

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра Промислове та цивільне будівництво

(повна назва)

Кваліфікаційна робота

рівень вищої освіти Магістр

(рівень вищої освіти)

на тему: Застосування енергоефективної політики в
цивільному будівництві

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1922-пцб-1

Веремій Г.Є.

(прізвище та ініціали)

Спеціальність

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма

«Промислове і цивільне будівництво»

(шифр і назва)

Керівник: проф., д.е.н. Анін В.І.

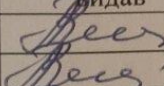
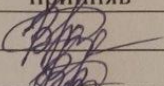
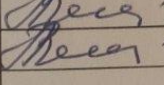
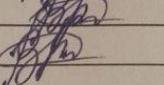
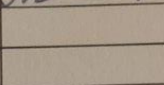
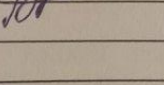
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент проф., д.т.н. Арутюнян І.А.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя, 2023 року


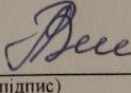
6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Анін В.І.		
Розділ 2	Анін В.І.		
Розділ 3	Анін В.І.		
Розділ 4	Анін В.І.		

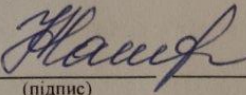
7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Теоретичні аспекти енергоефективної політики в розрізі цивільного будівництва	з 02.10 по 24.10.2023	
2	Дослідження сучасних методів підвищення енергоефективності окремих складових будівлі	з 25.10 по 09.11.2023	
3	Архітектурно-технологічні рішення для проєкту п'ятиповерхового готелю	з 10.11 по 15.11.2023	
4	Технологічна карта на встановлення енергоефективних склопакетів	з 16.11 по 06.12.2023	

Студент  (підпис) _____ Г.Є. Веремій (ініціали та прізвище)Керівник роботи (проєкту)  (підпис) _____ В.І. Анін (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  (підпис) _____ Данкевич Н.О. (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Веремій Г.Є. Застосування енергоефективної політики в цивільному будівництві.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

Науковий керівник В.І. Анін, Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, 2023.

У роботі визначаються основні проблеми впровадження енергоефективних технологій в будівництво для приватного українського забудовника та розглядаються особливості проектування українських енергоефективних будівель. Проводиться дослідження європейських методів підвищення енергоефективності цивільних будівель та можливості застосування їх при новому будівництві в Україні.

На прикладі європейського досвіду з підвищення енергоефективності у цивільному будівництві проводиться вдосконалення існуючих методів покращення енергоефективності на прикладі проектуванні п'ятиповерхового готелю в м. Львів.

У роботі розробляється архітектурно-конструктивні рішення в розрізі застосування енергоефективності, як складової проекту будівництва готелю.

Ключові слова: енергоефективність, енергозбереження, інновації, цивільне будівництво, технологія.

Веремій Г.Є., В.І. Анін, І.А. Арутюнян. Застосування енергоефективної політики в цивільному будівництві. *III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТАЛОГО НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ»*. Запоріжжя: ІННІ ЗНУ, 2023.

ANNOTATION

Hlib Veremiy. Promotion of Energy Efficiency Policy in the Civil Engineering. Qualifying final work for obtaining a master's degree in the specialty 192 - Civil and Environmental Engineering.

Supervisor: V.I. Anin, Engineering Education and Research Institute of Zaporizhzhia National University, 2023.

The paper identifies the main problems of implementing energy efficient technologies in construction for a private Ukrainian developer and considers the peculiarities of designing Ukrainian energy efficient buildings. The paper also examines European methods of improving the energy efficiency of civil buildings and the possibility of applying them to new construction in Ukraine.

Based on the example of European experience in improving energy efficiency in civil engineering, the existing methods of improving energy efficiency are being improved on the example of the design of a five-story hotel in Lviv.

The paper develops architectural and design solutions in terms of energy efficiency as a component of a hotel construction project.

Keywords: energy efficiency, energy saving, innovation, civil engineering, technology.

Hlib Veremiy, Victor Anin, Irina Arutyunyan. Application of energy efficiency policy in civil engineering. III All-Ukrainian Scientific and Practical Conference with the participation of young scientists "Actual issues of sustainable scientific, technical and socio-economic development of the regions of Ukraine". Zaporizhzhia: INNI ZNU, 2023.

ЗМІСТ

	стр.
Вступ.....	6
1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ПОЛІТИКИ В РОЗРІЗІ ЦИВІЛЬНОГО БУДІВНИЦТВА.....	10
1.1 Проблематика впровадження сучасних енергоефективних систем в Україні.....	10
1.2 Дослідження енергоефективної політики в Україні у розрізі цивільного будівництва	15
1.3 Огляд успішних кейсів впровадження енергоефективних систем в цивільному будівництві в країнах Євросоюзу.....	21
2 ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОКРЕМИХ СКЛАДОВИХ БУДІВЛІ.....	29
2.1 Застосування енергоефективних світлопрозорих конструкцій	29
2.2 Застосування системи «зелена» покрівля в житлових будинках.....	39
3 АРХІТЕКТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПРОЄКТУ П'ЯТИПОПЕВЕРХОВОГО ГОТЕЛЮ.....	49
3.1 Обґрунтування ідеї будівництва готелю.....	49

3.2	Початкові дані будівельного об'єкту, як предмет дослідження	51
3.3	Планування й благоустрій будівельної ділянки.....	52
3.4	Об'ємно – планувальні рішення.....	53
3.5	Зовнішнє та внутрішнє оздоблення.....	55
3.6	Теплотехнічний розрахунок.....	56
3.6.1	Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.....	56
3.6.2	Теплотехнічний розрахунок покриття.....	59
3.7	Інженерні мережі і санітарно-технічні устаткування будівлі.....	61
3.8	Техніко - економічні показники.....	62
4	ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА ВСТАНОВЛЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СКЛОПАКЕТІВ.....	63
4.1	Галузь застосування.....	63
4.2	Характеристики основних матеріалів.....	64
4.3	Організація та технологія виробництва робіт.....	69
4.3.1	Загальні вимоги.....	69
4.3.2	Підготовчі роботи.....	71
4.3.3	Монтаж конструкцій світлопрозорих фасадних навісних...	73
4.4	Контроль якості та приймання робіт.....	80
4.5	Охорона праці та охорона навколишнього середовища.....	83
4.5.1	Загальні відомості про охорону праці.....	83
4.5.2	Охорона праці при монтажі конструкцій.....	86
	ВИСНОВКИ.....	88
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	89

ВСТУП

Ми протягом десятиліть жили у світі, де ресурси розглядалися як невичерпні та дешеві. Але зараз усвідомлено, що збереження енергоресурсів та енергоефективність є ключовими завданнями сучасної економіки. Ці тенденції є важливими з політичної та економічної точок зору, оскільки вартість енергоресурсів залишається високою. На жаль, у минулому ми не завжди брали до уваги антропогенний вплив на довкілля, що призвело до створення «важкої» економіки, обслуговування якої вимагає надмірної кількості енергоресурсів. Нові напрямки розвитку диктують потребу у створенні більш енергоефективних рішень і технологій, які дозволять зменшити споживання енергоресурсів та підвищити ефективність використання наявних ресурсів.

Україна в цих питаннях солідарна із політикою енергозбереження Європи. Політика енергозбереження та енергоефективності сьогодні є надзвичайно актуальною для України. З цим пов'язана сукупність проблем, а саме екологічні, економічні, політичні та соціальні. Саме тому запровадження енергоефективної політики в Україні є комплексним завданням, вирішення якого матиме багато позитивних наслідків як для суспільства, так і для безпеки навколишнього середовища.

В сучасних умовах зменшення доступу до природних енергетичних ресурсів та зростання антропогенного впливу на довкілля, що супроводжується його забрудненням, актуальним питанням цивільного будівництва є підвищення рівня енергоефективності будівель, що проєктуються або реконструюються.

Актуальність теми. Світова енергетика перебуває у процесі масштабних змін – відбувається інтенсивне використання нових технологій поновлюваної енергетики за умов відповідного зниження їх вартості. Підвищення уваги до питання енергоефективності обумовлено низкою суттєвих вигод для економіки

країни, а саме зниження залежності від імпорту первинних енергетичних ресурсів та підвищення рівня енергетичної безпеки держави. Зниження кількості природних ресурсів планети та забруднення довкілля електростанціями, що працюють на викопному вуглеводневому паливі, змінили вектор розвитку політики в бік енергоефективності та енергоефективних технологій у будівництві.

Дослідження з енергоефективності останніх років вказують на те, що Україна, яка споживає приблизно 60% імпортних енергоресурсів, наразі є однією з найбільш енергозалежних країн Європи. Причинами цього є обмежена кількість енергоресурсів та їх неефективне використання, що в майбутньому може стати передумовою енергетичної кризи. Саме тому усунення проблем у сфері енергозбереження та енергоефективності є пріоритетним завданням у галузі будівництва [1].

Економія енергії – це ефективне використання енергоресурсів за рахунок інноваційних рішень, які технічно можливі, обґрунтовані економічно, прийнятні з екологічної та соціальної точки зору, і не змінюють звичного способу життя. В даній роботі розглядається комплекс заходів з підвищення енергоефективності при проектуванні готелю. Так як основний відсоток втрат тепла припадає на огорожувальні конструкції, їх тепло модернізації слід приділити особливу увагу.

При визначенні енергоефективності огорожувальних конструкцій будівель першим чином ми звертаємо увагу на складові, а саме стіни, вікна, покриття, тощо. Кожен елемент огорожувальної конструкції будівлі впливає на загальне значення енергетичної ефективності будівлі. В проектуємій будівлі застосовується вітражне скло, тому кількість, розташування, властивості та особливість конструкції прозорих огорожувальних конструкцій має суттєвий вплив на загальний показник енергозбереження та енергоефективності будівлі.

Мета роботи. Визначення основних проблем впровадження енергоефективних технологій в будівництво для українського забудовника та розгляд особливостей проектування енергоефективних будівель на прикладі проєкту будівництва готелю; дослідження європейських методів підвищення енергоефективності будівництві та можливість використання їх в Україні.

Основні результати дослідження повинні стати основою для розробки рекомендацій щодо підвищення енергетичної ефективності в цивільному будівництві, що на практиці дозволяє значно підвищити енергоефективність цілої будівлі, зменшити енергозалежність від критичної інфраструктури, заощадити кошти цивільних мешканців та підвищити комфортність умов проживання.

Об'єктом дослідження є сучасна політика енергоефективності в цивільному будівництві.

Предмет дослідження - це методи підвищення енергоефективності, які можливо застосувати в будівництві на прикладі проєкту зведення п'яти поверхового готелю.

Задачі досягнення поставленої мети:

1. Аналіз наукових праць та нормативно-технічних джерел, де віддзеркалюється сучасний стан енергоефективних систем в Україні;
2. Дослідження успішних кейсів впровадження енергоефективних систем в цивільному будівництві в країнах Євросоюзу;
3. Дослідження сучасних методів підвищення енергоефективності окремих складових будівлі.
4. Розробка архітектурно-конструктивних рішень, як складової проєкту будівництва готелю.
5. Розробка технологічної карти на встановлення енергоефективних склопакетів.

Методи дослідження – це аналіз методів підвищення енергоефективності та дослідження практики її удосконалення.

Наукова новизна. Цінність дослідження полягає в системному аналізі поточних проблем впровадження енергоефективної політики в Україні, що передбачає розгляд різноманітних аспектів, таких як юридичний, економічний, технічний, соціальний тощо. Також, звернено увагу на зростання енергетичної залежності населення внаслідок руйнувань інфраструктури країною-агресором.

Практичне значення. Зазначена робота може допомогти у формуванні ефективної енергетичної політики в Україні, що забезпечить зменшення споживання енергоресурсів та витрат на них в будівництві. Розглянуті кейси впровадження енергоефективних систем в цивільному будівництві країн Євросоюзу можуть стати важливим джерелом інформації для українських фахівців та підприємств в будівництві, які прагнуть зменшити витрати на енергетичні ресурси та забезпечити більш ефективне використання енергії.

1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ПОЛІТИКИ В РОЗРІЗІ ЦИВІЛЬНОГО БУДІВНИЦТВА

1.1 Проблематика впровадження сучасних енергоефективних систем в Україні

Для України незмінним пріоритетом у зовнішній політиці є євроінтеграція. Однак для досягнення цієї мети слід виконати умови, які відносяться до найбільш проблемних сфер, однією з яких є енергоефективність у цивільному будівництві. До того ж підвищення енергоефективності є одним з ключових завдань концепції сталого розвитку, яка з'явилася в результаті об'єднання трьох основних складових: економічної, соціальної та екологічної [2].

Рішення проблеми енергозбереження багато в чому визначає вихід України з економічної кризи. Ефективне використання енергії знижує залежність від країн-постачальників паливно-енергетичних ресурсів, зменшує енергоємність національних товарів. Будівництво є досить енергозатратною галуззю національної економіки і суттєво впливає на формування показників енергоємності валового національного продукту та конкурентоспроможність вітчизняних товарів на світових ринках.

Енергоефективність виступає критерієм якості функціонування економічної моделі держави, злагодженої взаємодії між суб'єктами господарювання, які забезпечують життєдіяльність країни, оскільки це безпосередньо впливає якість життя громадян. Для населення підвищення енергоефективності житлових та громадських будівель дозволяє зменшити витрати на закупівлю енергетичних ресурсів, адже будівлі є одним з найбільших

споживачів енергоресурсів. На них припадає понад 40% від загального енергоспоживання. Для суспільства це вірний напрямок для наближення до рівня сталого розвитку [1].

Так, однією з перешкод у процесі повноцінного переходу до "зеленого" будівництва є висока вартість екологічно чистих матеріалів і нових технологій. До того ж планування таких проєктів потребує більше часу, особисто, через необхідність отримання сертифікатів енергоефективності.

Ще одна перешкода — нинішні будівлі дуже часто не відповідають мінімальним вимогам, і тому їх енергетична якість є незадовільною. Серед причин фахівці називають, як неузгодженість чинного законодавства, так і брак висококваліфікованих інженерів, проєктувальників та підрядників і виконробів на будівництві. Крім того, труднощі виникають під час пошуку постачальників будівельних матеріалів, які відповідають сучасним "зеленим" стандартам.

Водночас виникає нова проблема — у вигляді енергії, яка використовується під час виробництва будматеріалів, їх транспортуванні та в процесі знесення споруд. Вуглецевий слід за період функціонування об'єкта (у середньому 60 років) становить 75%.

За розрахунками Architecture 2030, щорічно на нове будівництво приходить близько 3,7 млрд метричних тонн парникових газів, що еквівалентно річним викидам від 950 вугільних електростанцій.

Щоб зменшити вплив на довкілля, актуальними залишаються такі заходи, як модернізація вже існуючих будівель, будівництво з урахуванням принципів сталості та повторне використання матеріалів, зокрема, після демонтажу будівель.

Також незабаром можна очікувати появу нових низьковуглецевих матеріалів. До слова, на бетон, сталь і алюміній, тобто матеріали, які найчастіше використовують у будівництві, припадає 23% глобальних викидів.

Бар'єри на шляху розвитку енергоефективності:

- ринкові: нестабільність ринку та розбіжності в цінах, ускладнюють для споживачів повну оцінку енергоефективності; інші проблеми виникають внаслідок конфлікту інтересів, коли інвестори не отримують бажані блага від підвищення енергоефективності;
- фінансові: заздалегідь понесені витрати розподілені у часі, які зменшують бажання інвестувати у здійснення енергоефективних заходів; хибне сприйняття інвестицій в енергоефективність як досить складних і ризикованих, із високими витратами за угодою;
- інформаційні: недостатня інформованість та усвідомленість споживачами у раціональності використання та необхідності інвестицій у енергоефективність;
- регуляторні та інституціональні: тарифи на енергію не сприяють інвестуванню в енергозбереження та енергоефективність, оскільки структура стимулів заохочує енергетичні компанії продавати електроенергію, а не інвестувати в економічно вигідну енергоефективність;
- технічні: обмежений доступ до технологій енергоефективності, які прийняті до місцевих вимог; недостатній потенціал визначення, розробки, реалізації та підтримки інвестицій в енергоефективність.

Нині в Україні функціонує орієнтовно 77 тис. установ, які фінансуються коштом бюджетних організацій: державного і місцевих рівнів. За підрахунками фахівців, затрати енергоресурсів на опалення бюджетних установ в Україні у 2–3 рази вищі, ніж у країнах Євросоюзу на ці ж потреби. Причинами цього є технічно застарілі житлові та громадські будівлі, які були збудовані в 60-80 рр. минулого століття. Наразі такі об'єкти складають близько 80% цивільних будівель та споруд країни. В будівельній галузі того періоду взагалі не передбачалося застосування енергозберігаючих технологій, а перевага віддавалась типовості проєкту та швидкості зведення будівлі. В сучасності наше

суспільство зіткнулося з проблемою технічної та моральної застаріlosti тих будівель та потреби в їх модернізації, що призводить до надмірного розходу енергії (табл.1.1).

Таблиця 1.1 – Розхід теплової енергії за видами будівель в Україні [3]

Індивідуальний житловий будинок 140 м ² загальної площі	Річна витрата тепла, кВт-год/м ³ рік	Питома витрата тепла, Вт-год/м ²
Будинки старої забудови (до середини 90-х рр.)	600	125
Будинки згідно ДБН В 2.2-15-2005	150	70
Будинки низького енергоспоживання	70	14...32
Будинки ультранизького енергоспоживання	30...15	14...7
Сучасний пасивний будинок	менше 15	менше 7

Розглянемо основні проблеми слабого розвитку енергоефективної політики держави.

Причини технологічного характеру:

1. Використання переважно технічних та технологічних рішень на комунальних об'єктах, які не передбачають контролю та регулювання споживання енергії при наданні енергоефективних послуг.
2. Недостатня кількість пристроїв обліку споживання енергії в кінцевих споживачів до останнього часу.
3. Зношеність будівель, обладнання та механізмів, що входять до складу комунальних об'єктів.
4. Недостатня обізнаність інженерів-проектувальників щодо сучасних енергозберігаючих обладнань та матеріалів, які можуть бути використані для технологічних змін в комунальних об'єктах та системах.

Причини політичного характеру:

1. Низький пріоритет проблем підвищення ефективності використання енергозберігаючих технологій в будівництві.

2. Неєфективне використання державних та муніципальних коштів, соціальне утриманство деяких прошарків населення та окремих осіб.
3. Відсутність або недостатня політична воля у впровадженні системи впровадження енергозберігаючих технологій, як в будівництві так і в реконструкції вже існуючих об'єктів.
4. Недостатньо пропрацьована нормативно-правова база, яка регулює процеси проектування та будівництва цивільних об'єктів, із використанням енергозберігаючих технологій.
5. Підміна поняття «ефективне використання енергії» поняттям «збереження, тобто економія енергії» - внаслідок цього замість застосування сучасних підходів будівництва, весь процес застосування енергозберігаючих технологій зводиться до примитивної економії енергії.
6. Нерозуміння локальних і глобальних економічних та фінансових перспектив реалізації енергоефективних проєктів у сфері будівництва з боку місцевого керівництва.
7. Залежність муніципалітетів у формуванні та використанні власного бюджету, розпорядженні комунальним майном від рішень державної влади.
8. Відсутність муніципальної політики щодо вибору пріоритетів діяльності в сфері будівництва.

Причини правового характеру:

1. В Україні, через недоліки системи житлового та цивільного законодавства, приватизація житла не дозволяє створити приватних власників багатоквартирних будинків, в яких проживає близько 90% мешканців великих міст.
2. Чинне законодавство обмежує можливості міст щодо розпорядження комунальним майном, включаючи права на відчуження, репрофілювання та здавання в оренду установ освіти та охорони здоров'я.
3. Заборона відключення соціальних об'єктів від енергопостачання.

Але в сучасний час однією з найбільш актуальних проблем є серйозне пошкодження енергетичної інфраструктури внаслідок повітряних атак з боку країни-агресора. Починаючи з 10 жовтня 2022 року, росія розпочала серію атак на об'єкти критичної інфраструктури в Україні. Ці напади призвели до вимкнення електроенергії в усіх областях країни. Протягом всього однієї доби було пошкоджено приблизно 30% енергетичної інфраструктури України.

1.2 Дослідження енергоефективної політики в Україні у розрізі цивільного будівництва

Наразі досить актуальна є співпраця з енергосервісними компаніями (ЕСКО, англ. ESCO — Energy Service Company, «Компанія з надання енергетичних послуг»), які є одними з найбільш дієвих та ефективних механізмів залучення ресурсів при термомодернізації будівель та споруд. Енергосервісна компанія виконує роботи із впровадження енергоефективних заходів (наприклад, утеплення фасадів, заміна вікон та дверей на енергоефективні, модернізація системи опалення, встановлення ІТП тощо).

Нині енергосервісний механізм реалізується майже в усіх регіонах України. Найбільшого поширення набув у п'яти регіонах, а саме в м. Київ, Одеській, Кіровоградській, Київській, Миколаївській областях, на які припадає близько 60% договорів укладених в Україні. Також енергосервісні компанії набирають популярність на об'єктах державної форми власності (об'єкти центральних органів виконавчої влади) [4].

Станом на листопад 2020 року не було укладено жодного енергосервісного договору у Закарпатській, Тернопільській, Чернівецькій областях. Здебільшого це пов'язано з особливістю проєктів: 90% випадків

націлені на модернізацію систем централізованого опалення (наприклад, у Закарпатській області централізоване тепlopостачання попросту відсутнє) [4].

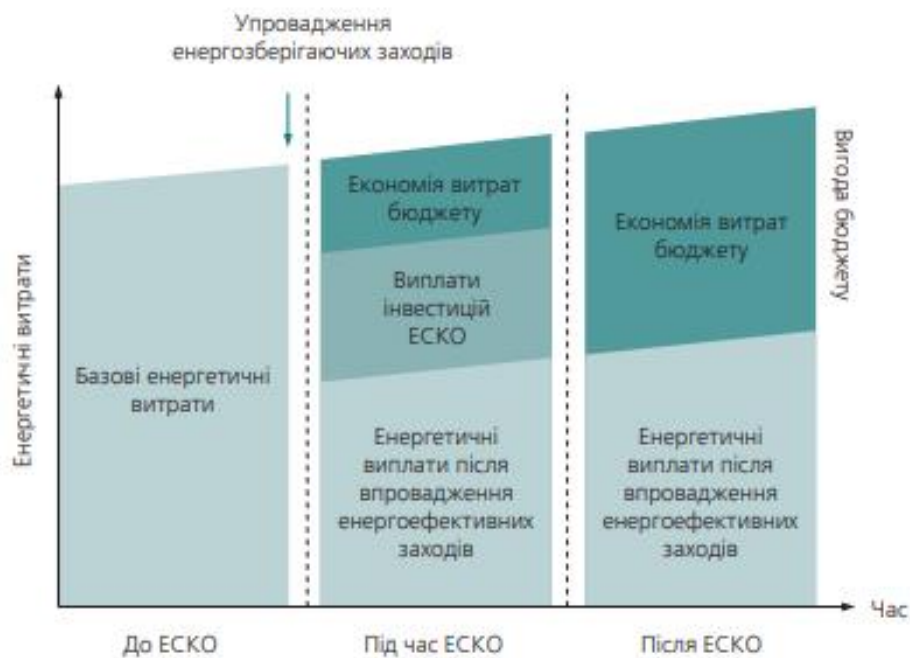


Рисунок 1.1 – Механізм енергосервісних договорів (ЕСКО)

Основний принцип енергосервісних договорів: повернення приватних інвестицій в енергоефективність бюджетних установ винятково завдяки економії енергоспоживання (рис. 1.1).

Чим більша компанія та її робочий обсяг, тим більші можливості для досягнення ефективних результатів. Іншими словами, чим більша кількість енергії витрачається на певній території, тим більшу частку цієї енергії можна ефективно зберегти. У контексті енергоефективності, співпраця з Енергосервісними компаніями (ЕСКО) має більшу вигоду для цілісного житлового масиву, ніж для окремого будинку. Однак, для заводів або аеропортів співпраця з ЕСКО є ще більш вигідною, порівняно з житловими масивами або великими офісними приміщеннями.

Таблиця 1.2 – Рейтинг областей за кількістю ЕСКО-договорів станом на 2020 рік [4]

№	Область	Кількість договорів	Сума договорів, млн грн
1	м. Київ	135	164,2
2	Одеська	59	52,5
3	Кіровоградська	44	147,5
4	Київська	36	76,6
5	Миколаївська	36	15,8
6	Запорізька	26	51,1
7	Дніпропетровська	22	25,6
8	Харківська	20	24,5
9	Львівська	16	52,8
10	Хмельницька	13	19,5
11	Волинська	12	30,2
12	Херсонська	12	12,9
13	Донецька	12	15,4
14	Сумська	11	17,5
15	Полтавська	10	14,3
16	Луганська	10	9,2
17	Рівненська	6	3,1
18	Чернігівська	5	6,2
19	Житомирська	4	2,2
20	Вінницька	2	2,4
21	Івано-Франківська	1	1,8
22	Черкаська	1	0,08
23	Закарпатська	5*	-
24	Тернопільська	-	-
25	Чернівецька	-	-
	ВСЬОГО	493	745,7

Сучасний стан будівельного фонду у розрізі енергоефективності є незадовільним. Вітчизняні технології та загалом підхід до споживання енергоресурсів, які лежать в основі надмірних енерговитрат, стали перешкодою наближення для України до сталого розвитку.

Надмірні енергетичні витрати будинку пояснюються такими головними чинниками [5]:

- зовнішні стіни – витрати 22 %;
- покриття даху – витрати 26 %;
- підлога – витрати 10 %;
- вікна та входні двері – витрати 35 %.

Для того щоб уникнути значних втрат тепла необхідно виконувати комплекс заходів із енергомодернізації, які надають можливість знизити подібні втрати до мінімуму.

Методи енергомодернізації (рис. 1.2.).

Основними заходами у сфері містобудівництва є:

- відсутність або недостатня інсоляція;
- надлишкова інсоляція південного фасаду будинку;
- вітрозахист з боку переважних вітрів.



Рисунок 1.2 – Основні методи енергомодернізації

Об'ємно-планувальні методи:

- Енергоефективність форми будинку визначається його компактністю, яка відображає співвідношення площі зовнішньої оболонки будинку до його об'єму (S/V). Для досягнення високої енергоефективності рекомендується використовувати кубічну або сферичну форму будинку.
- У функціональному зонуванні будинку передбачається розміщення теплих приміщень ближче до південної частини будівлі, тоді як господарські приміщення розташовуються на північній стороні (рис. 1.3).

До інженерних методів енергоефективності входить використання системи вентиляції з рекуперацією повітря. Рекуперація повітря - це процес передачі тепла з теплого витяжного повітря до холодного припливного повітря. Це дозволяє використовувати тепло, яке вже міститься у витяжному повітрі, для підігріву припливного повітря, уникнувши його втрати через відкрите вікно.

Також одним з інженерних методів є прокладання підземних каналів для підігріву або охолодження води або повітря. Це дозволяє використовувати стабільну температуру ґрунту для ефективного теплообміну і забезпечення комфортних умов у будинку (рис. 1.3).

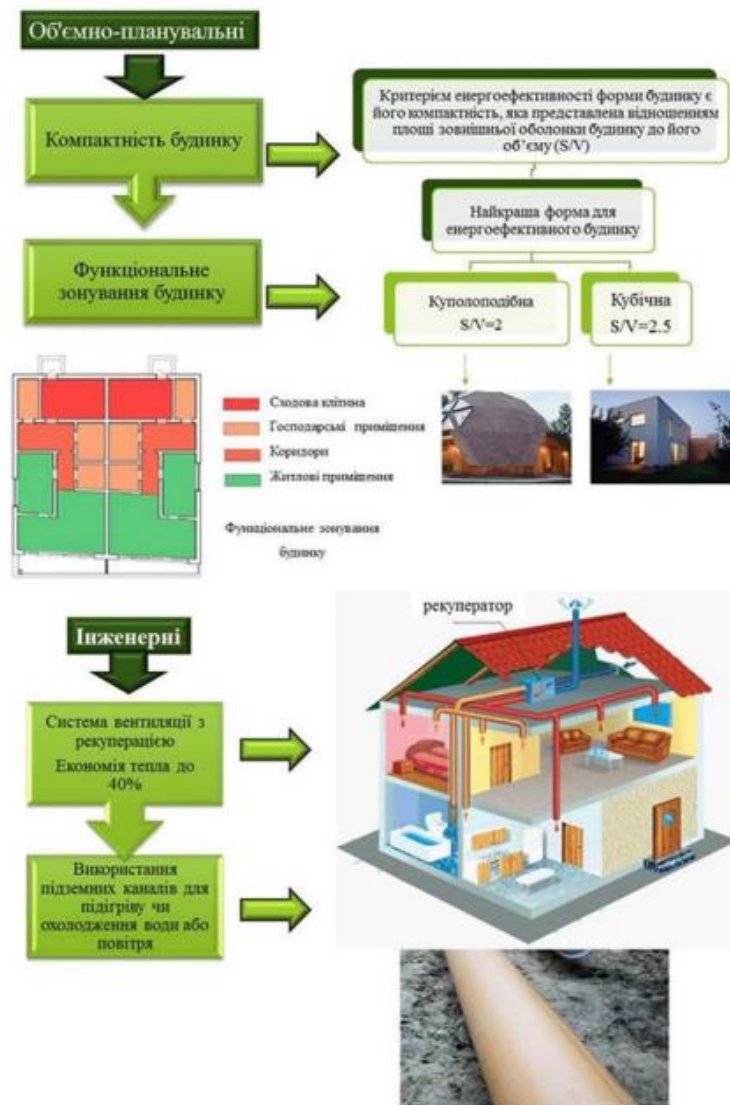


Рисунок 1.3 – Об'ємно-планувальні та інженерні методи енергомодернізації

До ізоляційних методів відноситься повне утеплення будинку (уникнення містків холоду): фундамент, стіни, дах, перекриття, віконні та дверні отвори (рис. 1.4).

Конструктивні методи вміщують наступні заходи (рис. 1.4):

- Відсутність світлопрозорих частин на північному фасаді будинку;
- Розташування світлопрозорих частин на південному фасаді будинку;
- Розташування сонячних систем на покрівлі будинку.



Рисунок 1.4 – Конструктивні та ізоляційні методи енергомодернізації

За допомогою всіх цих методів можна значно зменшити втрати енергії:

- Утеплення огороджувальних конструкцій (стін, даху, перекриття, перекриття над підвалом) без врахування вікон може забезпечити енергозбереження в розмірі 15-25%.
- Модернізація теплового пункту, включаючи регулювання залежно від погодних умов та оптимізацію роботи циркуляційних насосів, може призвести до енергозбереження в межах 10-30%.
- Комплексна модернізація внутрішньої системи центрального опалення, включаючи встановлення терморегуляторів на всіх опалювальних приладах та теплоізоляцію трубопроводів, може забезпечити енергозбереження на рівні 10-25%.

1.3 Огляд успішних кейсів впровадження енергоефективних систем в цивільному будівництві в країнах Євросоюзу

Згідно з Директивою 2010/31/ЄС щодо енергетичної ефективності будівель, європейські будівлі споживають понад 40% первинних енергоресурсів ЄС. Житлові будівлі відповідають за майже дві третини цього споживання, тоді як нежитлові будівлі та споруди використовують одну третину. Значна частина цієї енергії, а саме дві третини, витрачається на системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Це означає, що оптимізація енергоефективності будівель і зменшення споживання енергії в цих системах може мати значний вплив на загальне споживання енергоресурсів. Директива наголошує на необхідності покращення енергоефективності будівель з метою зменшення їхнього впливу на довкілля і забезпечення сталого розвитку [6].

За розрахунками Єврокомісії, обсяги споживання енергії будівлями та спорудами у випадку впровадження економічно ефективних заходів можливо знизити на 30%. Для досягнення цієї мети та реалізувати положення стратегії «Енергетика 2020. Стратегія конкурентної, сталої та безпечної енергії» було прийнято Директиву 2010/31/EU (The Energy Performance of Buildings Directive, EPBD), що є передовим законодавчим актом Європейського Союзу в даній сфері та сприяє підвищенню енергетичної ефективності будівель. Цю стратегію розроблено на період до 2025 року [7, 8].

Основним завданням Директиви 2010/31/EU визначено створення на національному рівні бази для підвищення енергоефективності житлових і громадських будівель з встановленням ряду кількісних показників для нових та існуючих будівель, інженерних систем, будівельних матеріалів і конструкцій; передбачено необхідність отримання енергетичного паспорта будівлі (energy performance certificates, EPCs). Поняття «енергетичне функціонування будівлі» (energy performance of buildings) описує міру споживання енергії для задоволення різних стандартизованих потреб, пов'язаних з експлуатацією будинку, таких як опалення, підігрів води, охолодження, вентиляція, освітлення тощо [8].

За індексом енергетичної стійкості, що розраховується Всесвітньою енергетичною радою (World Energy Council, WEC – є акредитованою ООН організацією, що об'єднує незалежних експертів з енергетики з різних країн) Україна у 2022 році посіла 31 сходинку серед 125 країн світу з рейтингом AСAd; водночас, варто відмітити, що ще у 2016 році посідала 63. [9].

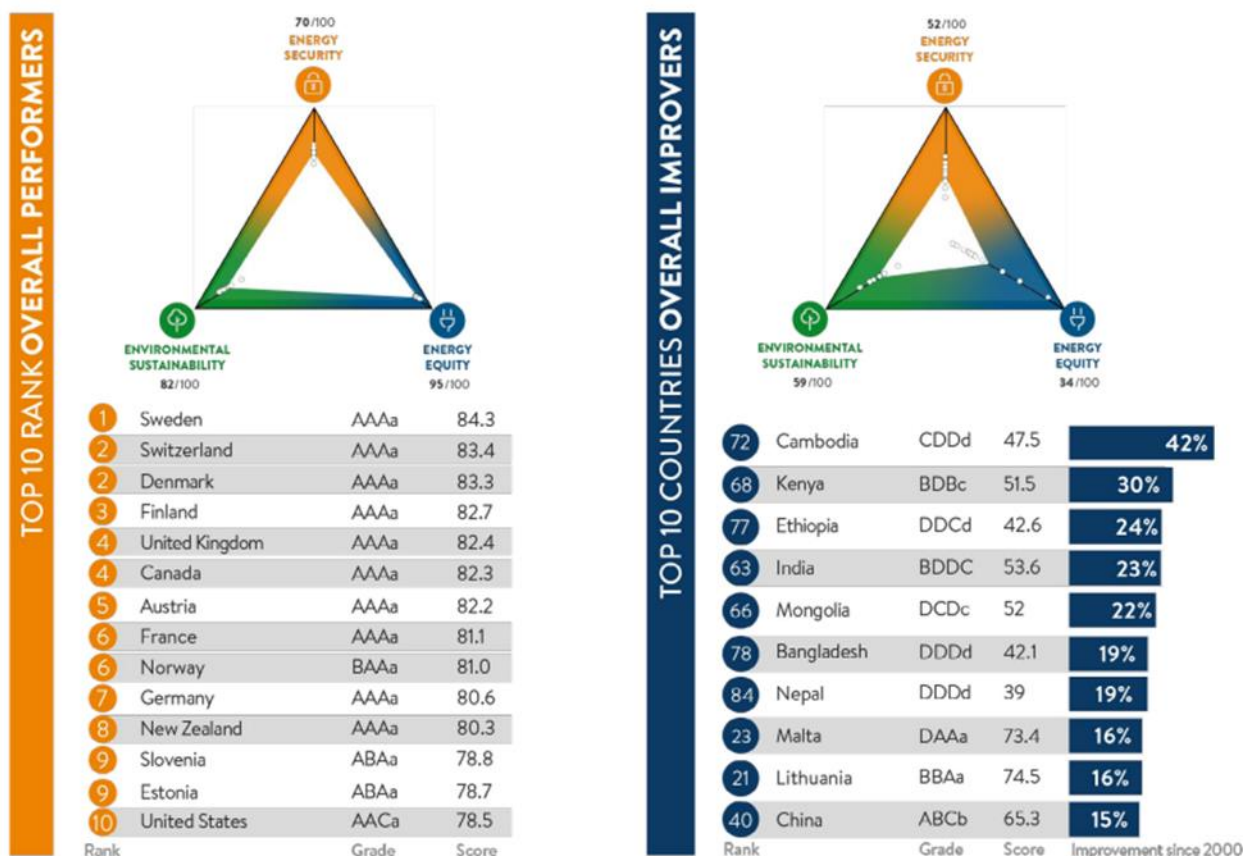


Рисунок 1.5 – Рейтингова оцінка за індексом енергетичної сталості у 2022 [9]

Стандарт EN 15232-1:2017, з назвою "Енергетична ефективність будівель - Вплив автоматизації та керування будівлями на енергоефективність. Частина 1: Загальні аспекти та принципи", є частиною серії стандартів, які визначають методи оцінки та класифікації енергоефективності будівель.

Стандарт зосереджений на використанні технологій та систем управління для енергозбереження в будівлях. Він визначає рівні класифікації для систем автоматизації та керування будівлями, оцінює їхній потенціал зменшення енергоспоживання та надає рекомендації щодо ефективного використання таких систем.

Отже, Стандарт EN 15232-1:2017 містить такі основні елементи [10]:

- Визначення контролю за автоматизацією та технічним управлінням будівлями, які мають вплив на енергетичну ефективність.

- Методика встановлення вимог до функцій моніторингу, автоматизації та управління в будівлях різної складності.
- Детальні методи оцінки впливу цих функцій на енергоефективність будівлі, які дозволяють проводити розрахунки показників енергетичної ефективності.
- Спрощений метод для оцінки впливу цих функцій на типові будівлі, що надає можливість отримати першу оцінку.

Німеччина є прикладом успішної реалізації політики з енергозбереження та впровадження стандартів з енергоефективності. За допомогою вищезгаданих стандартів і директив, країна досягла значних економічних вигод. Щорічно Німеччина отримує економічний ефект від заощаджень на енергоефективності будівель, що оцінюється на 18 млрд євро [5].

Німецький досвід став прикладом для інших країн-членів ЄС та інших держав, які прагнуть досягти подібних успіхів у галузі енергоефективності. Цей досвід сприяє поширенню та наслідуванню найкращих практик, способів використання стандартів та розробки політики з енергозбереження. Німецька модель стала одним із визнаних стандартів у галузі енергоефективності та є прикладом успіху, який може бути використаний іншими країнами для досягнення своїх енергоефективних цілей.

На сьогодні в Європейському Союзі не дозволяється будівництво об'єктів, які споживають понад 60 кВт·год/м² на рік (стандарт «будинок низького споживання енергії»). З 2019 року максимально допустиме питоме енергоспоживання будівлі складатиме до 15 кВт·год/м² на рік (стандарт «пасивний будинок»). З 2020 року розпочався масовий перехід до зведення будівель з «нульовим» енергоспоживанням. У перспективі – будівлі, що вироблятимуть більше енергії, ніж споживатимуть (стандарт – «будинок енергія плюс») [11].

В країнах, таких як Австрія, Німеччина, Бельгія, Греція та Іспанія, розрахунки енергоефективності будівель можуть виконувати лише спеціалісти з відповідною ліцензією. У Данії, Португалії, Швеції та Ірландії результати розрахунків виражаються у вигляді річного обсягу споживання кінцевої енергії будівлею. В Німеччині, Франції, Нідерландах, Греції розрахунки представлені у вигляді річного обсягу споживання первинної енергії. У Іспанії та Фінляндії розрахунки базуються на коефіцієнтах теплопередачі окремих елементів огорожувальних конструкцій будівель. В Норвегії результати розрахунків виражаються у споживанні енергії та коефіцієнтах теплопередачі [5].

Стандарти енергоефективності будівель поступово стають більш жорсткими, а також супроводжуються вимогами контролю, які передбачають наявність відповідних штрафних санкцій за порушення нормативів.

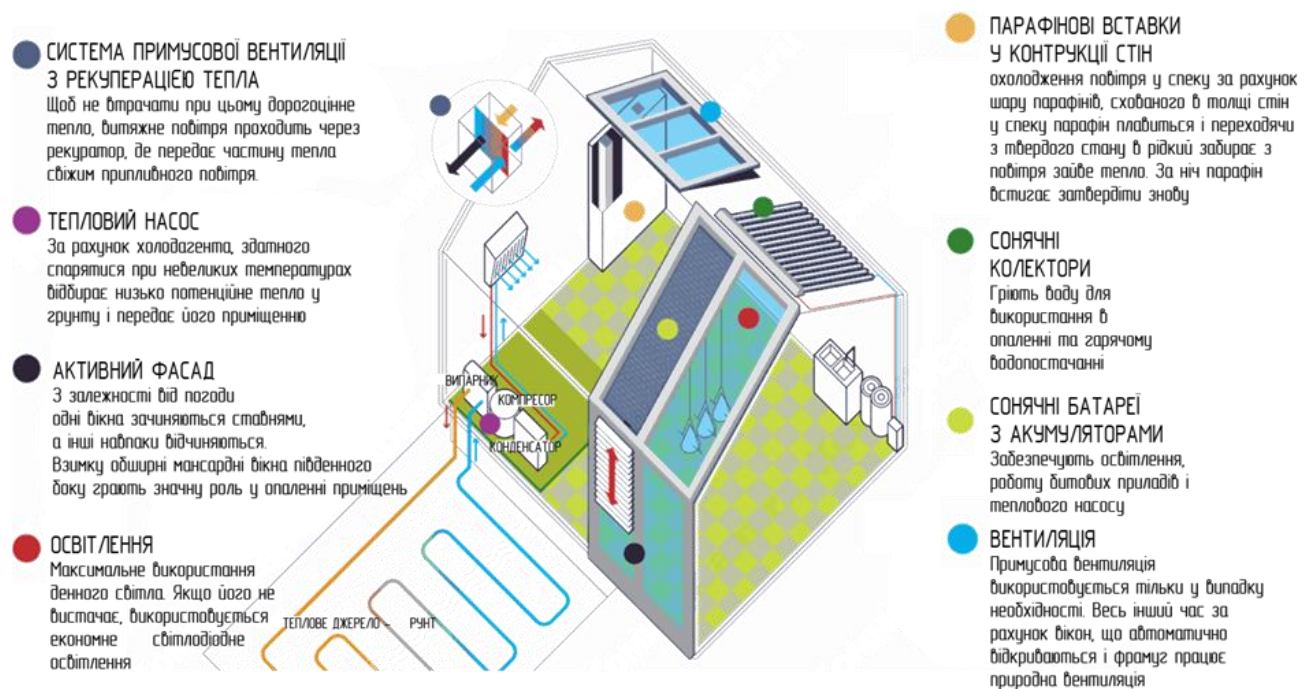


Рисунок 1.5 – Інженерне рішення активного будинку

Будівлі, що відповідають стандарту «пасивний будинок», мають спеціальну ізоляцію, що дозволяє зберігати тепло, а також використовують

системи рекуперації тепла, що відновлює тепло, яке випускається під час провітрювання будівлі. Перевагою таких будівель є економія енергії та грошей на опаленні та охолодженні, а також покращення якості повітря всередині будівлі. Однак, недоліком може бути висока вартість будівництва та складність виконання. У 80-х роках минулого століття розпочали будувати перші пасивні будинки, які в 90-х роках перейшли в ідею активного будинку (рис. 1.5). Данія та Німеччина проявили особливий інтерес до про'єкту активних будинків, оскільки виділяли серйозні кошти на екологічні дослідження. Саме в Данії був побудований перший будинок, що виробляє енергію. З тих пір розробки ведуться як в галузі технологій будівництва екобудинків, так і в галузі проектування енергоефективних міст, що забезпечують себе енергією без потреби окремих енергостанцій. Такі міста називають "стабільними", оскільки вони не тільки економлять енергію, але й не мають негативного впливу на навколишнє середовище [12].

Одним з успішних прикладів використання інноваційних матеріалів у будівництві є компанія IsoPan, яка спеціалізується на виробництві екологічно чистих панелей для стін та перегородок. SIP-панелі (Structural Insulated Panel - конструкційна ізольована панель) виготовляються з вторинної сировини, що дозволяє зменшити відходи та скоротити кількість енергії, витраченої на виробництво. IsoPan використовує для виробництва своїх панелей технологію вакуумної формування, що дає можливість отримувати панелі з різною поверхнею та структурою [13].

Будинки такого типу дуже розповсюджені в Канаді, Норвегії, на Алясці й інших країнах з суровим кліматом. Навіть без опалення і в сильний мороз будинок не промерзає (рис. 1.6). Для будівництва використовуються панелі завтовшки 20 см. При температурі зовні $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ для опалення будинку площею 200 м^2 потрібно всього 10 м^3 газу на добу, що майже у 9 разів менше, ніж для опалення кам'яного будинку такої ж площі [13].



Рисунок 1.6 – Приклад виконання будинку з SIP-панелей

Прикладом успішного покращення енергоефективності шляхом використання інноваційних матеріалів при будівництві - це використання вікон зі склопакетами з технологією "теплого краю" (warm edge). Ця технологія передбачає використання матеріалів з низькою теплопровідністю у рамі вікна, що дозволяє значно зменшити теплові втрати через неї (рис. 1.7). Завдяки цій технології вдається знизити теплові втрати через раму вікна навіть до 70%, що приводить до зниження витрат на опалення та охолодження приміщень. Крім того, такі вікна покращують звукоізоляцію, забезпечуючи більший комфорт проживання.

Проте варто враховувати, що використання технології "теплого краю" має свої недоліки. Вона може бути дорожчою у виробництві, що може підвищити вартість вікон. Крім того, висока якість матеріалів вимагає уважного дотримання технологічних процесів, що може збільшити ризик виникнення дефектів під час виробництва. Незважаючи на ці недоліки, використання

технології "теплого краю" є важливим кроком у покращенні енергоефективності будівель. В даний час багато виробників вікон пропонують склопакети зі склом, що мають технологію "теплого краю", що знижує їх вартість і робить їх більш доступними для звичайних споживачів. На ринку України вже є виробники вікон зі склом, що використовують технологію "теплого краю". Проте для поширення використання таких вікон можна вжити заходів, які сприятимуть зменшенню вартості їх виробництва, наприклад, шляхом економії на матеріалах або введення державних пільг для виробників.



Рисунок 1.7 – Технологія «Теплий край»

2. ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОКРЕМИХ СКЛАДОВИХ БУДІВЛІ

2.1 Застосування енергоефективних світлопрозорих конструкцій

Основною функцією вікна є забезпечення достатньої освітленості і видимості всередині приміщення, а також забезпечення комфортного мікроклімату. Проте, типові віконні конструкції зі звичайними скляними шибками не завжди задовольняють ці вимоги належним чином. Наприклад, протягом холодного періоду року через такі вікна відбувається значна втрата тепла, яке створюється для опалення приміщення.

Простір безпосередньо поряд з вікном характеризується нижчою температурою у порівнянні з іншими частинами приміщення. Це явище, відоме як "ефект холодної стіни", може призводити до запотівання і навіть обмерзання скла, особливо при різкому пониженні температури. Такі негативні властивості звичайного скління можуть погіршувати огляд і освітленість приміщень, а також вимагати постійного видалення конденсату з підвіконь і скла. [14].

Існує кілька способів, якими відбувається втрата тепла через скління. Один з них - теплопровідність матеріалу. Зменшення цих теплових втрат досягається шляхом використання багатошарових склопакетів, де між шарами скла утворюються повітряні прогалини, які мають низьку теплопровідність порівняно зі склом. Інший шлях - конвекція, тобто теплообмін між склом і рухомими потоками повітря. Ефективним способом боротьби з втратами тепла через конвекцію є використання склопакетів в яких внутрішні камери є герметичними і заповнені інертним газом.

Загальноприйнятою думкою є те, що склопакети з більшою товщиною та більшою кількістю камер є більш ефективними у збереженні тепла. Однак, це не є завжди правдою. Для склопакетів використовують аркуші скла з різною товщиною, починаючи від 2 мм і закінчуючи декількома сантиметрами. Кількість шибок у склопакеті впливає на його прозорість. Важливо мати на увазі, що більша кількість шибок і більша їх товщина можуть зменшити загальну прозорість склопакета [15].

Склопакети повинні бути здатними пропускати максимальну кількість світла, одночасно мінімізуючи втрати енергії на опалення або охолодження приміщення. Використання скла з різним функціональними призначенням дозволяє створювати сучасні склопакети з різними функціональними властивостями.

Типи і конструкцію склопакетів наведено на рисунку 2.1 [16].

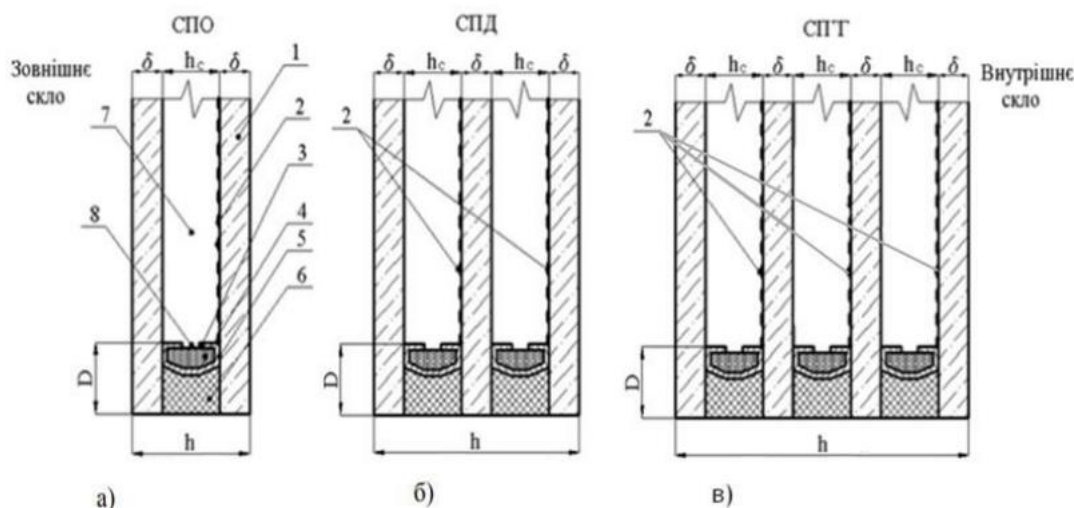


Рисунок 2.1 – Типи і конструкції склопакетів. а) однокамерний склопакет, б) двокамерний склопакет, в) трикамерний склопакет. 1 – скло; 2 – рекомендовані варіанти розташування низькоемісійного покриття у разі його застосування; 3 – дистанційна рамка; 4 – вологопоглинач; 5 – нетверднучий герметик; 6 – тверднучий герметик; 7 – повітряний прошарок (міжскляна

відстань); δ – дегідратійні отвори; δ – товщина склопакета; h_c – відстань між стеклами; D – глибина герметизуючого шару [16].

Двокамерні склопакети стали популярними, оскільки забезпечують ефективно теплозбереження, що є актуальною проблемою. Заповнення повітряної камери склопакету аргоном або сухим повітрям допомагає поліпшити енергетичні характеристики склопакета. Однак, двокамерні склопакети мають один недолік – три скла, розташовані в одній рамці, можуть взаємодіяти між собою, створюючи резонанс. Заради уникнення цього явища, виробники склопакетів почали розташовувати скло у склопакеті на різних відстанях одне від одного. Це дозволяє повністю усунути ефект резонансу і покращити якість склопакета [16].

Склопакети можна розподілити на різні види залежно від їх призначення:

- Склопакети загального призначення, які використовуються для різних будівельних проєктів.
- Спеціалізовані склопакети з особливими характеристиками для певних вимог і використання в специфічних умовах.
- Ударостійкі склопакети, які мають підвищену стійкість до механічних впливів.
- Енергозберігаючі склопакети, які допомагають зменшити втрати енергії та поліпшити теплоізоляцію.
- Сонцезахисні склопакети, що мають властивості захисту від надмірного сонячного випромінювання.
- Морозостійкі склопакети, призначені для використання в низькотемпературних умовах (навіть до -60 °C).
- Шумоізоляційні склопакети, які зменшують проникнення зовнішнього шуму [17].

Особливими видами енергозберігаючих склопакетів без застосування спеціальних покриттів є:

- Вакуумні склопакети, які містять прогалини з вакуумом між скляними панелями для зменшення теплопровідності і поліпшення теплоізоляції.
- Склопакети з електричним підігрівом, які мають спеціальну скляну поверхню з рідкокристалічним прошарком, що може підігріватися за допомогою електромережі. Це дозволяє регулювати температуру склопакета та запобігати утворенню конденсату або обмерзання на поверхні скла.

Вакуумний склопакет є результатом досліджень інституту, що працює над використанням сонячної енергії в США [18]. Проте, впровадженню цих конструкцій у практику ставляться певні виклики. Перша проблема полягає у можливому руйнуванні вакуумного скла під впливом вітрових навантажень, атмосферного тиску та температурних деформацій. Друга проблема пов'язана з випаданням конденсату у місцях контакту між скляними кульками і склом.

Варто зазначити про використання віконної конструкції з електропідігрівом, також відомим як енергетичне вікно [19]. Цей тип склопакету є додатковим джерелом тепла і в деяких випадках може бути єдиним ефективним способом опалення приміщення з різною площею. Особливо важливим це стає для мансардних вікон. Влітку енергетичне вікно може працювати в зворотному режимі, забезпечуючи охолодження приміщення.

У зимовий період найінтенсивніше випромінювання виходить з приміщення. Велика частка цього випромінювання припадає на дальній інфрачервоний (ІЧ) діапазон, який не проникає через скло і добре поглинається ним. Ця обставина спонукала до використання комбінації скла і металу, відомої як селективне скло (від англ. – selective / виборчий). Таке скло має здатність вибірково зменшувати пропускання певного спектру випромінювання. У цьому випадку ми говоримо про енергозберігаюче світлопрозоре покриття на склі. В

іноземних аналогах такі склопакети позначаються терміном «Low-E» (від англійського «low-emissivity», що означає «низьковипромінюючі»).

За даними автора [15], на внутрішньому ринку України найширше представлені енергозберігаючі селективні шибки з «k» та «i» покриттям.

Матеріал, що відомий як «k-скло», використовує піролітичне покриття, що складається з шару оксиду олова. Цей шар наноситься на одну поверхню скла під час процесу виготовлення, коли скляна маса ще рідка і перебуває на конвеєрі. Під час нагрівання поверхні, молекули оксиду змішуються з молекулами скла, утворюючи стійке з'єднання. Після охолодження скла, покриття стає стійким до механічного впливу, і тому його називають «твердим покриттям».

«I-скло» має покриття, яке наноситься шляхом вакуумного напилення кількома шарами, що чергуються між собою. Ці шари включають діелектричні матеріали та метали, такі як срібло, цинк або олово. Діелектричні шари, часто представлені оксидами деяких металів, розташовуються між шарами металу. Кількість шарів металу визначає позначення покриття: одинарне (single), подвійне (double) або потрійне (triple) низькоемісійне покриття (Low-E). На рисунку 2.2 зображено приклад потрійного низькоемісійного покриття (triple Low-E).

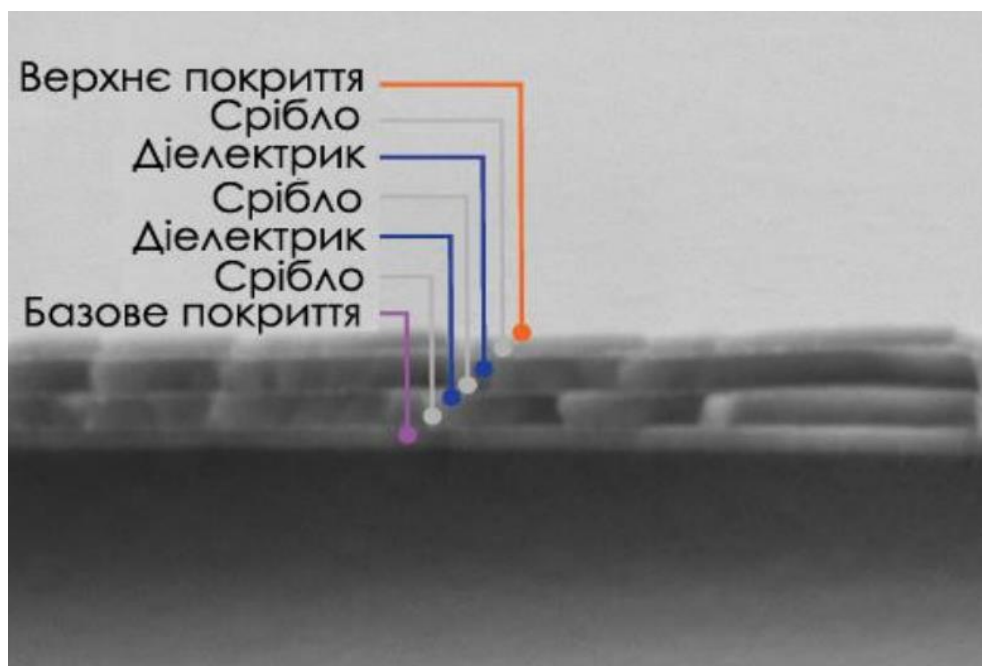


Рисунок 2.2 – Низькоемісійне покриття (triple Low-E) [15]

Кількість шарів срібла впливає на ефективність покриття у зниженні теплопередачі випромінюванням. Це покриття є м'яким і зазвичай наноситься лише з одного боку склопакета, спрямованого всередину приміщення. Срібло має низький коефіцієнт випромінювання, подібно до алюмінію, що становить від 1,15 до 1,73 Вт/(м² · К⁴). Олово має трохи вищий коефіцієнт випромінювання, а саме 2,03 Вт/(м² · К⁴). Проте, і-скло, порівняно з k-склом, має більш значиму перевагу щодо енергозбереження.

Коефіцієнт випромінювання цих покриттів встановлюється відповідно до стандарту "EN 12898:2001 Glass in building - Determination of the emissivity" (адаптованої версії стандарту ГОСТ EN 12898). Цей стандарт регулює методику визначення емісії для поверхонь з низькоемісійним покриттям.

Застосування інертного газу для заповнення проміжку між скляними шарами також є досить ефективним способом підвищення енергоефективних характеристик прозорих огорожувальних конструкцій.

Для надання високої герметичності заповнення камер між скляними шарами зазвичай використовують герметики на основі двокомпонентних поліуретанів або полісульфідів. Інертні гази мають деякі переваги порівняно з повітрям, такі як вища щільність і в'язкість, а також нижчий коефіцієнт теплопровідності. Це означає, що інертні гази менш провідні для тепла, ніж повітря. Більша в'язкість інертного газу також сповільнює конвекцію. Ефективність роботи газових проміжків оцінюється згідно з різними стандартами і нормами, які можуть варіюватись. Наприклад, у США вимірювання проводяться згідно з умовами стандарту NRFC, де температура зовнішнього повітря становить -18°C і внутрішнього 21°C , а розрахунки здійснюються відповідно до ISO 15099. У європейських нормах використовуються інші умови випробувань з іншими температурними значеннями. Температура зовнішнього повітря становить 0°C , а внутрішнього -20°C , а для розрахунків застосовується стандарт EN 673:2011 Glass in building. Determination of thermal transmittance (U value). Calculation method.

Адаптований стандарт для нашої країни, ДСТУ EN 673:2009 «Скло будівельне. Методика визначення коефіцієнта теплопередачі багатошарових конструкцій», визначає процедуру вимірювання коефіцієнта теплопередачі U_g для двокамерних склопакетів залежно від ширини міжскляної відстані і типу заповнюючого газу, відповідно до EN 673:2011. На рисунку 2.3 наведено графік, який демонструє залежність ефективності коефіцієнта теплопередачі U_g від ширини міжскляної відстані та типу газу, який заповнює простір, відповідно до стандарту EN 673:2011.



Рисунок 2.3 – Значення теплопередачі для двокамерних склопакетів

З аналізу графіка, наведеного на рисунку 2.3, можна зробити висновок, що використання інертних газів у двокамерних склопакетах сприяє покращенню їх енергоефективності.

Таблиця 2.1 вказує на те, що склопакети, виготовлені з двох енергозберігаючих стекол і заповнені інертним газом в камерах, мають найкращі параметри, що сприяє енергоефективності.

Таблиця 2.1 – Приведений опір теплопередачі склопакетів

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Товщина, мм	Повітря	Криптон	Аргон	Опір теплопередачі м²К/Вт	Опір теплопередачі, %
1	4M1-16-4i	24		100		0,75	100,0
2	4M1-12-4M1-12-4i	36			100	0,75	100,0
2	4M1-10-4M1-10-4K	32		25	75	0,78	104,0
2	4M1-10-4M1-10-4i	32		25	75	0,78	104,0
2	4M1-10-4M1-10-4K	32		50	50	0,8	106,7
2	4M1-10-4M1-10-4K	32		75	25	0,82	109,3
2	4M1-10-4M1-10-4K	32		100		0,85	113,3
2	4M1-10-4M1-10-4i	32		50	50	0,85	113,3
2	4M1-10-4M1-10-4i	32		75	25	0,9	120,0
2	4i-10-4M1-10-4i	32	100			0,93	124,0
2	4M1-10-4M1-10-4i	32		100		0,94	125,3
2	4i-10-4M1-10-4i	32		25	75	1,14	152,0
2	4I-10-4M1-10-4i	32		50	50	1,18	157,3
2	4M1-10-4K-10-4K	32		100		1,28	170,7
2	4i-10-4M1-10-4i	32		75	25	1,28	170,7
2	4K-10-4M1-10-4K	32		100		1,32	176,0
2	4i-10-4M1-10-4i	32		100		1,35	180,0

Отже, для досягнення максимальних енергоефективних показників у конструкції склопакета можна використовувати такі рішення:

1. Збільшення кількості камер: двокамерні склопакети є більш енергоефективними за рахунок збільшення сумарної товщини повітряного прошарку і наявності двох незалежних теплоізоляційних шарів.
2. Використання енергозберігаючого скла: це скло має тонкий шар іонів металів (срібла або олова) на внутрішній поверхні, який відбиває тепло назад до приміщення, знижуючи теплопровідність склопакета.
3. Використання мультифункціонального скла: це скло забезпечує ефект "теплого дзеркала", яке не випускає тепло назовні взимку і не пускає сонячні промені влітку, що допомагає економити на опаленні і кондиціонуванні.
4. Заповнення повітряних камер інертним газом: заповнення камер інертним газом, зазвичай аргоном, також покращує теплоізоляційні характеристики склопакета, зменшуючи теплопровідність.

Таким чином, найбільш енергоефективним варіантом вікна є використання двокамерного склопакета з заповненням камер аргоном. Така конструкція забезпечує покращену теплоізоляцію завдяки наявності двох незалежних теплоізоляційних шарів та використанню інертного газу в камерах.

Для склопакета також рекомендується використовувати енергозберігаюче напилення на склі, що сприятиме збереженню значної частини теплової енергії всередині приміщення. Це напилення може бути тонким шаром іонів металів, таких як срібло або олово, які відбивають тепло назад до приміщення.

Таке поєднання двокамерного склопакета з аргоном та енергозберігаючим напиленням на склі максимально знижує втрати тепла і сприяє збереженню енергії всередині приміщення (рис. 2.4).

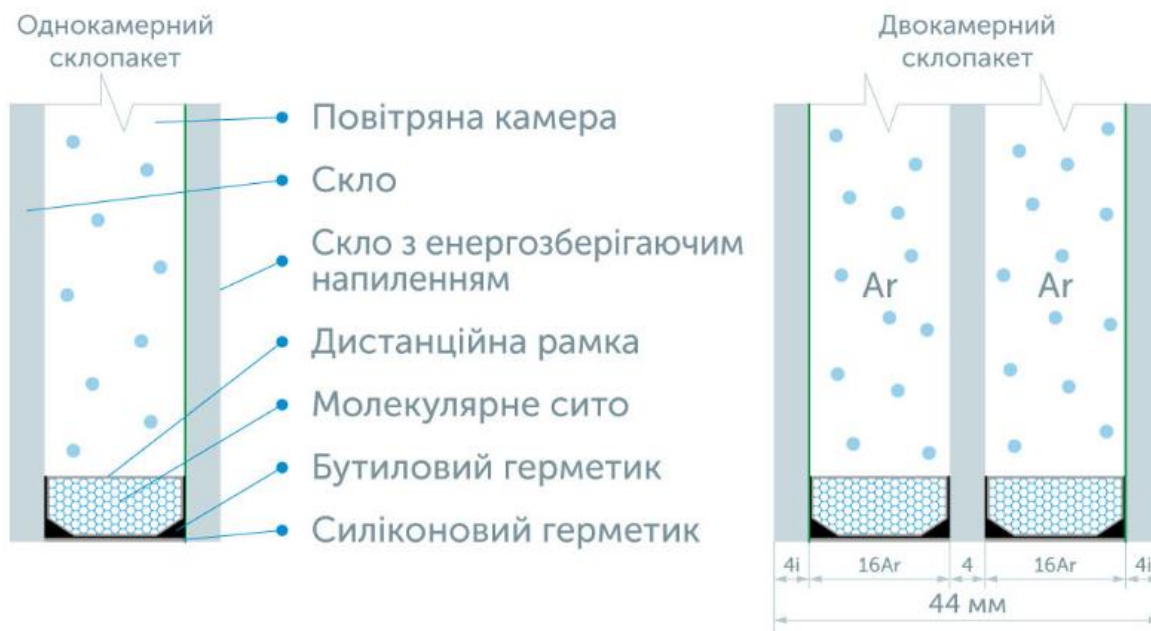


Рисунок 2.4 – Конструкція енергоефективного склопакету

Одним із джерел тепловтрат у вікні є зона примикання вікна до віконного отвору. Для забезпечення максимальної енергоефективності важлива герметизація цієї зони під час монтажу. Часто монтажники використовують монтажну піну для заповнення зазору, але це може бути недостатньо для досягнення оптимальних результатів.

З метою виконання своїх функцій на 100%, монтажний шов має бути сформований відповідно до вимог Державного стандарту України:

- зовнішню частину зони примикання варто захистити паропроникним матеріалом, таким як ПСУС (попередньо-стиснута ущільнююча стрічка) або супердифузійна стрічка, які дозволяють захистити зазор від вологи, але не перешкоджають виходу водяної пари.
- середній шар монтажного шва заповнюється монтажною піною без порожнин та щілин. З боку приміщення монтажний шов перекривається пароізоляційною стрічкою, яка запобігає проникненню вологи в зазор.

- додатково можна підвищити енергоефективність цього вузла шляхом теплоізоляції відкосів. Це допоможе уникнути теплових місткостей та забезпечити більш ефективну ізоляцію віконного отвору.

Такий вид монтажу, який передбачає використання спеціальних ізолюючих матеріалів, зазвичай має більш високу вартість порівняно зі стандартним монтажем. Проте, ця вартість виправдана, оскільки виконання монтажу згідно з державними стандартами має свої переваги.

Завдяки правильному монтажу, зазор між енергозберігаючим вікном і краєм віконного отвору буде герметично заповнений, що дозволить уникнути втрати тепла через цей простір. Крім того, застосування паропроникного зовнішнього оформлення дозволить забезпечити вільний вихід водяної пари, що зменшить ризик утворення конденсату в теплоізоляційному шарі.

2.2 Застосування системи «зелена» покрівля в житлових будинках

На сьогоднішній день значна кількість багатоквартирних будинків не відповідає новим нормативним вимогам щодо опору теплопередачі, зокрема, стосовно покриття. Це пояснюється тим, що у 2016 році були внесені зміни в нормативні документи, що призвело до приближення їх до стандартів Європейського Союзу. У зв'язку з цим, існуючі будівлі потребують реконструкції та модернізації для відповідності новим нормам. Розв'язанням даної проблеми є впровадження цільового утеплення покрівлі. Один з ефективних варіантів утеплення - це влаштування "зеленої" покрівлі, яка не лише зменшує тепловтрати, але й покращує екологічний стан місцевості.

Застосування "зелених" покрівель є дуже актуальним у великих містах через проблеми забруднення повітря та шумового впливу. Особливо це

стосується забруднення повітря, спричиненого автомобільним і вантажним транспортом, а також високою концентрацією оксидів азоту та вуглеводнів у атмосфері, інтенсивною сонячною радіацією та незатишністю міських районів. Особливо проблематичною є ситуація зі смогом, який часто виникає влітку під час тривалої ясної погоди. Смог не лише погіршує екологічний стан міста, але також призводить до прискореного руйнування фасадів будівель [20].

Забезпечення місць відпочинку громадян є актуальною проблемою при будівництві нових житлових районів. Одним із ключових аспектів, який вирішується через озеленення міст, є створення зон, де люди можуть насолоджуватися природою та відпочивати. Поміж інших переваг, озеленення міст має естетичний аспект, вносячи красу та гармонію у міський пейзаж. Однак, крім естетичного значення, озеленення в місті має і практичний вплив. Воно допомагає захистити мешканців від впливу вихлопних газів, які є серйозним забруднювачем повітря в міських районах. Рослини здатні вбирати шкідливі гази, такі як вуглекислий газ, оксиди азоту та інші забруднюючі речовини, тим самим поліпшуючи якість повітря в міських середовищах [21].

Доведено, що ефективно озеленення районів міста передбачає висадження різноманітних видів дерев, чагарників та трав'янистих рослин. Крім важливої функції в якості вітрозахисного бар'єру, дерева відіграють ключову роль у боротьбі з шумом. Вони можуть поглинати до 24% звукової енергії та відбивати та розсіювати її в різних напрямках. Навіть у безлистому стані зелені насадження можуть знижувати рівень шуму на 2-6 дБА. Саме тому, на сьогоднішній день без благоустрою території не здається жоден архітектурний об'єкт.

В багатьох дослідженнях, як і вітчизняних, так і іноземних, належна увага приділяється актуальності теми «зеленого» будівництва, оскільки вплив різноманітних факторів вже значно впливає на сучасне будівництво в цілому. Автори визначають «зелені» будівлі як логічне продовження розвитку

енергоєфективних будівель, де розглядається комплексний підхід до створення екологічно збалансованих та стійких будівельних об'єктів.

З економічної точки зору, «зелене» будівництво дозволяє значно підвищити інвестиційну привабливість проєкту, а також забезпечити інвесторам вигоди від його реалізації. Дотримання стандартів «зеленого» будівництва призводить до покращення фінансових показників проєкту, зокрема, підвищення чистого операційного доходу на 5,9% в порівнянні з традиційними будівельними підходами. Серед ключових факторів, що сприяють підвищенню інвестиційної привабливості об'єктів «зеленого» будівництва, можна виділити наступні [22]:

- Збільшення орендної плати на 2 - 16% в порівнянні з традиційними будівлями, що свідчить про більшу привабливість таких об'єктів для потенційних орендарів.
- Зниження операційних витрат на 25 - 30% завдяки ефективному використанню енергії та ресурсів, що дозволяє забезпечити економічну вигоду та стійкість довгострокової експлуатації.
- Збільшення вартості при продажу на 5,8 - 35%, що робить «зелені» будівлі привабливими для інвесторів та підвищує їхню потенційну дохідність.
- Привабливість для платоспроможних та довгострокових орендарів, оскільки «зелені» будівлі пропонують комфортне та екологічно чисте середовище для проживання чи роботи.

Варто відзначити, що вартість будівництва «зелених» будівель може перевищувати середні показники для звичайних будинків на 8-10%, проте ці додаткові витрати окупаються протягом 7-10 років завдяки зниженню експлуатаційних витрат та збільшенню вартості об'єкту.

"Зелена" покрівля - це складна багатошарова структура, у верхньому шарі якої знаходяться зелені насадження. Така конструкція не лише виконує захисні функції, але також дозволяє ефективно використовувати відкриті площі,

створюючи на них парки, пікнікові зони, газони та інші привабливі ландшафти. "Зелені" дахи є відповіддю на актуальні проблеми сьогодення, такі як компенсація втрати рослинних насаджень під час будівництва, зменшення обсягів і швидкості стоку дощової води з покрівель та зниження температури нагріву дахів.

Наразі в місті Дніпро вже реалізовано кілька проєктів зі створення зелених покрівель, які здобули популярність як на території України, так і за її межами:

1. Проєкт "Вілла Олімпія" (рис. 2.5) має екстенсивну зелену покрівлю, яка представлена двома терасами. Загальна площа складає 474,4 м².
2. Комплекс "Каскад Плаза" (рис. 2.6) - цей об'єкт має дах виконаний за технологією інтенсивної зеленої покрівлі з загальною площею 300 м².
3. Приватний будинок на вулиці Чернишевського має інтенсивну зелену покрівлю з загальною площею 170 м² [23].



Рисунок 2.5 – «Вілла Олімпія» м. Дніпро



Рисунок 2.6 – Комплекс «Каскад Плаза» м. Дніпро

Для успішного вирощування рослин на даху та забезпечення стійкості будівлі та внутрішніх приміщень необхідно врахувати ряд факторів та виконати спеціальні умови:

1. Розробка проєкту зеленої покрівлі має відбуватися на ранніх етапах проєктування будинку, щоб врахувати додаткове навантаження на несучі конструкції та фундамент.
2. Зелені покрівлі найкраще підходять для дахів з невеликим кутом нахилу - до 12 градусів, хоча можливі проєкти з кутами нахилу до 30 градусів, але вони потребують більшої уваги.
3. Дах повинен отримувати достатню кількість сонячного світла, щоб рослини могли розквітати та рости комфортно.
4. При будівництві "зеленої" покрівлі важливо дотримуватись правил і використовувати якісні матеріали, щоб уникнути протікання та забезпечити нормальний розвиток кореневої системи рослин.

Як у будь-якого проєкту, так і у використання «зеленої» покрівлі є свої переваги і недоліки:

а) екологічні переваги «зеленої» покрівлі:

- Покращену якість повітря завдяки фільтрації міського повітря та поглинанню пилу і бруду (приблизно 0,2 г/м²/день).
- Збереження якості води шляхом фільтрації дощової води через субстрат.
- Зниження температури міського повітря на 1-2°C, що сприяє балансуванню вологості в середовищі.
- Збільшений процес фотосинтезу.
- Акумуляція 30-90% дощової води в субстраті та поступовий повернення частини вологи в атмосферу з різницею в часі (приблизно 60%).
- Зменшення навантаження на системи водовідведення і каналізації завдяки затримці дощової води на покрівлі.
- Зменшення рівня шуму від транспорту на 8 дБ та відображення шуму на 3 дБ завдяки гасінню звукових коливань рослинами.
- Відображення електромагнітного «смогу» рослинами.

б) економічні переваги «зеленої» покрівлі:

- Захист гідроізоляції від негативного впливу сонячної радіації – УФ-випромінювання.
- Захист гідроізоляції від перепадів температур, що забезпечує додатковий термічний захист влітку та взимку.
- Зменшення витрат на підігрів та охолодження верхніх поверхів будівлі.
- Тривалість експлуатації покрівлі може досягати до 50 років.

в) комерційні переваги «зеленої» покрівлі:

- Створення різноманітних пейзажів і ландшафтів на даху, що дозволяє надати будівлі унікальний і привабливий зовнішній вигляд.
- Додатковий простір для відпочинку та рекреації для мешканців або відвідувачів будівлі. Цей простір може використовуватися для спортивних майданчиків, кафе, бюро, або інших сфер діяльності, що підвищує зручність і привабливість місця.
- Збільшення вартості верхніх поверхів та всієї будівлі до 30%. Зелена покрівля робить приміщення більш привабливим для покупців або орендарів, що дозволяє підвищити її комерційну привабливість та потенційний дохід.

г) недоліки:

- Додаткова значна вага, яка вимагає врахування при проєктуванні та будівництві будівлі. Конструкція будинку повинна мати достатній запас міцності, щоб витримати навантаження від зеленої покрівлі.
- Трудомісткість ремонтних робіт у випадку протікання або пошкодження покрівлі. Зелена покрівля може ускладнити доступ до ділянок, де потрібно провести ремонтні роботи, і вимагає спеціального підходу до виправлення проблем.

Розрізняють два типи «зелених» покрівель:

а) екстенсивна «зелена» покрівля

Цей тип покрівлі характеризується переважно ростом трави на даху будинку, і доступ до неї обмежений для людей. Трав'янисті рослини розміщуються на тонкому шарі ґрунту, і після виростання зеленої поверхні, догляд за нею є досить простим - регулярне стриження та очищення від бур'янів.

Цей тип покрівлі має наступні переваги:

- Відносно низька вартість.
- Відносно невелика вага, що зменшує додаткове навантаження на будівлю.
- Простота висадки рослин.

Ґрунтовий шар на екстенсивній "зеленій" покрівлі складається з гравію, органічних речовин, керамзиту, торфу та піску, і має товщину від 5 до 15 см. На цій покрівлі використовують ґрунтопокривні рослини, які стійкі до посух і температурних змін. Також інші види рослин можуть бути висаджені в окремих контейнерах і розміщені в різних частинах покрівлі.

б) інтенсивна «зелена» покрівля

У цьому випадку на даху можуть бути висаджені різноманітні рослини, включаючи квіти, чагарники і невеликі дерева. Це призводить до створення більш складної екосистеми, яка потребує регулярного та повноцінного догляду, включаючи полив. Товщина ґрунтового шару на такій покрівлі зазвичай становить близько 60 см, що може ускладнити конструкцію. Основною перевагою цього типу покрівлі є можливість створити унікальний дизайн на даху, що надає будівлі естетичного вигляду та привабливості.

Сучасні матеріали, доступні на ринку, надають можливість здійснювати ефективно та швидко озеленення покрівель будівель. Для теплоізоляції можуть бути використані різні матеріали, такі як піноскло, пінополістирол, поліуретан, які легко укладаються на плиту перекриття з пароізоляцією, забезпечуючи необхідний захист від тепловтрат. Гідроізоляція забезпечується за допомогою спеціальних мембран, які захищають покрівлю від проникнення коренів рослин. Для забезпечення відведення надлишків вологи застосовуються дренажні системи, зокрема гравій, який допомагає уникнути затримки вологи на покрівлі. Крім того, геотекстильні матеріали використовуються як фільтри, що допомагають утримати ґрунт та рослини в їх місці росту, не допускаючи його пересування.

Необхідно розуміти, що рослинам для нормального росту і розвитку необхідні відповідний ґрунт і достатня вологість. Таким чином, технологія влаштування «зеленої» покрівлі передбачає створення спеціальної багат шарової структури, яку можна уявити як пиріг. Кожен шар у цій конструкції має свою особливу роль і функцію. Пошарова будова системи «зелена» покрівля має вигляд (рис. 2.7):

- Гідроізоляційний шар. Для цього використовують спеціальні мембрани, здатні не пропускати вологу всередину. Оптимальним варіантом є полімерна гідроізоляційна мембрана м'якої структури з додатковим захистом від проникнення коріння рослин.
- Теплоізоляційний шар. Для забезпечення оптимального теплового комфорту в будівлі на покрівлі використовують теплоізоляційний матеріал, такий як піноскло, звичайні пінополістирол або поліуретан. Цей матеріал укладається на бетонну основу, де застосовується пароізоляція, або на дерев'яну обрешітку. Така конструкція дозволяє зберігати тепло в приміщенні і запобігати проникненню холоду всередину навіть при наявності холодної води на "зеленій" покрівлі або при раптових заморозках.
- Дренажний шар. Для забезпечення відведення зайвої вологи від коріння рослин і запобігання гниленню використовують дренажну систему. Для цього ідеально підходять матеріали, такі як щебінь або гравій. Забезпечення належного відведення води забезпечиться, якщо покрівля має правильний нахил.
- Фільтруючий шар. Він має захистити дренажний шар від потрапляння частинок ґрунту. Щоб досягти цієї мети, можна застосовувати геотекстиль, який забезпечує хорошу проникність для води і повітря.
- Ґрунтовий шар. Склад ґрунтового субстрату вибирається залежно від типу рослин, які плануються для висадки. У випадку з екстенсивною «зеленою»

покрівлею, яка передбачає вирощування газонної трави, достатньо шару ґрунту товщиною 100 мм. Однак, при монтажі інтенсивної «зеленої» покрівлі, де планується висадка різноманітних рослин, шар ґрунту повинен бути значно товщим - приблизно 600 мм.

- Рослинний шар. Це безпосередньо ті рослини, які найчастіше обираються з урахуванням їх стійкості до посухи, сонячного випромінювання, вітру та різних температурних змін.

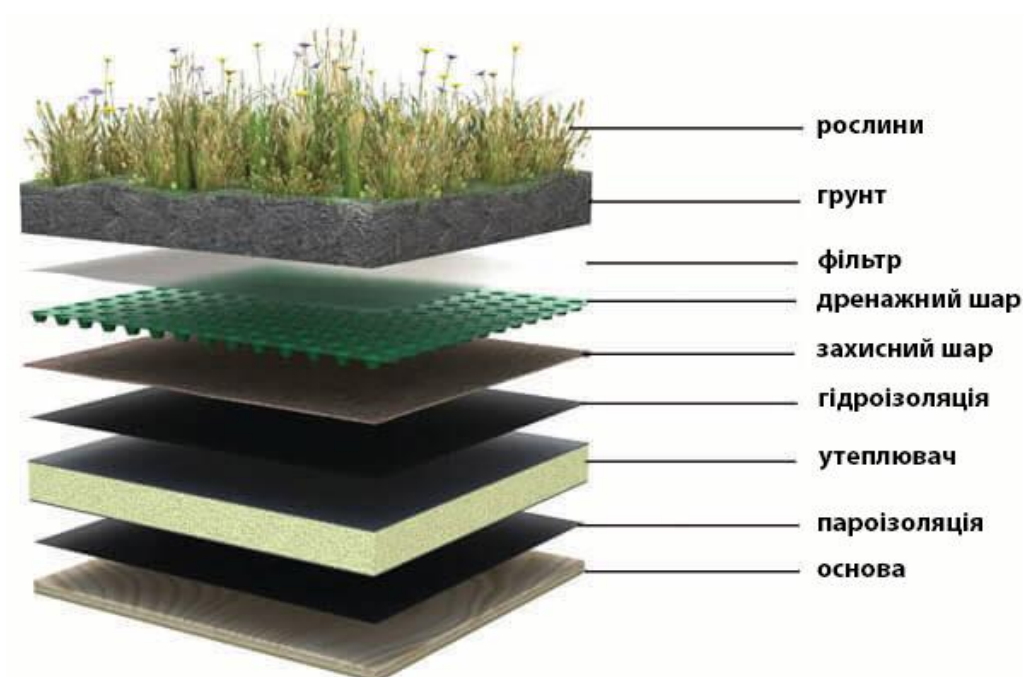


Рисунок 2.7 – Будова системи «зелена покрівля»

3. АРХІТЕКТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПРОЄКТУ П'ЯТИПОПЕВЕРХОВОГО ГОТЕЛЮ

3.1 Обґрунтування ідеї будівництва готелю

Готельна галузь є найважливішим компонентом туризму та має вирішальне значення у структурі цієї індустрії. Вона представляє собою інфраструктуру, на якій ґрунтується туристичний сектор, і визначає якість та характер туристичних послуг. Зміни і тенденції в туристичній галузі впливають на функціонування готелів, і, навпаки, ефективність готелів визначає рівень туристичної активності в певному регіоні або напрямку.

Сучасний світ налічує понад 300 тисяч готелів та мотелів. Цей розмаїтий спектр важко умістити в одному описі: серед них є як одноповерхові, так і хмарочоси висотою у 88 поверхів, плавучі та підводні, невеликі заклади на кілька номерів і великі комплекси з тисячами номерів. Ціни також варіюються від бюджетних (20-30 доларів за добу) до розкішних (декількох тисяч доларів). Є галасливі готелі-казино та спокійні відокремлені готелі для спокійного відпочинку. У останні роки кількість готельних місць зросла швидше, ніж попит на них. Це привело до постійного зниження завантаженості готелів.

Готельний сегмент відрізняється своєрідністю, оскільки готельна послуга є незвичайним продуктом. Фактично, це пов'язано з нерухомістю. Номер готелю неможливо перемістити з місця на місце під час продажу. Суть у тому, що продається не просто номер, а право на його використання протягом певного періоду часу. У більшості випадків, характерних для сфери гостинності, надання послуг передбачає присутність як постачальника, так і споживача.

Ще однією важливою особливістю готельного бізнесу є те, що не лише персонал, але й клієнти повинні бути ознайомлені з умовами, за яких надаються послуги. Це часто може призводити до непорозумінь зі сторони гостей, які можуть бути невпевнені, за які послуги потрібно сплачувати наперед, а за які - після отримання. Менеджери, що керують наданням готельних послуг, повинні уміти ефективно взаємодіяти не лише зі своїм персоналом, а й з гостями. Ця специфіка галузі гостинності полягає в тому, що джерело і об'єкт послуги нерозривно пов'язані.

Структура та розташування готельних споруд відіграють ключову роль у їхньому функціонуванні. Архітектурний стиль та деталізація планування готелів надають їм характерний вигляд, що чітко вирізняє їх серед будівель інших призначень.

Архітектурний дизайн готелю виступає важливим елементом його власної реклами. В той же час, ця архітектурна концепція може впливати на культурно-естетичний ландшафт області - готельна споруда може вписуватися гармонійно в місцевий архітектурний стиль або ж надавати контрасту й створювати естетичну напругу.

Архітектурно-планувальні характеристики готелю є суттєвим економічним чинником для його подальшого розвитку. Вони впливають на витрати, пов'язані з благоустроєм навколишньої території, оплатою за користування земельною ділянкою (у вигляді земельного податку, орендної плати тощо), а також на витрати на обслуговування та ремонт будівлі.

Характеристика готелю впливає на особливості технічного обладнання закладу, а також є важливим аспектом для забезпечення безпеки гостей та персоналу. У великих готелях, з урахуванням різноманітних чинників, таких як людські, природні та технічні, часто виникає необхідність додаткових заходів з покращення безпеки.

Архітектурно-планувальна організація готелів піддана впливу різних факторів, включаючи історичну приналежність будівлі, місце в міській забудові, характер природного середовища, категорію готелю, а також економічні та культурні особливості регіону.

Організація розподілу готельного приміщення повинна бути спрямована на вирішення різноманітних завдань, таких як максимізація завантаженості готелю в сезонні періоди, використання його для масового розміщення гостей під час міжсезоння зі зниженням категорії, гнучка адаптація житлового фонду до змін у демографічному складі гостей, можливість поліпшення умов проживання завдяки трансформації номерів без проведення загальної реконструкції готелю і таке інше.

Місце розташування готелів у місті грає важливу роль у їхній архітектурно-планувальній організації. Готелі можуть бути розташовані в різних частинах міста, таких як центральні райони, околиці, біля історичних або культурних об'єктів, поруч з головними міськими установами, культурними закладами або в зонах відпочинку та парках.

3.2 Початкові дані будівельного об'єкту, як предмет дослідження

Проект будівництва 5-ти поверхового готелю для зведення у м. Львів в Львівській області з координатами північної широти $49^{\circ}50'30''$, і східної довготи $24^{\circ}01'53''$.

Згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [24] м. Львів в Львівській області відноситься до I кліматичного поясу.

Згідно ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи» [25] м. Львів відноситься до IV снігового району, з нормативним сніговим навантаженням S_0

= 1400 Па та до IV вітрового району, з нормативним вітровим навантаженням $W_0 = 550$ Па. Напрямок переважаючих вітрів: взимку – південно-східний, а влітку – північний.

Абсолютна максимальна температура повітря – (+27 °С), абсолютна мінімальна температура повітря – (- 20 °С).

Згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [24] вибираємо дані для побудови троянди вітрів та зводимо їх у таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для побудови троянди вітрів

м. Львів	Повторність напрямку повітря, %							
Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Січень	3,6	2,9	3,4	4,1	3,5	4,5	5,1	4,5
Липень	3,8	3,2	3,7	3,4	3,6	3,4	4,2	4,2

3.3 Планування й благоустрій будівельної ділянки

Ділянка розрахована за допомогою ДБН Б.2.2-12:2019 [26] «Планування і забудова територій».

Ділянка генерального плану під проєктовану будівлю має розміри 85,00 × 60,00 м, ухил складає 0,012 м згідно ДБН Б.1.1-15:2012 [27].

Територія, відведена під забудову, має зручні під'їзні шляхи і зупинки суспільного транспорту, передбачається широкий під'їзд для автомобільних машин, а також на випадок пожежі під'їзд пожежних машин.

Будинки і споруди на ділянці розміщені компактно, з урахуванням санітарних та протипожежних розривів за ДБН В.1.1-7-2016 [28]. Проєктом передбачається повний благоустрій і озеленення території ділянки. Проїзди,

вимощення асфальтуються. Озеленення території забудови виконане засадженням листяних порід дерев, клумби і газони згідно ДБН Б.1.1-14:2012 [29].

3.4 Об'ємно – планувальні рішення

У проєкті розглядається зведення 5-ти поверхового готелю в м. Львів. На першому поверсі будівлі розташовуються зони суспільно-побутового обслуговування. На другому поверсі – конференц-зали для оренди. З третього по п'ятий поверх розташовані типові житлові кімнати постояльців. Підземний поверх відведений для влаштування технічного обслуговування будівлі.

Будівля в плані має крестоподібну форму з розмірами в вісях $30,00 \times 18,00$ м, з загальною висотою + 18,70 м (від рівня чистої підлоги до низу кроквяної конструкції). Висота цоколю – 1,2 м (від рівня чистої підлоги до рівня землі). Висота першого та другого поверху - 3,30 м, висота типового поверху – 3,00 м, висота підземного поверху - 2,1 м. Конструктивна схема будівлі – монолітний залізобетонний каркас. Конструктивні елементи каркасу – колони, плити перекриття, ліфтові шахти, діафрагма жорсткості.

У готелі передбачається установка двох пасажирських ліфтів HAS Asansar (Туреччина) офіційного представника ООО «ХАС ЛИФТ Україна».

Звукоізоляція приміщень забезпечується монтажем перегородок з газобетонних блоків.

Згідно ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд [30]. Основні положення», при вході до готелю передбачений пандус для інвалідів, що пересуваються в кріслах-колясках.

Заходи, що передбачені в проєкті, дозволяють інвалідам на колясках підніматися по пандусу у тамбур і далі мати повноцінний доступ до всіх приміщень, так як в будинку передбачений пасажирський ліфт із шириною дверей 950 мм і кабіною розмірами 1210x1060 мм.

В готелі передбачено 24 звичайних номери та 3 номери класу «Люкс». Для технічного обслуговування даху передбачені виходи. По правилах пожежної безпеки передбачені пожежні сходи. Провітрювання номерів і коридорів природне. Експлікація приміщень зведена в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Експлікація приміщень готелю

№	Найменування	Площа, м ²
Перший поверх		
1	Тамбур	21,8
2,11	Хол	127,2
3	Службове приміщення №1	40,0
4,5	Службове приміщення №2	17,6
6,9	Кухня	66,57
7,8	Вбиральня	21,8
10	Ресторан	123,2
Другий поверх		
12	Зал для конференцій №1	122,4
13	Зал для конференцій №2	49,56
14	Хол	100,32
15	Кухня	22,68
16	Ресторан	88,56
17,18	Вбиральня	21,8
Типовий поверх		

Продовження таблиці 3.2		
19	Хол-коридор	80
20-28	Житлова кімната	229,12
29-37	Вбиральня	54

3.5 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Використовуючи декоративний камінь, цокольна частина надає будівлі естетичний вигляд. Вікна та дверні блоки мають текстуру та відтінок, схожі на різні види натурального дерева. Зовнішні стіни частково фарбуються за допомогою двохшарової штукатурки та фарб для зовнішніх робіт, а частково облицьовуються світло-сірим декоративним каменем. Використована фарба для зовнішніх робіт має високі характеристики в експлуатації: стійкість до миття та тертя, довготривала стійкість кольору, а також захист від впливу хімічних та біологічних факторів.

Щодо внутрішнього оздоблення, стіни та перегородки в житлових приміщеннях обробляються штукатуркою і обклеюються якісними шпалерами. В основному використовуються світлі та бежеві відтінки. В санвузлах стіни покриваються керамічною плиткою. Над кухонним обладнанням застосовується глазурована плитка розміром від 0,8 до 1,4 метрів, включаючи бічні стінки біля плити і мийки. Стелі фарбуються вододисперсійними фарбами на штукатурці.

3.6 Теплотехнічний розрахунок

3.6.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Метою теплотехнічного розрахунку є визначення необхідної товщини утеплювача для зовнішніх цегляних стін.

Проект будівництва житлового будинку у м. Львів. Споруда, що розраховується, відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС-2.

Згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [24] відноситься до I кліматичного поясу.

Згідно ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та впливи» [25] м. Львів відноситься до IV снігового району, з нормативним сніговим навантаженням $S_0 = 1400$ Па та до IV вітрового району, з нормативним вітровим навантаженням $W_0 = 550$ Па. Напрямок переважаючих вітрів: взимку – південно-східний, а влітку – північний.

Абсолютна максимальна температура повітря $+ 27^{\circ}$ С, абсолютна мінімальна температура повітря $- 20^{\circ}$ С.

Необхідний опір теплопровідності огорожуючої конструкції обираємо, згідно ДБН В.2.6-31-2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [31].

Згідно вимог [31] для I кліматичної зони мінімально допустимий опір теплопередачі непрозорої огорожуючої конструкції $R_{q \min} = 4$ (м²·К)/Вт.

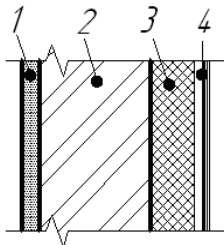
Мікроклімат приміщень і умови експлуатації огорожень, згідно вимог [31], зводимо до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Мікроклімат приміщень і умови експлуатації огорожень

№	Найменування	Значення
1	Розрахункова температура внутрішнього повітря	$t_{в}=20$
2	Вологість повітря	$\phi =55 \%$
3	Вологісний режим приміщення	нормальний
4	Умови експлуатації огорожень	Б

Конструкція стіни та розрахункові коефіцієнти, зводимо до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Конструкція зовнішньої стіни і розрахункові данні

Ескіз стіни	Склад шару	Товщина δ , м	Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м·К)
	Внутрішня цементно-піщана штукатурка	0,02	0,81
	Кладка з газобетонних блоків на цементно-піщаному розчині	0,4	0,22
	Утеплювач – плити пінополістирольні ППС-50	δ_3	0,045
	Зовнішня теплоізоляційна цементно-перлітова штукатурка	0,05	0,23

Необхідний опір теплопровідності огорожуючої конструкції обираємо, згідно ДБН В.2.6-31-2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [31].

За картою-схемою температурних зон м. Львів відноситься до I району, (додаток В) $R_{qmin} = 4 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$.

Термічний опір кожного шару огорожуючої конструкції R_i ($\text{m}^2 \times \text{K}$)/Вт, визначається за формулою:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{1}{a_{\text{внутр.}}} + \sum_i R_i + \frac{1}{a_{\text{зовн.}}} \quad (3.1)$$

де R_i - опір теплопередачі i -го шару конструкції стіни (нумерація шарів від 1 до 4 згідно таблиці 1.11), ($\text{m}^2 \times \text{K}$)/Вт;

$a_{\text{внутр.}}$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, дорівнює 8,7 Вт/($\text{m}^2 \times \text{K}$);

$a_{\text{зовн.}}$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкції, дорівнює 23 Вт/($\text{m}^2 \times \text{K}$).

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} \quad (3.2)$$

де δ_i - товщина i -го шару матеріалу, м;

λ_{ip} - теплопровідність матеріалу i -го шару в розрахункових умовах експлуатації, Вт/($\text{m} \times \text{K}$).

Розрахункова товщина утеплювача δ_3 , м, визначається за формулою:

$$\delta_3 = \left(R_{q \text{ min}} - \frac{1}{a_{\text{внутр.}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_4}{\lambda_4} - \frac{1}{a_{\text{зовн.}}} \right) \times \lambda_3 \quad (3.3)$$

$$\delta_3 = \left(4 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,81} - \frac{0,4}{0,22} - \frac{0,05}{0,23} - \frac{1}{23} \right) \times 0,045 = 0,08 \text{ м}$$

Товщину утеплювача приймаємо згідно існуючої номенклатури виробів – 100 мм.

Необхідний термічний опір шару утеплювача $R_{\text{пр}}$ ($\text{m}^2 \times \text{K}$)/Вт, визначається за формулою:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \quad (3.4)$$

Підставляючи знайдені значення до формули, визначимо термічний опір шару утеплювача:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,4}{0,22} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,05}{0,23} + \frac{1}{23} = 4,44 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

Згідно вимог [31] для зовнішніх огорожуючих конструкцій опалюваних будівель і споруд обов'язкове виконання умови:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min}$$

$$R_{\Sigma пр} = 4,44 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} > R_{q \min} = 4 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

Умова виконується, тип конструкції обрано вірно.

3.6.2 Теплотехнічний розрахунок покриття

Мета теплотехнічного розрахунку - визначення необхідної товщини утеплювача для покриття.

Для I температурної зони м. Львів мінімально допустиме значення опору теплопередачі $R_{q \min} = 7,0 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$.

Конструкцію покриття і розрахункові значення теплопровідності зводимо до таблиці 3.5

Таблиця 3.5 – Конструкція покриття і розрахункові коефіцієнти

№	Найменування шару	Товщина δ , м	Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м · К)
1	Металева черепиця	0,001	60
2	Дерево-стружкова плита (QSB)	0,01	0,16
3	1 шар руберойду	0,008	0,17
4	Мінераловатні плити «URSA»	×	0,041

Продовження табл. 3.5			
5	Пароізоляція - «RockWoll»	0,001	0,95
6	Дерев'яний брус	0,15	0,18

Розрахункова товщина утеплювача δ_4 , м, визначається за формулою:

$$\delta_4 = \left(R_{q \min} - \frac{1}{\alpha_{\text{внутр.}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{\delta_5}{\lambda_5} - \frac{\delta_6}{\lambda_6} - \frac{1}{\alpha_{\text{зовн.}}} \right) \times \lambda_4 \quad (3.5)$$

$$\delta_4 = \left(7 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,001}{60} - \frac{0,01}{0,16} - \frac{0,008}{0,17} - \frac{0,001}{0,95} - \frac{0,15}{0,18} - \frac{1}{23} \right) \times 0,041 = 0,24 \text{ м}$$

Товщину утеплювача приймаємо згідно існуючої номенклатури виробів – 250 мм.

Необхідний термічний опір шару утеплювача $R_{\text{пр}}$ ($\text{м}^2 \times \text{К}$)/Вт, визначається за формулою:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{\delta_6}{\lambda_6} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \quad (3.6)$$

Підставляючи знайдені значення до формули, визначимо термічний опір шару утеплювача:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{60} + \frac{0,01}{0,16} + \frac{0,008}{0,17} + \frac{0,25}{0,041} + \frac{0,001}{0,95} + \frac{0,15}{0,18} + \frac{1}{23} = 7,2 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

Згідно вимог [31] для суміщеного покриття, що межує із зовнішнім повітрям обов'язкове виконання умови:

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \min}$$

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 7,2 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}} > R_{q \min} = 7 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

Умова виконується, тип конструкції обрано вірно.

3.7 Інженерні мережі і санітарно-технічні устаткування будівлі

Водопровід - холодне водопостачання запроєктовано від внутрішньоквартального колектора водопостачання з одним вводом. Вода подається за внутрішньобудинкового магістрального трубопроводу.

Навколо будівлі виконується магістральний пожежний господарсько-питний водопровід з колодязями, в яких встановлені пожежні гідранти.

Водопостачання. Гаряче водопостачання передбачено від районної котельні. Введення Ø 100 мм прокладається в каналі теплотраси. Гарячий водопровід виконується зі штучною циркуляцією. Проектом передбачено облік витрати гарячої води поквартирно. Трубопроводи, що проходять по цокольному та технічному поверхах, а так же циркуляційний стояк ізолюється

Каналізація - виконується внутрішньодворових з врізкою в колодязі внутрішньоквартальної каналізації. Скидання стоків за технічними умовами запроєктований в існуючий колектор Ø 2000 мм. Підключення до колектора Ø 2000 мм виконується в існуючу шахту однієї врізкою Ø 300 мм. Ділянки каналізації, прокладаються відкритим способом, виконуються з чавунних труб Ø 200 мм. У будівлі запроєктовані роздільні мережі каналізації житлового будинку з об'єднанням їх в оглядовому колодязі на випуску. Кількість випусків в зовнішні мережі каналізації - 1. Система внутрішньої каналізації запроєктована із чавунних каналізаційних труб (на горищі, в підвалі, стояку) і пластмасових труб (відвідні трубопроводи в квартирах) Д 100 – 50 мм.

Опалювання - водяне, центральне.

Електропостачання - від мережі 380/220 В

Освітлення - лампи світлодіодні.

Вентиляція - передбачається сплітсистема кондиціонування. Використовується система прямооточного кондиціонування повітря з

використанням неавтономного кондиціонера КНУ-1.2, встановленого на горищі. Для санвузлів передбачена система природної вентиляції в повітряних колодязях, які пронизують будівлю по всій висоті.

Слаботочні пристрої - телефонний зв'язок, радіофікація, пожежна сигналізація.

3.8 Техніко - економічні показники

Будівля відноситься до класу СС1 прийнята за ДБН В.1.1.7-2016 [28]. Загальні вимоги ступінь вогнестійкості – II, ступінь довговічності – II. Техніко-економічні показники об'ємно-планувального рішення зведені в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 –Техніко-економічних показників об'ємно-планувального рішення

№ п/п	Найменування	Од. виміру	Показники
1	Будівельний об'єм	м ³	10530
2	Площа забудови	м ²	540
3	Загальна площа	м ²	3240
4	Житлова площа	м ²	687,36
5	Поверховість	поверхів	5

4. ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА НА ВСТАНОВЛЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СКЛОПАКЕТІВ

4.1 Галузь застосування

Область застосування конкретних типів виробів встановлюють залежно від умов експлуатації, відповідно до чинних будівельних норм з урахуванням вимог ДСТУ EN 14351-1:2020 [32].

Дана технологічна карта розроблена на монтаж вітражів фасадів по стійково-ригельній системі, для будівель різного призначення.

До складу робіт, що розглядаються даною технологічною картою, входять:

- підготовчі роботи;
- основні роботи;
- допоміжні роботи;
- завершальні роботи.

Роботи з монтажу конструкцій світлопрозорих фасадних навісних (КСФН) за стійково-ригельною системою повинні виконуватися відповідно до вимог нормативних документів та даної технологічної карти, а також з вимог чинних документів з техніки безпеки, пожежної безпеки, виробничої санітарії та охорони праці.

Технологічна карта з виконання робіт на монтаж вітражів фасадів за стійково-ригельною системою передбачає виконання робіт при дотриманні проекту виконання робіт (ПВР), справжньої технологічної карти та інших діючих нормативних технічних документів (НТД).

Дана карта розрахована на технічно підготовлених працівників, які мають практичний досвід роботи із встановлення віконних блоків.

Будівельні вироби та матеріали, що застосовуються для виконання робіт із заповнення віконних отворів, повинні відповідати вимогам діючих НТД та нормативно-правових документів (НПД), мати документи виробника про якість, відповідно до чинного законодавства.

4.2 Характеристики основних матеріалів

Типи світлопрозорих фасадних конструкцій вітражів фасадів по стійково-ригельній системі поділяють такі типи:

- зі структурним склінням;
- з напівструктурним склінням;
- з рамним склінням.

Стойково-ригельна КСФН збирається безпосередньо на будівельній підставі будівлі і включає стійки, ригелі, кронштейни, анкерні кріплення, світлопропускні/несвітлопропускні заповнення (рисунок 4.1).

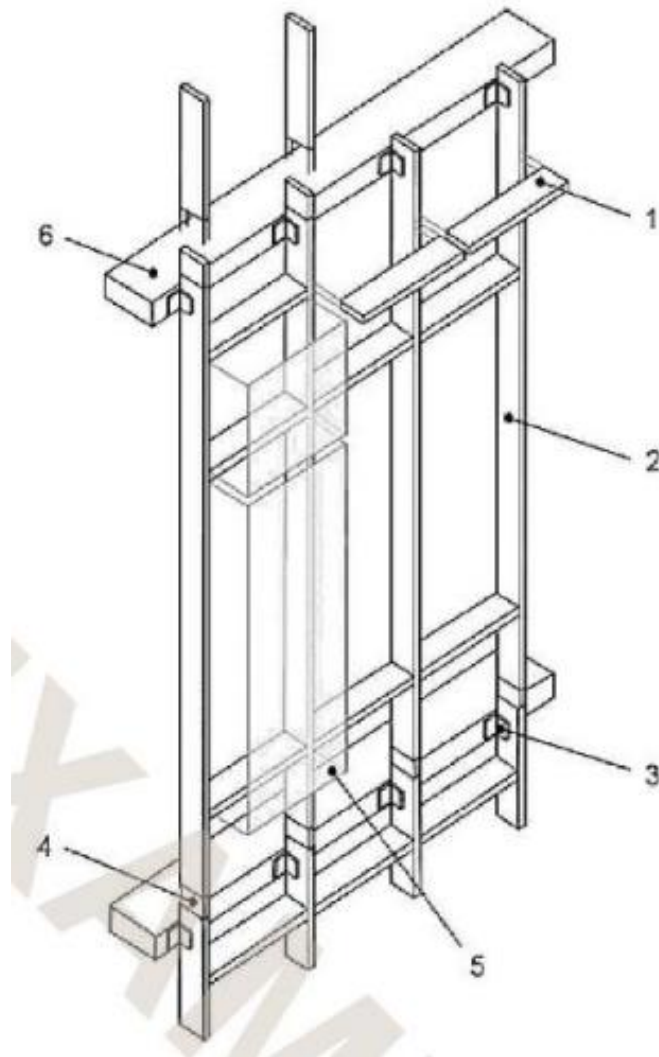


Рисунок 4.1 – Стійково-ригельна КСФН

1 – ригель; 2 – стійка; 3 – кронштейн; 4 - закладний з'єднувальний елемент; 5 – світлопропусне заповнення; 6 – будівельна основа.

Стійково-ригельна КСФН зі структурним склінням - це різновид стійково-ригельної світлопрозорої навісної фасадної системи, в якій несучі елементи (стійки, ригелі) не виступають за зовнішню площину заповнень (рисунок 4.2).

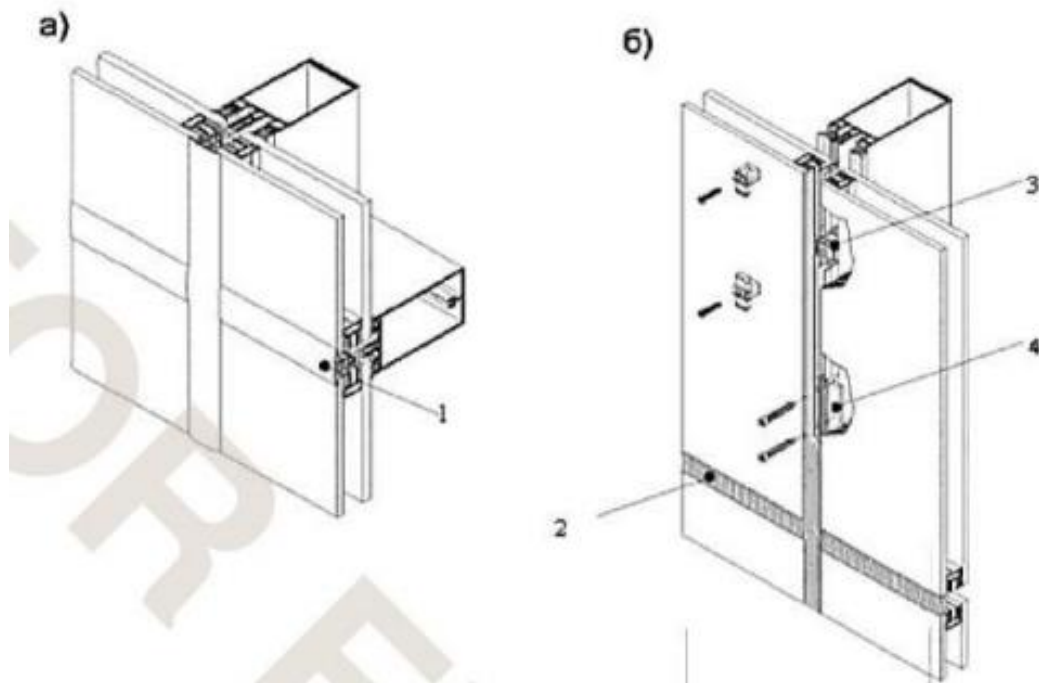


Рисунок 4.2 – Сійково-ригельна КСФН зі структурним склінням

а) зі швами, замукованими плоским ущільнювачем;

б) зі швами, заповненими герметиком;

1 – ущільнювач; 2 – герметик; 3 – склотримач; 4 - кріплення склотримача.

Сійково-ригельна КСФН з напівструктурним склінням - це різновид світлопрозорї навісної фасадної системи з видимими елементами кріплення у вертикальному або горизонтальному напрямку (рисунок 4.3).

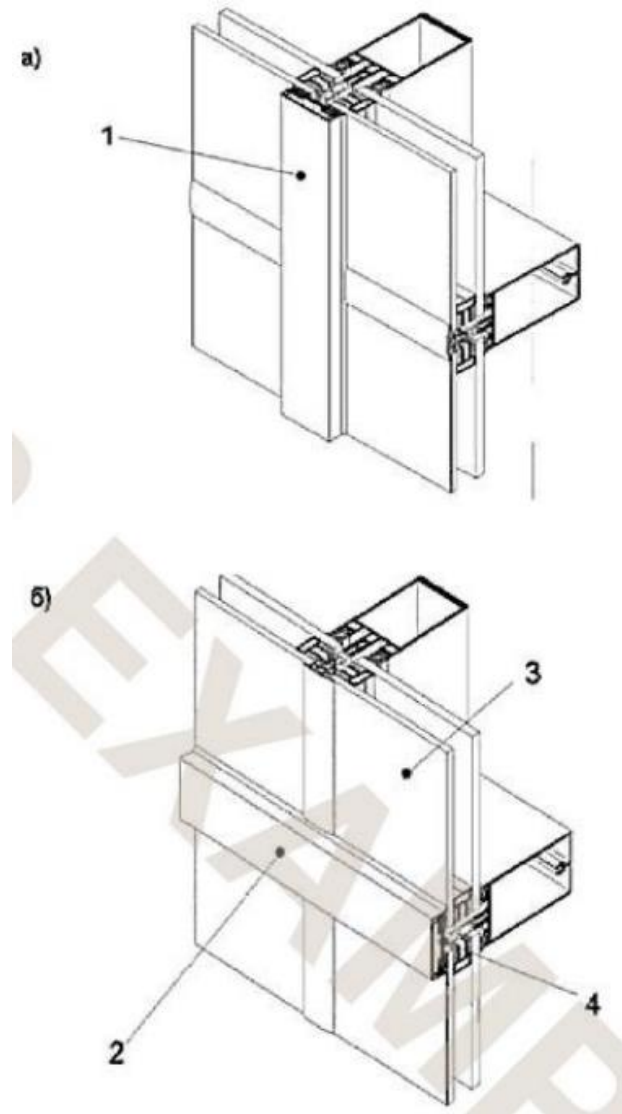


Рисунок 4.3 – Стійково-ригельна КСФН із напівструктурним склінням

а) з видимими вертикальними елементами кріплення;

б) з горизонтальними видимими елементами кріплення;

1 – вертикальний елемент кріплення; 2 – горизонтальний елемент кріплення;

3 – склопакет; 4 - притискна планка

Стійково-ригельна КСФН з рамним склінням - це різновид світлопрозорі навісної фасадної системи, що складається з горизонтальних та вертикальних елементів, з'єднаних між собою в рами, закріплені на будівельній основі та оснащені заповнювачами (рисунок 4.4).

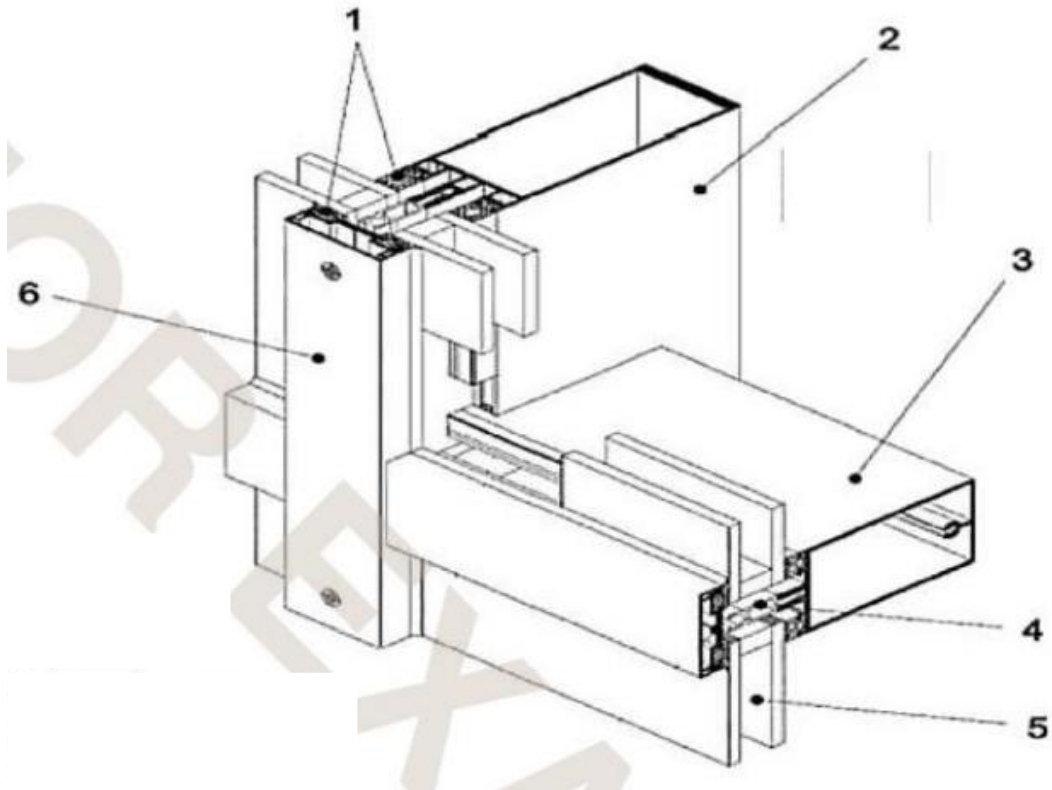


Рисунок 4.4 – Стійково-ригельна КСФН з рамним склінням

1 – ущільнювач; 2 – стійка; 3 – ригель; 4 – притискна планка; 5 – склопакет;
6 – декоративна накладка

Матеріали для влаштування монтажних швів повинні зберігатися в сухих опалюваних вентиляваних приміщеннях з дотриманням умов зберігання, зазначених у діючих НТД.

4.3 Організація та технологія виробництва робіт

4.3.1 Загальні вимоги

Влаштування КСФН повинен здійснюватися відповідно до цієї технологічної карти відповідно до вимог проектної та робочої документації та передбачати виконання підготовчих, монтажних та заключних робіт.

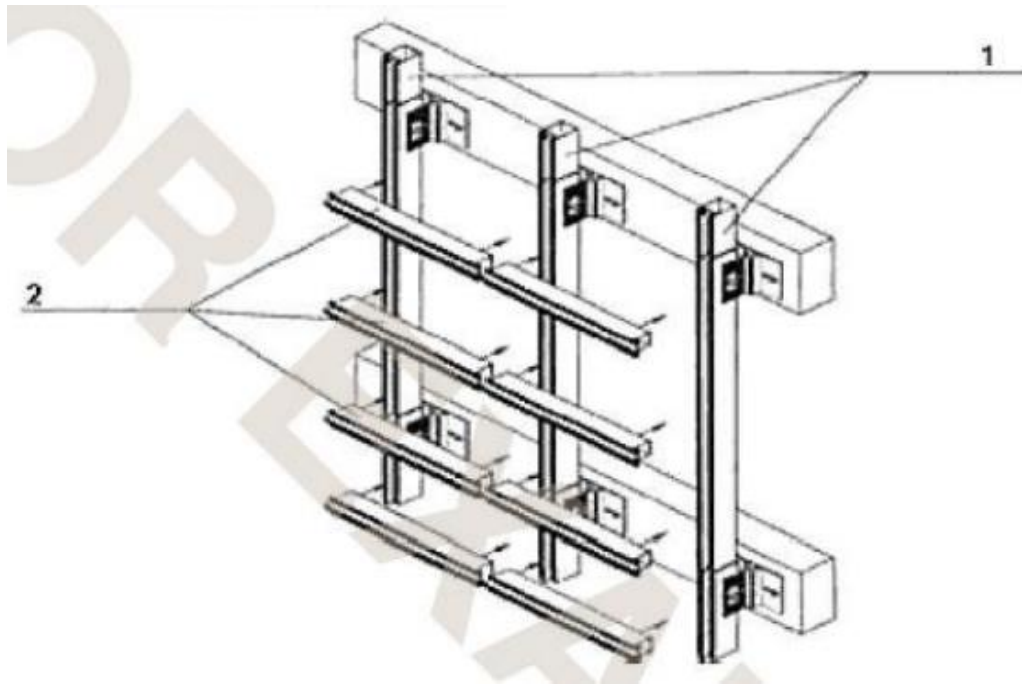
До складу підготовчих робіт входять:

- приймання робочої документації на пристрій КСФН;
- приймання виконавчої документації на виконання робіт з влаштування гідроізоляції покрівлі, цоколя, вимощення;
- проведення вимірювань геометричних параметрів будівельної основи;
- перевірка несучої здатності будівельної основи (проводиться спеціалізованою організацією);
- випробування анкерних кріплень (проводиться спеціалізованою організацією);
- приймання основи та оформлення акту приймання;
- постачання елементів КСФН на будівельний майданчик та перевірка їхньої комплектності.

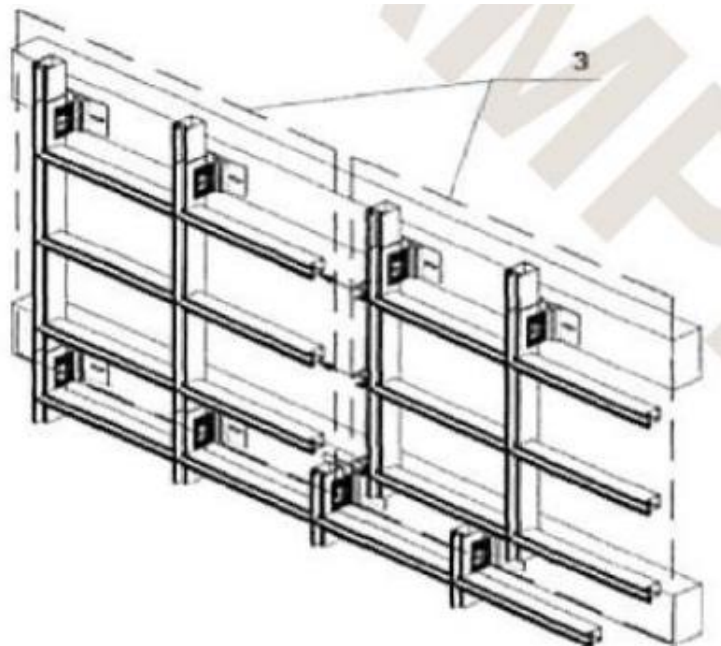
Склад монтажних робіт складається з набору операцій, які необхідно виконати для влаштування обраного типу КСФН.

Монтаж КСФН може проводитись декількома способами: у вигляді елементів, що окремо встановлюються; у вигляді попередньо зібраних блоків; комбінованим методом

а) у вигляді встановлюваних елементів



б) у вигляді попередньо зібраних блоків



в) комбінований

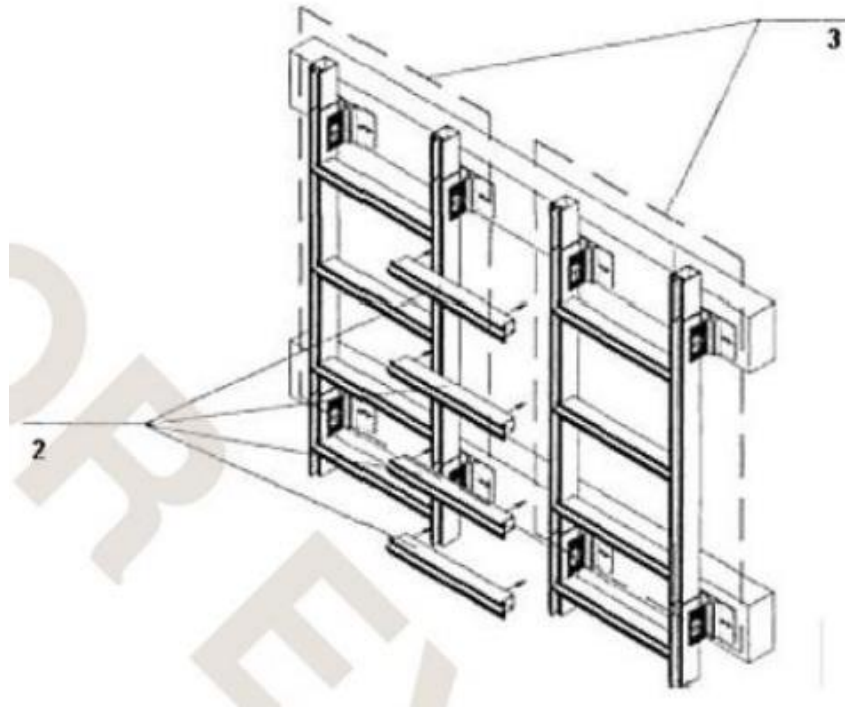


Рисунок 4.5 – Методи монтажу КСФН

1– стійка; 2 – ригель; 3 – блок

Заключні роботи з влаштування КСФН включають оформлення акту задачі-прийняття робіт, передачу проектної та виконавчої документації експлуатуючої організації.

4.3.2 Підготовчі роботи

Приймання розробленої відповідно до вимог робочої документації на пристрій КСФН, включає перевірку:

- її комплектності;
- наявності узгоджень та затверджень;
- наявності посилань на нормативні документи на матеріали та вироби;
- наявності паспортів якості, сертифікатів відповідності, епідеміологічних висновків та інших супровідних документів.

Приймання виконавчої документації на влаштування КСФН включає перевірку відповідності фактично виконаних робіт до робочих креслень.

Засоби вимірювання, які використовуються при контролі, повинні бути повірені або калібровані відповідно до вимог Закону про забезпечення єдності вимірювань.

Допустимі відхилення поверхні основи під час перевірки 2-метровим рівнем по горизонталі не повинні перевищувати ± 5 мм відповідно до вимог ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013 [33]. Якщо основа не відповідає зазначеним вимогам, то ділянки, що виступають, видаляють шліфуванням, а западини і відколи штукатурять.

Перевірку товщини основи та відстані у світлі (відстань між підлогою нижчележачого перекриття і стелею вищележачого) виконують за допомогою лазерної рулетки або складаного метра.

Перевірка несучої здатності будівельної основи в натурних умовах, що виконується з метою вибору анкерів для кріплення кронштейнів КСФН, проводиться акредитованою будівельною лабораторією за затвердженою в установленому порядку методикою.

Випробування анкерів на вирив/зріз стосовно реальної основи повинна проводити спеціальна лабораторія за спеціально розробленою методикою.

На підставі розрахунку анкерного кріплення за результатами перевірки будівельної основи та випробування анкерів проєктна організація готує висновок про можливість його влаштування.

Приймання будівельної основи проводиться за актом, що складається на підставі даних журналу обліку виконаних робіт, що заповнюється підрядником.

Кожна партія елементів КСФН, що поставляються на об'єкт, має супроводжуватися документом про якість (паспорт), що має штамп, який підтверджує приймання технічним контролем підприємства-виробника.

Примітка: партія – це група будівельних виробів одного найменування та типового розміру, виготовленого протягом певного проміжку часу.

Контроль комплектності постачання елементів КСФН здійснюється за специфікаціями, що входять до складу робочої документації.

4.3.3 Монтаж конструкцій світлопрозорих фасадних навісних

До складу монтажних робіт для стійково-ригельної системи входять наступні операції:

- розбивка будівлі на окремі захватки;
- встановлення кронштейнів;
- встановлення стійок та їх кріплення до будівельної основи;
- встановлення ригелів;
- з'єднання стійок;
- встановлення світлопропускового заповнення (склопакетів);
- заповнення та герметизація швів.

Розбивка будівлі на захватки, їх величини та кількість визначаються з урахуванням розмірів фасадів, оснащення будівельної організації обладнанням, умовами комплектації елементами КСФН та матеріалами виконуються згідно з проектом виконання робіт (ПВР) та проектом організації будівництва (ПОБ).

Встановлення кронштейнів включає:

- свердління отворів під кронштейни;
- фіксацію горизонтальної осі точок розташування кронштейнів;
- кріплення кронштейнів.

При фіксації горизонтальної осі точок розташування кронштейнів крайні точки горизонтальної осі визначають за допомогою нівеліру. Місця встановлення кронштейнів визначають за двома крайніми точками, використовуючи будівельний рівень та рулетку.

Свердління отворів під кронштейни виробляють механізованим інструментом ударно-обертальної дії або свердлильними коронками з видаленням пилу стисненим повітрям за допомогою компресора.

Діаметр свердла повинен дорівнювати діаметру кріпильного виробу. Збільшений діаметр отвору може призвести до прокручування елемента кріплення, зменшений - викликати розтріскування матеріалу основи.

Кріплення кронштейнів слід виконувати за дотриманням вимог ПВР.

Мінімально допустима відстань від осі кріпильних виробів до краю основи повинна становити щонайменше 100 мм.

Не допускається монтаж кронштейнів на непідготовленій основі, при візуально встановленому пошкодженні та без підтвердження натурними випробуваннями необхідної несучої здатності кріпильних виробів.

Кількість анкерних кріплень, що підлягаються контролю, має становити не менше 10% від загальної кількості на кожні 100 метрів площини будівельної основи.

Встановлення та кріплення стійок до будівельної основи представлені на рисунку 4.6.

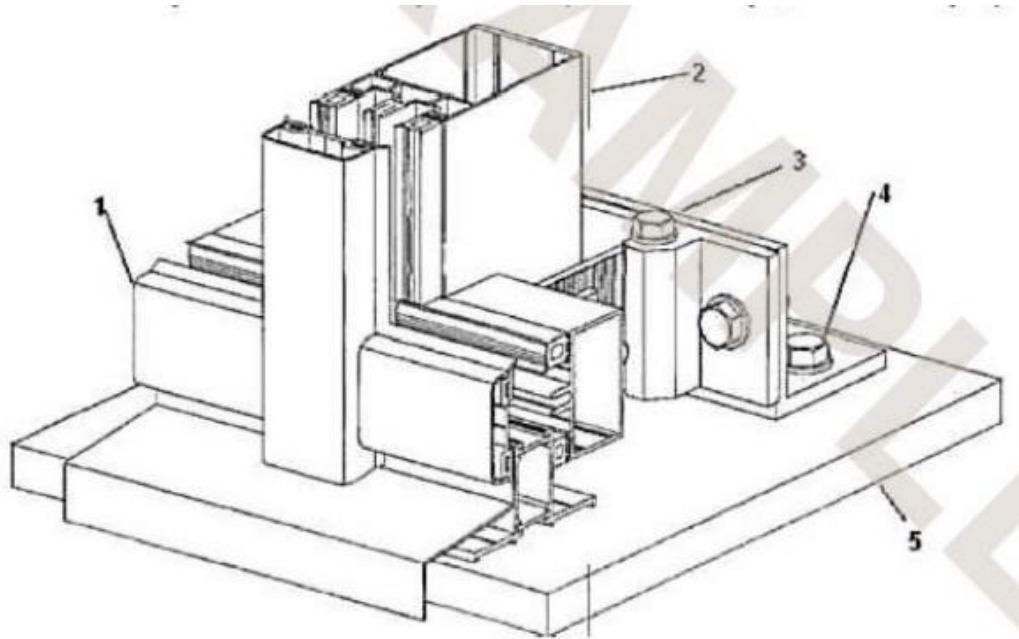


Рисунок 4.6 – Кріплення стійок до будівельної основи
 1 – ригель; 2 – стійка; 3 – кронштейн; 4 – анкерне кріплення;
 5 – будівельна основа.

Стійку встановлюють на будівельну основу та закріплюють за допомогою кронштейну.

Вертикальність положення кожної стійки перевіряють за допомогою теодоліту або вивісу.

Для сталевих стійок застосовують жорстке болтове кріплення. Для алюмінієвих стійок передбачається рухоме болтове кріплення з усіма кронштейнами, крім тих, що сприймають вагове навантаження. Рухливе з'єднання забезпечується встановленням кріпильних виробів в овальні отвори стійки, які дозволяють компенсувати лінійні температурні деформації.

Стійки з'єднують по висоті за допомогою з'єднувального елемента. Для компенсації розширення у вертикальному напрямку влаштовують зазор на стику стійок, розмір якого встановлюється з урахуванням величини подовження алюмінієвих стійок при зміні температури.

Встановлення ригелів проводять за допомогою закладного елемента шляхом приєднання до стійки (рисунок 4.7).

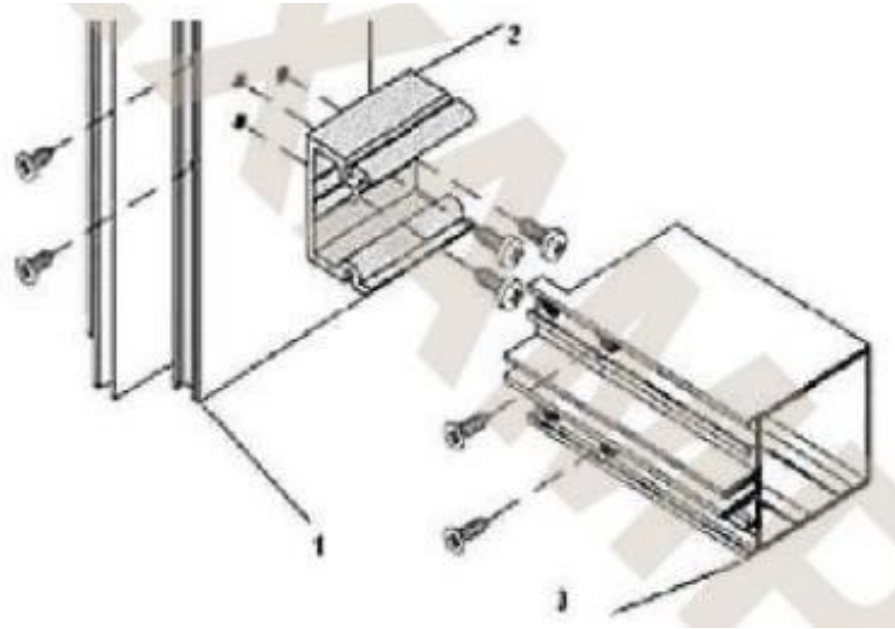


Рисунок 4.7 – Встановлення ригеля

Приклад вертикального з'єднання двох стійок між собою наведено на рисунку 4.8. З'єднання забезпечується за допомогою закладних елементів та кріпильних деталей. Жорсткість та герметичність з'єднання досягаються за рахунок ущільнювача, щільного притиску рейки та встановлення кришок стійок.

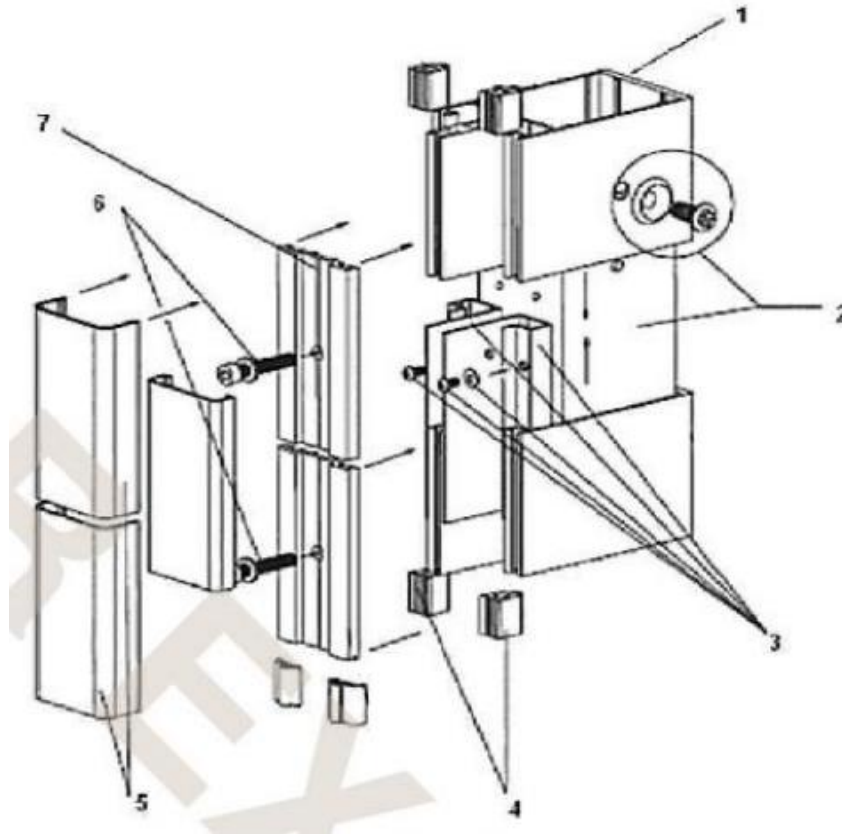


Рисунок 4.8 – Вертикальне з'єднання двох стійок між собою
 1– стійка; 2 – закладний з'єднувальний елемент; 3 – кріпильні деталі;
 4 – ущільнювач; 5 – кришка стійки; 6 – гвинт; 7 – притискна рейка.

Склопакет, що є монтажною одиницею світлопропускнуго заповнення, встановлюють вручну (при монтажі зсередини) або за допомогою підйомних механізмів (при монтажі зовні).

Примітка: при встановленні вручну вага склопакета не повинна перевищувати 50 кг відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009 [34].

При монтажі зовні (рисунок 4.9) встановлення склопакетів починають від кута захвату будівлі та виконують наступним чином – з місця складування на будівельному майданчику склопакети вакуумними присосками за допомогою лебідки подають на місце виконання робіт, де проводять їх встановлення в отвори.

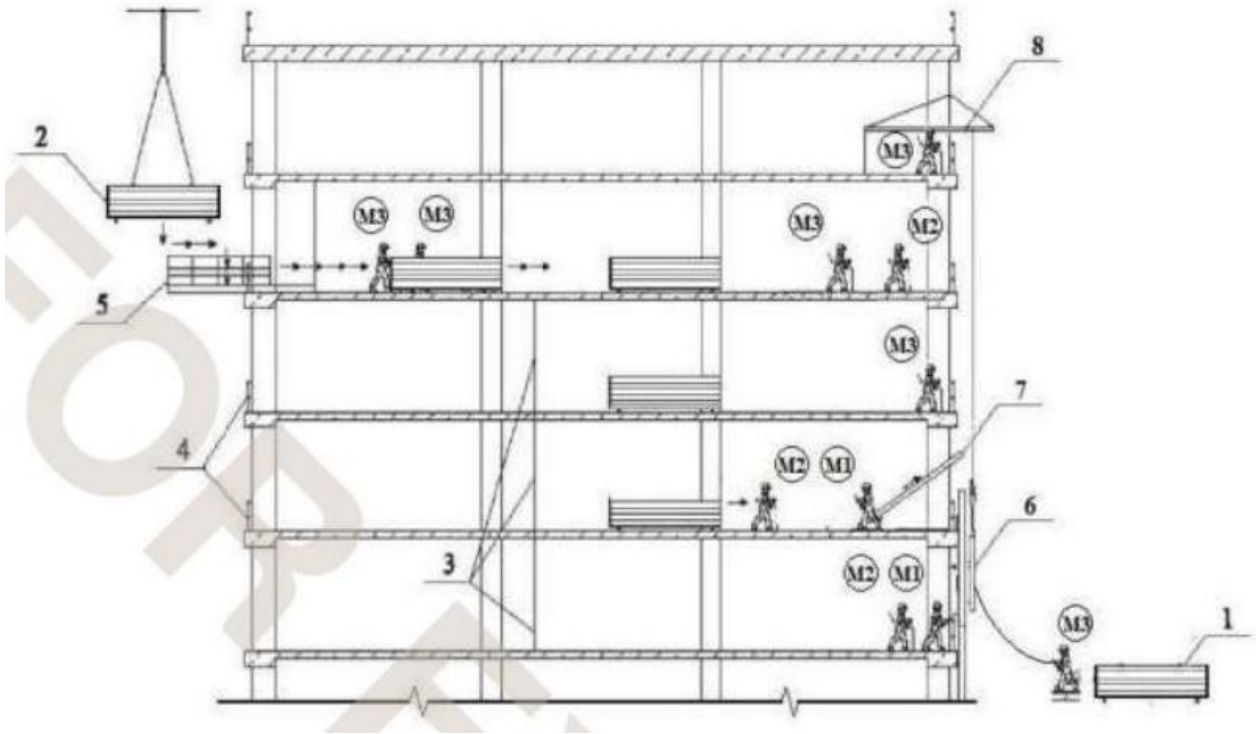


Рисунок 4.9 – Схема монтажу склопакетів

- 1 – касети склопакетів;
 2 – подача алюмінієвих профілів та комплектуючих;
 3 – огороження зони монтажу на захватці;
 4 – огорожа по периметру перекриття кожного поверху;
 5 – виносний вантажопідіймний майданчик.
 6 – подача склопакета;
 7 – установка несучих елементів (стійки, ригелі, кронштейни);
 8 – електрична лебідка.
 М1, М2, М3 – монтажник будівельних конструкцій;

Встановлення склопакетів слід проводити за допомогою траверс, які оснащені вакуумними присосками.

Склопакети необхідно переносити у вертикальному положенні. Кути та торці скла слід оберігати від ударів. Забороняється опирати склопакети на кути та ставити на жорстку основа.

При монтажу склопакетів не повинна порушуватись просторова орієнтація (зовнішня сторона – внутрішня сторона, верх – низ).

Склопакети слід встановлювати на опорні підкладки (по дві на кожен склопакет). Відстань від підкладок до кутів склопакетів має бути 50-80 мм. При ширині склопакета більше 1,5 м рекомендується збільшувати цю відстань до 150 мм. Для кріплення склопакета по вертикалі слід використовувати фіксуючі бокові прокладки, що встановлюються попарно (з зовнішньої та внутрішньої сторони) у верхній та нижній частинах склопакета.

Монтаж склопакетів допускається при температурі зовнішнього повітря не нижче за мінус 15°C.

Ущільнення та герметизацію швів між склопакетами слід проводити безпосередньо після їх встановлення. Поверхні, що герметизуються, повинні бути попередньо очищені, просушені і знежирені. Герметики наносять пневматичними чи ручними шприцами.

Роботи з ущільнення та герметизації слід проводити за температури зовнішнього повітря не нижче мінус 15°C в умовах, що виключають зволоження склопакетів.

Несучі елементи при структурному склінні встановлюють аналогічно стійково-ригельним КСФН. У комірку, утворену стійкою та ригелем, встановлюють склопакети. Склопакети кріплять за допомогою спеціального герметика, що має підвищені адгезійні властивості, що контролюються будівельною лабораторією.

4.4 Контроль якості та приймання робіт

У процесі влаштування КСФН відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 [35] слід здійснювати:

- вхідний контроль елементів КСФН;
- операційний контроль окремих будівельних процесів виробничих операцій;
- приймальний контроль.

При вхідному контролі елементів КСФН слід перевіряти їхню відповідність вимогам робочої документації та маркування виробів.

Відповідність марок елементів КСФН перевіряється за сертифікатами підприємств-виробників та специфікацій, що входять до складу робочої документації.

При вхідному контролі цілісність елементів КСФН слід перевіряти візуально, геометричні розміри - по супровідній документації постачальників, а також за допомогою необхідних засобів вимірювань.

Розміри виробів, а також відхилення від заданої форми визначають з урахуванням вимог ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [36].

Перевірку геометричних розмірів проводять за допомогою металевої вимірювальної рулетки та штангенциркуля за ДСТУ 4179-2003 [37].

При виявленні невідповідностей вимогам супровідних документів слід визначати фізико-технічні характеристики елементів КСФН. Для проведення цих робіт можуть залучатися акредитовані лабораторії

У разі виявлення невідповідності фізико-технічних характеристик елементів КСФН вимогам проєкту та супровідної документації ці елементи мають бути відбракованими та вилученими.

Результати перевірки вхідного контролю повинні фіксуватись у журналі обліку за ДСТУ 9027:2020 [38].

Операційний контроль повинен проводитися в ході виконання робіт з влаштування КСФН з метою забезпечення своєчасного виявлення дефектів та вжиття заходів щодо їх попередження та усунення.

У процесі операційного контролю влаштування КСФН повинні перевірятися кронштейни, стійки, ригелі та склопакети

Відхилення в розташуванні кронштейнів не повинні перевищувати $\pm 5,0$ мм відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [36]. Відхилення кожного елемента фіксується в журналі виконання робіт.

Відхилення довжини стійок не повинні перевищувати значення $\pm 2,0$ мм відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [36].

Відхилення від прямолінійності стійок та ригелів не повинно перевищувати $\pm 0,5$ мм відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [36]. Відхилення кожного елемента має фіксуватися в журналі виконання робіт.

Місця примикань металевих елементів стійок до основи повинні бути захищені від корозії.

Проектна величина моменту затягування болтових з'єднань КСФН забезпечується використанням моментного ключа.

Розміри опорних підкладок для встановлення склопакетів повинні становити по довжині не менше 40 мм, по ширині – не менше ширини заповнення, по висоті – не менше 3 мм.

При здачі робіт із приймання КСФН повинен здійснюватись контроль виконання монтажу кожного з конструктивних елементів із записом у журнал робіт та зі складанням актів на приховані роботи формою зазначеною у ДБН А.3.1-5:2016 [35].

При приймальному контролі має бути перевірено:

- за супровідною документацією елементи КСФН у їх відповідності до проєкту;
- за виконавчими геодезичними схемами із застосуванням засобів інструментального контролю за відповідністю положення КСФН вимогам проєкту;
- наявність внесення монтажною організацією змін до проєкту виконавчих креслень, а також наявність документів, що підтверджують узгодження цих змін;
- наявність та правильність оформлення актів огляду прихованих робіт;
- наявність журналу загальних робіт та відповідність послідовності пристрою КСФН.

Здача результату робіт підрядником та приймання його замовником оформляються актом, який підписується обома сторонами.

Оформлення результатів задачі виконаних підрядником робіт здійснюється за уніфікованими формами, якими визначено також порядок їх заповнення.

Під час передачі об'єкта експлуатуючої організації може бути проведено: тепловізійна зйомка будівлі; випробування щодо визначення опору теплопередачі, повітря- та водонепроникності, ізоляції повітряного шуму та опору вітровому навантаженню. Перевірка повинна проводитись спеціалізованою організацією, що має відповідну акредитацію.

4.5 Охорона праці та охорона навколишнього середовища

4.5.1 Загальні відомості про охорону праці

Норми і правила техніки безпеки на будівельно-монтажних роботах викладені в ДБН А.3.2-2-2009 [34] і поширюються на всі організації, що здійснює будівництво.

Кожне робоче місце на будівельному майданчику має бути перевірено майстром чи виконробом з тим, щоб виключити можливість нещасного випадку.

Нові робітники повинні пройти вступний інструктаж з техніки безпеки і виробничої санітарії та інструктаж безпосередньо на робочому місці.

Робочі комплексних бригад повинні бути проінструктовані і навчені безпечним прийомам за всіма видами робіт, які вони будуть виконувати.

Ділянка повинна бути забезпечена телефонним зв'язком або радіозв'язком.

При організації будівельного майданчика, розміщення ділянок робіт, організації робочих місць, проїздів будівельних машин і транспортних засобів, проходів для людей, слід встановити небезпечні для людей зони, в межах яких постійно діють або потенційно можуть діяти небезпечні виробничі фактори. Небезпечні зони повинні бути позначені знаками безпеки і написами встановленої форми.

На межах зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів повинні бути встановлені запобіжні захисні огороження, сигнальні огорожі або знаки безпеки. Конструкція огорожень повинна задовольняти вимогам ДСТУ Б В.2.8-43:2011 [39]. Огороження, що примикають до місць масового проходження людей, необхідно обладнати суцільним захисним піддашком.

Пожежну безпеку на будівельному майданчику, ділянках робіт і робочих місцях слід забезпечувати відповідно до вимог НАПБ України.

Електробезпека на будівельному майданчику, ділянках робіт і робочих місцях повинна забезпечуватися відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-13:2011 [40].

Будівельний майданчик, ділянки робіт, робочі місця, проїзди і підходи до них у темний час доби повинні бути освітлені відповідно до ДСТУ Б А.3.2-15:2011 [41]. Освітлення повинне бути рівномірним, без сліпучої дії освітлювальних пристроїв на працюючих. Виробництво робіт в неосвітлених місцях не допускається. Колодязі, шурфи і інші виїмки в ґрунті в місцях можливого доступу людей повинні бути закриті кришками, міцними щитами або огорожені. У темний час доби огорожі повинні бути позначені електричними сигнальними лампами напругою не вище 42 В.

У в'їздах на будівельний майданчик повинна бути встановлена схема руху транспортних засобів, а на узбіччях доріг і проїздів - що абсолютно очевидно дорожні знаки, які регламентують порядок руху транспортних засобів відповідно до Правил дорожнього руху України. Швидкість руху автотранспорту поблизу місць проведення робіт не повинна перевищувати 10 км / год на прямих ділянках і 5 км / год - на поворотах. Проїзди, проходи і робочі місця необхідно регулярно очищати, не захаращувати, а розташовані поза будівлями посипати піском або шлаком в зимовий час. Ширина проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше 0,6 м, а висота проходів у світлі - не менше 1,8 м.

Робочі місця і проходи до них на висоті 1,3 м і більше та відстані менше 2,0 м від межі перепаду по висоті повинні бути огорожені тимчасовими огорожами.

При неможливості влаштування цих огорожень роботи на висоті слід виконувати з використанням запобіжних поясів за ДСТУ 4304:2004 [42]. Не

допускається користуватися відкритим вогнем у радіусі менше 50,0 м від місця застосування та складування матеріалів, що містять легкозаймисті або вибухонебезпечні речовини. Лакофарбові, ізоляційні, оздоблювальні та інші матеріали, що виділяють вибухонебезпечні або шкідливі речовини, дозволяється зберігати на робочих місцях в кількостях, що не перевищують змінної потреби.

Пилоподібні матеріали слід зберігати в закритих ємностях, вживаючи заходи проти розпилення в процесі навантаження і розвантаження. Завантажувальні отвори повинні закриватися захисними решітками, а люки - затворами. Матеріали, що містять шкідливі або вибухонебезпечні розчинники, необхідно зберігати в герметично закритій тарі.

На робочих місцях, де застосовуються клеї, мастики, фарби та інші матеріали, що виділяють вибухонебезпечні або шкідливі речовини, не допускаються дії з використанням вогню або що викликають іскроутворення. Ці робочі місця повинні провітрюватися.

Електроустановки в таких приміщеннях (зонах) повинні бути у вибухонебезпечному виконанні. Крім того, повинні бути вжиті заходи, що запобігають виникненню і накопиченню зарядів статичної електрики.

Нестійкі конструкції, що знаходяться в зоні виконання робіт, слід розкріпити стійками, підкосами або іншими засобами. Не допускається залишати конструкції або їх окремі елементи без відповідного додаткового кріплення, якщо є небезпека їх обвалення (падіння) під впливом вітру або інших чинників.

При розбиранні, руйнуванні будинків, споруд, а також при прибиранні відходів, залишкових матеріалів, сміття слід передбачати заходи по зменшенню пилоутворення.

Працюючі в умовах запиленості повинні бути забезпечені засобами захисту органів дихання від надходження в них пилу і мікроорганізмів.

4.5.2 Охорона праці при монтажі конструкцій

До монтажу конструкцій і виробництва допоміжних такелажних робіт допускаються робітники, які пройшли спеціальне навчання і досягли 18-ти річного віку. Не рідше одного разу на рік повинна проводитися перевірка знань адміністрацією будівництва з безпеки методам проведення робіт у робітників та інженерно-технічних працівників. До відомості монтажників доводяться основні рішення з охорони праці, передбачені в проєкті організації робіт. До монтажних робіт на висоті допускаються монтажники, які проходять щорічно спеціальний медичний огляд. Монтажники при роботі на висоті оснащуються запобіжними поясами. Під місцем виробництва монтажних робіт рух транспорту та людей забороняється. На всій території монтажного майданчика повинні бути встановлені покажчики робочих проходів та проїздів, визначені зони, небезпечні для проходу і проїзду. При проведенні робіт у нічний час монтажний майданчик висвітлюється прожекторами. До початку робіт повинна бути перевірена справність монтажного і підйомного обладнання, а також вантажозахоплювальних пристроїв. Вантажопідйомні механізми перед пуском їх в експлуатацію випробовуються відповідальними особами технічного персоналу будівництва з складанням акту відповідно до правил інспекції Держгіртехнагляду. Такелажні і монтажні пристосування для підйому вантажів слід випробовувати вантажем, що перевищує їх розрахунковий на 10%, забезпечуються клеймом або міцно прикріпленою металевою биркою із зазначенням його номера, дати і вантажопідйомності. Все захватні пристосування систематично перевіряють в процесі їх використання з записом в журналі.

Залишати підняті елементи у всячому положенні, на гаку крана під час обідніх та інших перерв категорично забороняється. При проєктуванні монтажного процесу передбачені небезпечні зони. Межі небезпечних зон

відзначаються спеціальними орієнтирами. Найважливішим фактором для усунення травматизму при монтажі будівельних конструкцій є правильний розрахунок конструкцій при транспортуванні, складуванні і монтажі.

ВИСНОВКИ

Аналіз успішної реалізації енергоефективних заходів у сфері цивільного будівництва є найбільш результативним методом пошуку новаторських способів поліпшення енергоефективності будівельного сектору. В першу чергу, це є економічно вигідним, оскільки зменшує витрати на опалення, що призводить до зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Цей підхід передбачає системний аналіз технологій для визначення доцільності їх впровадження, їхню ефективність та можливості використання в будівельній галузі. Для суспільства це вірний напрямок для наближення до рівня сталого розвитку.

Проаналізувавши сучасні технології з підвищення енергоефективності будівель, а саме система «зелена покрівля» та енергоефективні світлопрозорі конструкції, можна зробити висновок, що використання системи «зелена» покрівля в представленому проєкті буде не доцільна через конструктивні особливості проєктуємої покрівлі, а функціональне призначення даної технології не відповідає цілям проєкту. Натомість застосування енергоефективних світлопрозорих конструкцій напряму пов'язане з досягненням поставленої мети, а саме підвищення енергоефективності будівлі, що проєктується.

Підходи та технології для вдосконалення огорожувальних конструкцій, які було розглянуто у роботі, можуть бути застосовані в житловому та громадському секторах і стати важливим інструментом для українських фахівців з будівництва, що дозволить значно підвищити енергоефективність новобудов, зменшити енергозалежність від критичної інфраструктури, заощадити кошти цивільних мешканців та підвищити комфортність умов проживання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кицкай Л. І. Енергоефективність в Україні: аналіз, проблеми та шляхи підвищення. *Інноваційна економіка*. 2013. №3. С. 32-37.
2. Боровик Ю. Т., Єлагін Ю.В. Стійке будівництво: сутність, принципи, тенденції розвитку. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2021. №72-73. С. 47-56
3. Іванова Л.С. Енергоефективні інновації у будівництві. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2018. №52. С. 302-306
4. Кращі практики щодо енергозбереження у житлово-комунальному господарстві України. Київ : Центр громадської експертизи, 2011. 184 с.
5. Практика інноваційних розробок у сфері територіально-просторового розвитку міст і регіонів : монографія / за заг. ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2016. 286 с.
6. Кіотський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату від 17.11.2006. URL:http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_801.
7. Про затвердження Стратегії енергетичної безпеки : Постанова Кабінету Міністрів України від 4 серп. 2021 р. № 907-р. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/907-2021-p>
8. Директива Європейського Парламенту та Ради 2010/31/ЄС від 19 травня 2010 року про енергетичні характеристики будівель. № L 153. *Офіційний вісник Європейського Союзу*. 2018. № L 156. С. 75
9. World Energy Trilemma Index 2022: Monitoring the Sustainability of National Energy Systems. World Energy Council. 2022. URL:<https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-trilemma-index-2022>

10. Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці країн. Київ : Відділ інформаційно-аналітичної роботи департаменту міжнародного співробітництва та євроінтеграції, 2017. 113 с.
11. Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). URL: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings-directive-epbd_en
12. Basics [Passipedia EN]. Passipedia - The Passive House Resource [Passipedia EN]. URL: <https://passipedia.org/basics> (date of access: 13.03.2023).
13. Houses made of sip panels. ECOPAN. URL: <https://ecopanua.com/ru/doma-iz-sip-panelej-sip-paneli-sip-paneli/>
14. Аспект плюс. Скло. Види скла. Обробка скла. URL: <http://aspectplus.com.ua/content/view/105/lang,ua/>
15. Літинський та Літинський. Все, що треба знати про віконні конструкції. URL: http://litinskyandlitinsky.com/article_in.html
16. ДСТУ Б В.2.7-107:2008. Будівельні матеріали. Склопакети клеєні будівельного призначення. [На заміну ДСТУ Б В.2.7-107-2001 (ГОСТ 24866-99); чинний від 01.01.2010]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. 32 с.
17. Кужель Л.М. Закономірності теплопередачі через віконні конструкції : дис. канд. техн. наук : 05.14.06 / Інститут технічної теплофізики НАН України. Київ, 2017. 190 с.
18. Фаренюк Є.Г. Тепловий режим світлопрозорих огорожувальних конструкцій сучасних багатоповерхових будівель : дис. канд. техн. наук : 05.23.01 / Національний університет водного господарства та природокористування. Рівне, 2015. 172 с.
19. Velux: Вікна спеціального призначення. URL: https://www.velux.ua/uk/products/mansardni_vikna/special-function

20. Герасимчук З.В., Аверкіна М.Ф. Зарубіжний досвід використання покрівлі типу «зелений дах» в контексті забезпечення стійкого розвитку міста. Збірник наукових праць Буковинського університету. Економічні науки. Чернівці : Книги ХХІ, 2013. С. 125 - 132.
21. Бородай С.П., Бородай Д.С., Бородай А.С. , Бородай Я.О. Екологічні технології будівництва у сучасній народній архітектурі північно-східної України. Містобудування та територіальне планування : наук.-техн. зб. Київ : КНУБА, 2021. № 77. С. 85-99.
22. Дадіверіна Л.М., Комишня А.В. Інженерні, економічні, соціальні та екологічні переваги зеленої покрівлі. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. Дніпро, 2018. № 5. С. 60 - 65.
23. Салій Ю. Сад на даху: як озеленюють покрівлі в Україні та світі. *Київський міський журнал «ХМАРОЧОС»*. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2016/03/16/sad-na-dahu-yak-ozelenyuuyut-pokrivli-v-ukrayini-ta-sviti/>
24. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 130 с.
25. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна № 1. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. 75 с.
26. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування і забудова територій. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2019. 185 с.
27. ДБН Б.1.1-15:2012 Склад та зміст генерального плану населеного пункту. [Чинний від 2012-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 37 с.
28. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 47 с.

29. ДБН Б.1.1-14:2012 Склад та зміст детального плану території. [Чинний від 2012-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 25 с.
30. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Із Зміною № 1. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 70 с.
31. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. 27 с.
32. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Вікна та зовнішні двері. [Чинний від 2021-02-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2021. 81 с.
33. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів [Чинний з 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 42 с.
34. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний з 2012-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2009. 117 с.
35. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. [Чинний з 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2017. 54 с.
36. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. [Чинний з 2010-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2010. 36 с.
37. ДСТУ 4179-2003 Рулетки вимірювальні металеві. Технічні умови. Зі зміною № 1. [Чинний з 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2007. 16 с.
38. ДСТУ 9027:2020 Системи управління якістю. Настанови щодо вхідного контролю продукції. [Чинний з 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 20 с.

39. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови. [Чинний з 2012-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 12 с.
40. ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги. [Чинний з 2012-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 14 с.
41. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків. [Чинний з 2012-12-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 31 с.
42. ДСТУ 4304:2004 Пояс запобіжний монтерський. Загальні технічні умови. [Чинний з 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2005. 17 с.