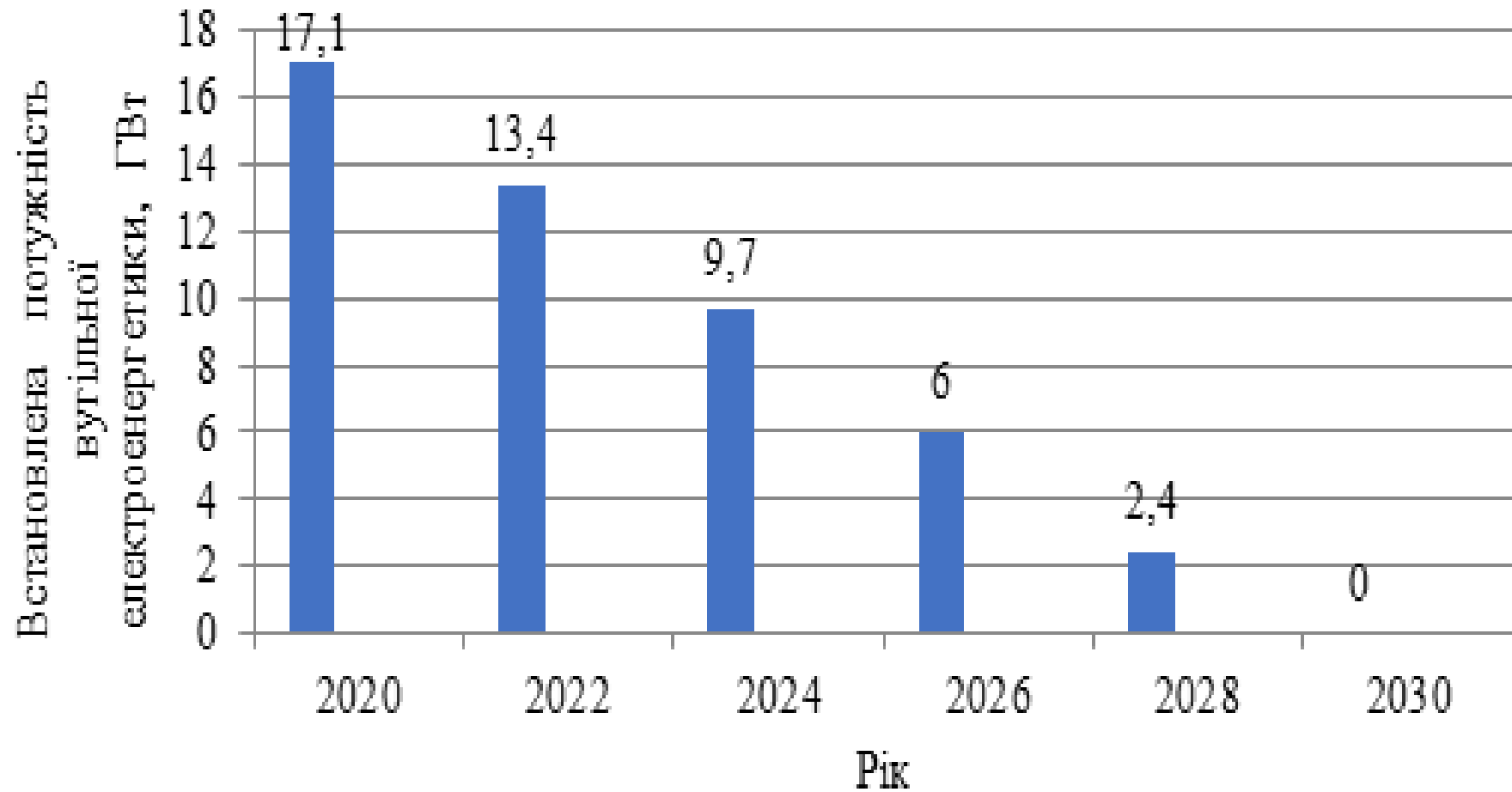
Динаміка видобутку нафти



Динаміка споживання природного газу



Динаміка встановленої потужності вугільної енергетики до 2030 року



Класифікація будівель та споруд за рівнем річного споживання енергії

Класифікація будівель	Річне споживання енергії, кВт·г/м ²
Стара будівля	300
Нова будівля	150
Будинок низького енергоспоживання	60
Пасивний будинок	15
Будинок з нульовим споживанням енергії	0
Будинок з плюсовою енергією	Виробляє більше енергії, ніж споживає

Основні парникові гази та їх потенціальний вплив на глобальне потепління.

№	Хімічна формула	Назва	Потенціал глобального потепління
1	CO ₂	Діоксид вуглецю	1
2	CH ₄	Метан	25
3	N ₂ O	Закись азоту	298
4	HFC _x	Гідрофторвуглероди	150...11700
5	PFC _x	Перфторвуглероди	6500...9200
5	SF ₆	Гексафторид сірки (елегаз)	23900

Викиди в еквіваленті CO₂ для повного енергетичного ланцюга

Енергоджерело	Викиди оксиду вуглецю (IV) (грам/кВт.год)
Вугілля	265–357
Нафта	212–264
Природний газ	120–188
Сонячні фотоелементи	27–76
Гідроенергетика	6–65
Біомаси	3–13
Енергія вітру	3–13
Атомна енергетика	2–6

Основні парникові гази та їх потенціальний вплив на глобальне потепління.

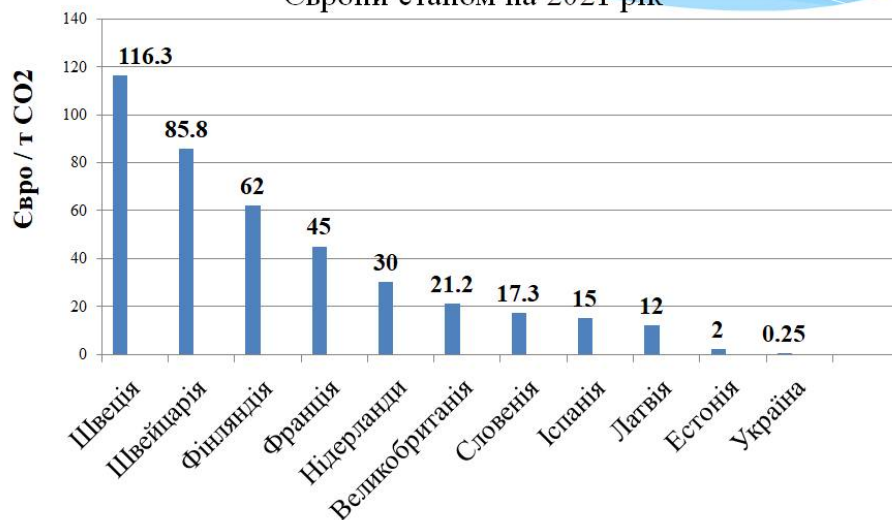
№	Хімічна формула	Назва	Потенціал глобального потепління
1	CO ₂	Діоксид вуглецю	1
2	CH ₄	Метан	25
3	N ₂ O	Закись азоту	298
4	HFC _x	Гідрофторвуглероди	150...11700
5	PFC _x	Перфторвуглероди	6500...9200
5	SF ₆	Гексафторид сірки (елегаз)	23900

Порівняльні глобальні індекси зеленої економіки і індекси низьковуглецевої економіки

Глобальний індекс «зеленої» економіки (2018 р.)			Індекс низьковуглецевої економіки (2019 р.)		
Рейтинг	Країна (територія)	Результат	Рейтинг	Країна	Інтенсивність викидів вуглецю
1	Швеція	0,7608	1	Франція	107
2	Швейцарія	0,7594	2	Велика Британія	128
3	Ісландія	0,7129	3	Італія	131
4	Норвегія	0,7031	4	Бразилія	137
5	Фінляндія	0,6997	5	Індонезія	154
6	Німеччина	0,6890	16	Саудівська Аравія	365
7	Данія	0,6800	17	Китай	378
8	Тайвань	0,6669	18	Південна Корея	387
9	Австрія	0,6479	19	Росія	402
10	Франція	0,6405	20	ПАР	519
120	Україна	0,3813			

Ставка податку на викиди CO₂ окремих країнах

Європи станом на 2021 рік



Порівняльні показники мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі (R) огорожувальних конструкцій житлових та громадських будівель

Огороджувальні конструкції, термічний опір, R (м ² ·К / Вт)	ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель		ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель	
	Зовнішні стіни	3,3	2,8	4,0
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

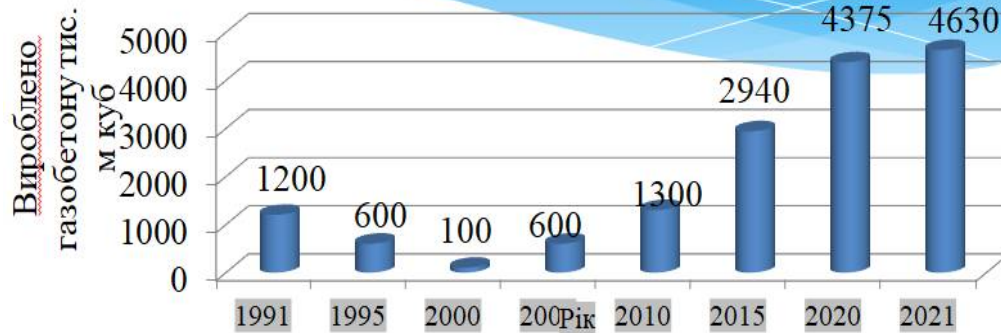
Порівняльні нормативні показники коефіцієнту термічного опору для огорожувальних конструкцій будівель

Країна	Німеччина	Данія	Великобританія	Норвегія	Швеція	Фінляндія	Україна
Рік прийняття	2009	2006	2010	2007	2008	2010	2021
Стіни	3,57	5,00	5,55	5,56	5,56	5,88	4,0-3,5
Покрівля	5,00	5,56	6,67	7,69	7,69	11,11	6,0-5,5
Вікна	0,77	0,67	0,67	0,83	0,76	1,0	0,75-0,6
Підлога	2,86	6,67	4,76	6,67	6,67	5,88	4,95-4,5

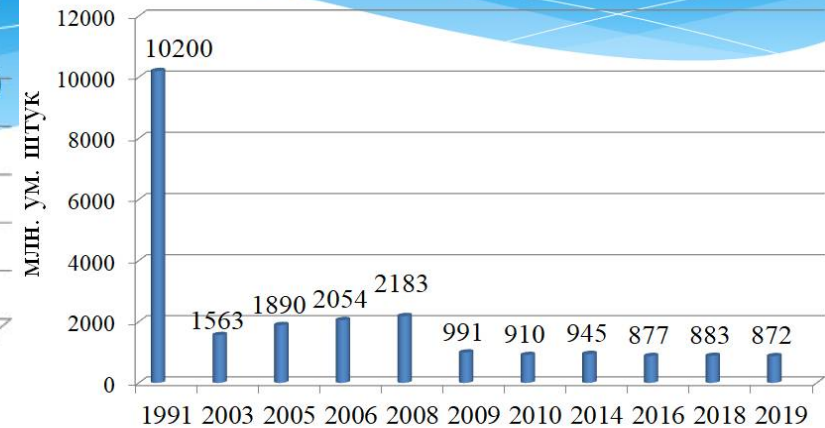
Технічні властивості автоклавного газобетону

Марка	Густина, кг/м ³	Клас міцності на стиск	Коефіцієнт теплопровідності в сухому стані Вт/м·°C	Коефіцієнт теплопровідності в умовах експлуатації Вт/м·°C	Марка морозостійкості, циклів, не менше	Усадка при висиханні, мм/м не більше
D150	150	C035	0,05	0,055	Не норм	Не норм
D300	300	<C1,5 (2,5 МПа)	0,08	0,09	F100	0,47
D400	400	C2,5	0,1	0,125	F100	0,3
D500	500	C2,5	0,12	0,142	F100	0,3

Динаміка виробництва автоклавного газобетону в Україні



Динаміка виробництва невогнетривкої глиняної цегли



Рік

Фрагмент збірно-монолітної конструкції віконної перемички з використанням газобетонних U-блоків

№пп	Виконання <u>кладочного шва</u>	Відносна міцність, %
1	<u>Цементно-пісчана суміш, 10 мм</u>	100
2	Тонкошаровий цементний клей, 2 мм	132
3	Тонкошаровий розчин з шліфовкою блоків, 1,5 мм	126
4	Пінополіуретановий клей (<u>ППУ-клей</u>)	118
5	Насухо	121

Модернізації фасадів існуючих будинків (озеленення, утеплення
«мокрый» фасад та вентильований фасад

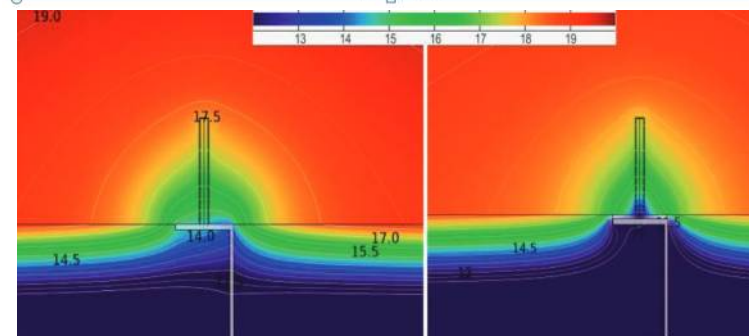
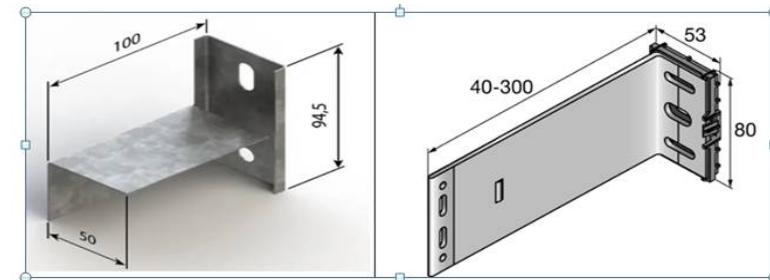


Найбільш поширений варіант влаштування вентилязованого фасаду

Клямери з нержавіючої сталі для фасадних панелей



На межі між залізобетоном та теплоізоляцією температура значно вища, тому посилюється теплообмін



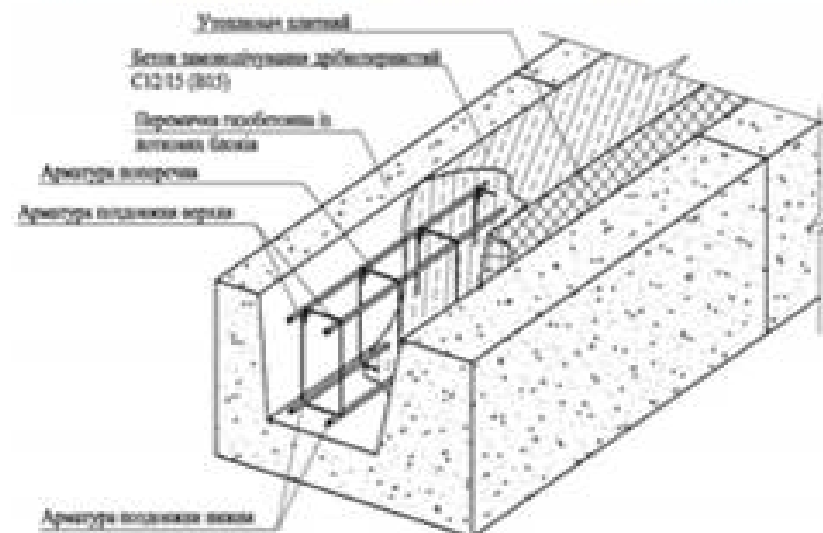
**Фіксація будівництва вентиляційного
фасаду (м.Вінниця, пр. Юності)**



**Фасадні касети торгового центру Мега, Україна.
Фасадні касети Ruukki Liberta**

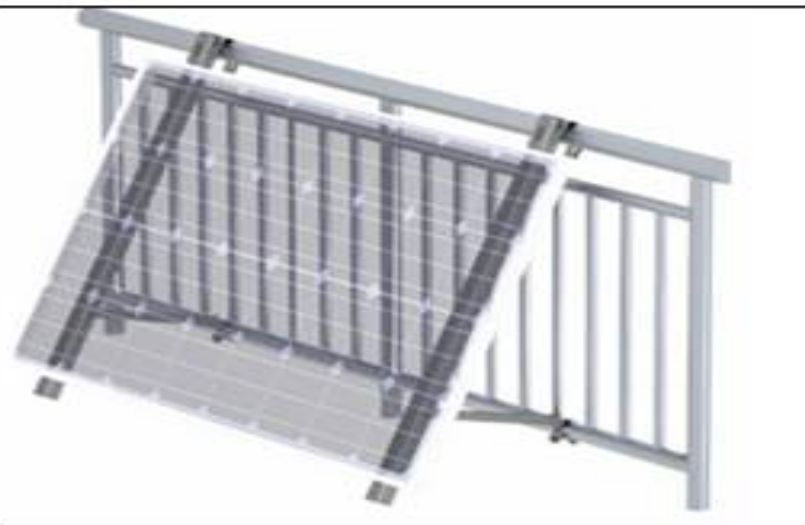


Влаштування віконної перемички та обв'язочного армопоясу поясу будинку з використанням газобетонних U-блоків.



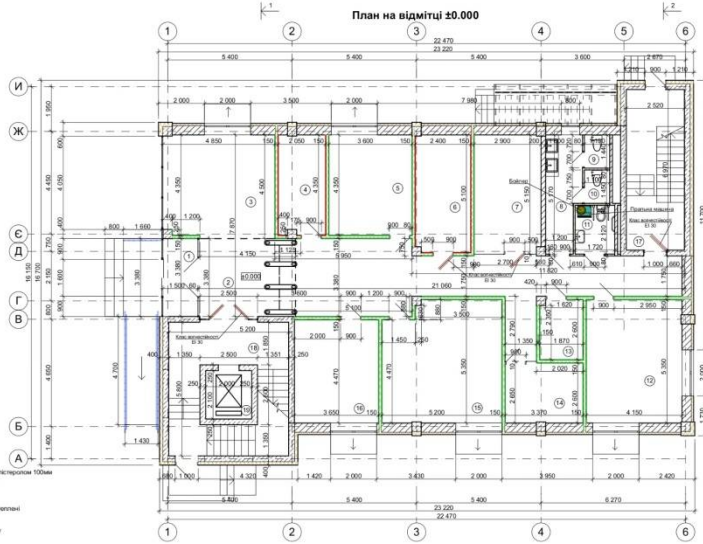
Китайсько-австралійський виробник монтажних систем Cleenergy представив конструкцію, що призначена для закріплення фотоелектричних панелей зовні балконів висотних будівель.



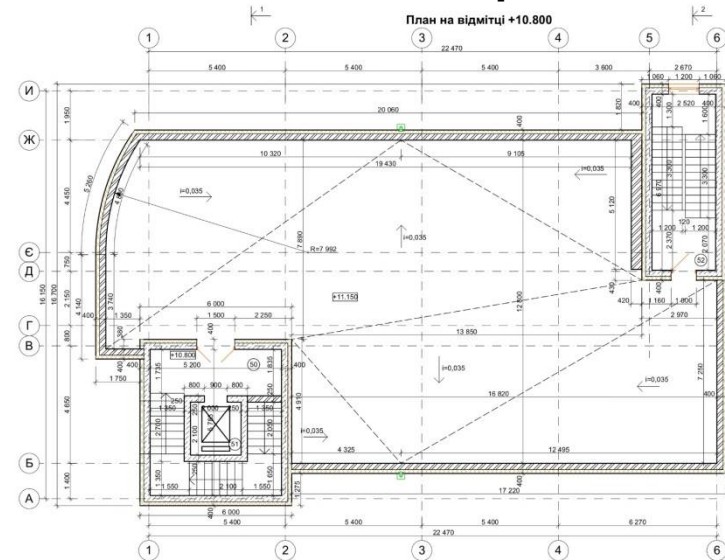


Кріплення сонячних панелей на стіни будинку та паркани

План першого поверху



План покрівлі



Переваги газобетону

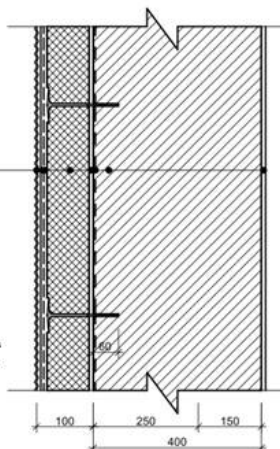
- 1) Більш низька вартість будівництва з газобетону в порівнянні з будівництвом з деревини та цегли;
- 2) Скорочення термінів будівництва в 2-3 рази;
- 3) Високі теплоізоляційні властивості газобетону, що дозволяють порівнювати клімат в газобетонних будинку з кліматом в дерев'яному будинку.
- 4) Низька вартість: газобетон є одним з найбільш дешевих будівельних матеріалів.
- 5) Хороша теплоізоляція: газобетон добре утримує тепло, що дозволить знизити витрати на опалення приміщень, а влітку зберегти приємний холодок у будинку.
- 6) Зручний в роботі: з газобетоном легко працювати і важко наробити помилок. Великі розміри, захвати, гребені, пази і легка вага блоків дозволяє легко монтувати, перевозити, різати і шліфувати газоблоки.
- 7) Паропроникність: пориста структура пористого бетону забезпечує вихід водяної пари з опалювального будинку назовні;
- 8) Дозволяє будувати одношарові зовнішні стіни без утеплення.
- 9) Швидко сохне, завдяки паропроникності. Головне, не покрити штукатурку фарбою, яка не пропускає воду.

Недоліки газобетону

- 1) Крихкість (при невеликій щільності);
 - 2) Теплопровідність;
 - 3) Висока поглинання вологи;
 - 4) Має низьку міцність на стиск (блоки з низьким коефіцієнтом теплопровідності);
- Проте, якщо вибрати блоки з правильними параметрами для вашого будинку, з газобетону можна побудувати всі види стін, в тому числі і підвали.

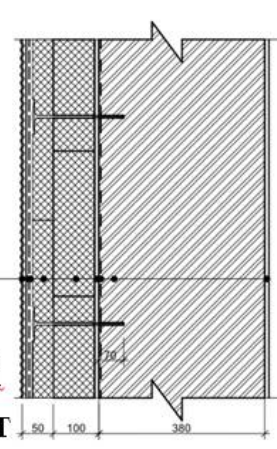
Переваги та недоліки газоблоку аерос та керамічної порожнистої цегли

Декоративна штукатурка Ceresit CT36
 Грунтовка Ceresit CT17
 Скляна сітка
 Закисний шар Ceresit CT190, армований склошпаківкою з чавунками 5x5 мм
 Тарільчастий фасадний анкер з металевим цвяхом - 160/165мм
 Утеплювач пінопласт IZOTERM ПСБ-С-35 t=100мм
 Клейовий шар Ceresit CT190
 Зм'яглювача грунтовка Ceresit CT17
 Зовнішня стіна з газоблоку AEROC 0500 400x600x200(н)
 Внутрішня штукатурка



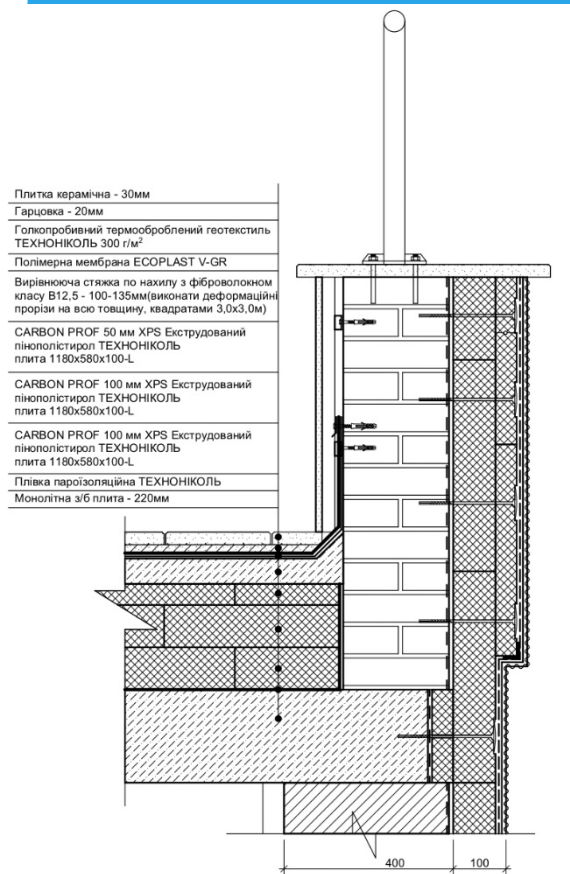
Коефіцієнт теплопередачі
 $5,02 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ / \text{Вт}$

Декоративна штукатурка Ceresit CT36
 Грунтовка Ceresit CT17
 Скляна сітка
 Закисний шар Ceresit CT190, армований склошпаківкою з чавунками 5x5 мм
 Тарільчастий фасадний анкер з металевим цвяхом - 220/225мм
 Утеплювач пінопласт IZOTERM ПСБ-С-35 t=50мм
 Утеплювач пінопласт IZOTERM ПСБ-С-35 t=100мм
 Клейовий шар Ceresit CT190
 Зм'яглювача грунтовка Ceresit CT17
 Керамічна порожниста цеглина 1000 кг/м³ (бухта) на цементно-підсумному розчині - 380мм
 Внутрішня штукатурка



Коефіцієнт теплопередачі
 $3,77 \text{ m}^2 \cdot \text{C}^\circ / \text{Вт}$

Перевали та недоліки плоскої інверсійної покрівлі та покрівлі з руберойду

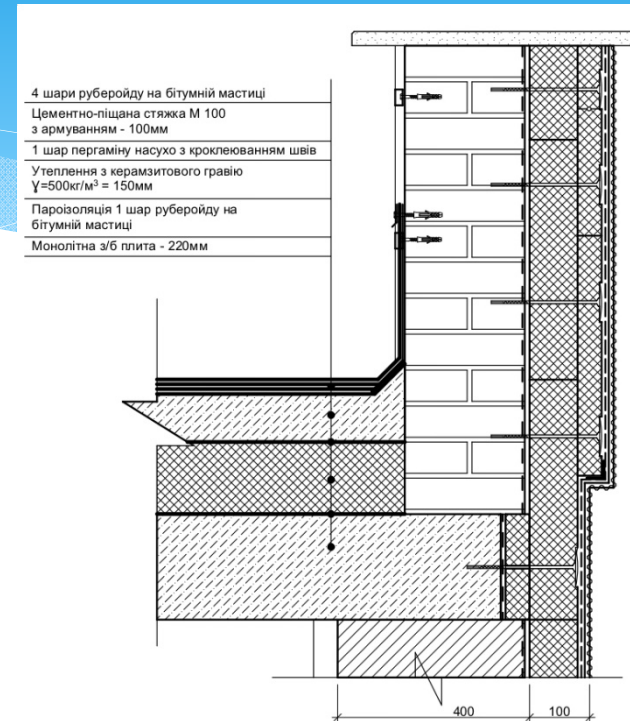


- Плитка керамічна - 30мм
- Гарцювка - 20мм
- Голкопровинний термооброблений геотекстиль ТЕХНОКОЛЬ 300 г/м²
- Полімерна мембрана ECOPLAST V-GR
- Вирівнююча стяжка по нахилу з фіброволоном класу В12,5 - 100-135мм(виконати деформаційні прорізи на всю товщину, квадратами 3,0х3,0м)
- CARBON PROF 50 мм XPS Екструдований пінополістирол ТЕХНОКОЛЬ плита 1180х580х100-L
- CARBON PROF 100 мм XPS Екструдований пінополістирол ТЕХНОКОЛЬ плита 1180х580х100-L
- CARBON PROF 100 мм XPS Екструдований пінополістирол ТЕХНОКОЛЬ плита 1180х580х100-L
- Плівка парозіщадна ТЕХНОКОЛЬ
- Монолітна з/б плита - 220мм

Показник опору теплопередачі
7,18 м² ·С°/ Вт

- Переваги інверсійної покрівлі
- 1) підвищена зносостійкість, завдяки чому вона може використовуватися в областях з агресивними кліматичними умовами.
 - 2) тривалий термін служби — до 60 років.
 - 3) відмінна теплоізоляція.
 - 4) екологічна безпека.
 - 5) багатоваріантність.
 - 6) прийнятна ціна. Економія заснована на скороченні кількості матеріалів і процесу їх укладання.
 - 7) здатність витримувати значні навантаження.
 - 8) можливість застосування для побудованих будівель.

- Недоліки інверсійної покрівлі
- 1) трудомісткість процесу переміщення матеріалів на дах.
 - 2) неможливість облаштування в районах з великою кількістю опадів.
 - 3) проблемний ремонт. Протікання, якщо така утворюється, усунути можна тільки знявши частину пригруза.
 - 4) обов'язкова наявність достатньої кількості водостоків.
 - 5) необхідність в чіткому дотриманні інструкції, інакше пиріг перестане бути функціональним.



- 4 шари руберойду на бітумній мастиці
- Цементно-піщана стяжка М 100 з армуванням - 100мм
- 1 шар пергаміну насухо з кроклеванням швів
- Утеплення з керамзитового гравію $\gamma=500\text{кг/м}^3 = 150\text{мм}$
- Парозізоляція 1 шар руберойду на бітумній мастиці
- Монолітна з/б плита - 220мм

Показник опору теплопередачі
1,48 м² ·С°/ Вт

Економічна ефективність прийнятих інноваційних рішень при проектуванні офісної будівлі

Інверсійна покрівля:

- підвищення зносостійкість;
- відмінна теплоізоляція;
- багатоваріантність;
- екологічність;
- скорочення термінів будівництва;
- довговічність.

Стіни з газо блоку:

- скорочення термінів будівництва;
- паро проникність;
- низька вартість;
- високі теплоізоляційні властивості;
- зручність в роботі;
- значне зменшення навантаження на фундаменти.

Організаційно-технічні положення

Перемички газобетонні з U-блоків:

- високі теплоізоляційні показники;
- високий коефіцієнт шумопоглинання;
- абсолютна екологічність;
- має високу морозостійкість;
- стійкі до механічних навантажень;
- менша вага від з/б перемичок.

Поліуритановий клей:

- шар клеюв 20-30% міцніший від звичайної цементно-піщаної суміші;
- в 5-6 раз зменшує витрати розчину;
- зростає продуктивність праці;
- зникає місток холоду між швами.

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи «Інноваційні технологічні рішення будівництва громадських будівель з використанням вентильованих фасадів. Шулаков Олександр Володимирович зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

Актуальність. Тема магістерської роботи присвячена дослідженню проблеми влаштування навісних вентильованих фасадів, як нового для України інструментарію вирішення проблем довговічності фасадів сучасних будівель.

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

В магістерській роботі передбачена низка заходів спрямованих на енергозбереження, підвищений термін експлуатації фасадів будівель при послідуочій експлуатації запроектованої будівлі.

Новизна роботи полягає в розширенні поліфункціональних властивостей вентильованих фасадів в частині отримання додаткової генерації енергії для утримання громадських і житлових будинків.

Висновки: Магістрант має досвід практичної роботи та працює на виробництві, хорошо обізнаний з новими будівельними технологіями, має наукові публікації. Недоліки роботи – незначні помилки в оформленні роботи. Графічна частина містить велику кількість листів і могла б бути ущільнені. Рівень підготовки студента відповідає вимогам освітньої програми. В цілому магістерська кваліфікаційна робота, при належному захисті заслуговує оцінки відмінно «А» 92 бала.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

д.т.н., професор

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

В.Р.Сердюк

(ініціали, прізвище)

ВІДГУК ОПОНЕНТА
На магістерську кваліфікаційну роботу

студента Шулакова Олександра Володимировича
(прізвище, ім'я, по батькові)
на тему: Інноваційні технологічні рішення будівництва
громадських будівель з використанням вентильованих фасадів

Презентована робота виконана на актуальну тематику, яка важлива для нашого суспільства сьогодні. Основна суть поданої роботи відповідає завданню, а отримані в результаті досліджень висновки в повній мірі відображують поставлені задачі. Робота виконана на достатньому рівні, всі прийняті рішення обґрунтовані результатами досліджень або відповідними розрахунками. Результати наукових досліджень магістерської кваліфікаційної роботи були апробовані на ЛП (52-ій) науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, ВНТУ (травень, 2023 р.).

У магістерській кваліфікаційній роботі передбачена низка заходів спрямованих на енергозбереження, підвищений термін експлуатації фасадів будівель при послідуочій експлуатації запроектованої будівлі. За результатами досліджень прийнято рішення для технічного об'єкту, що дало змогу отримати позитивний економічний ефект.

В цілому роботу виконано на високому рівні, відповідає вимогам оформлення. За виконану роботу при належному захисті магістрант заслуговує на оцінку «А» (90 б.) та присвоєння кваліфікації магістра з будівництва.

Опонент

д.е.н., проф. каф. ІСБ
(посада, науковий ступінь, вчене звання)



(підпис)

Джеджула В. В.
(ініціали, прізвище)