МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
імені Ю.М. ПОТЕБНІ

КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота (проєкт)

магістр
(рівень вищої освіти)

на тему Удосконалення технології улаштування вентильованих фасадів цивільних будівель

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1923-мопа
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми Містобудування та об'ємно-просторова архітектура
(назва освітньої програми)
Шевченко І.О.
(ініціали та прізвище)

Керівник доц.,к.т.н., Ільїн С.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент проф., к.арх, Осиченко Г. О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
імені Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код та назва)
Освітня програма Містобудування та об'ємно-просторова архітектура

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
«09» 09 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Шевченку Ігорю Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проєкту) Удосконалення технології улаштування вентильованих фасадів цивільних будівель

керівник роботи доц.,к.т.н., Ільїн С.В.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «30» 09 2024 року № 1486-с.

1 Строк подання студентом роботи 01.12.2024

2 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливість розвинення проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень

3 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Літературний огляд. Провести аналіз способу влаштування фасадних систем вітчизняного та зарубіжного виробництва, дослідження конструктивних рішень навісних вентильованих фасадів. Розробити пропозиції щодо змісту типових технологічних карт влаштування навісних вентильованих фасадів з керамогранітних плит.

4 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація із результатами аналітичних обгрунтувань науковості напряму досліджень, результатами експериментальних досліджень, результати розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень

5 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Ільїн С.В.		
2	Ільїн С.В.		
3	Ільїн С.В.		

6 Дата видачі завдання 01.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Літературний огляд	01.10	
2	Розділ 1	15.10	
3	Розділ 2	01.11	
4	Розділ 3	15.11	
5	Розробка графічної частини	20.11	
6	Оформлення роботи	25.11	
7	Попередній захист	01.12	

Студент _____ Шевченко І.О.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проєкту) _____ Ільїн С.В.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Гребенюк І.В.
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Шевченко Ігор Олександрович. Удосконалення технології улаштування вентильованих фасадів цивільних будівель.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник С.В. Ільїн. Інженерний навчально-науковий інститут імені Ю.М. Потебні ЗНУ, кафедра міського будівництва і архітектури, 2024.

У роботі виконано аналіз способу влаштування фасадних систем вітчизняного та зарубіжного виробництва також проведено дослідження конструктивних рішень навісних вентильованих фасадів. Дано аналіз ефективності технології та організації робіт з влаштування навісних вентильованих фасадів з керамогранітних плит будівель, що експлуатуються.

Ключові слова: ФАСАД, ЦИВІЛЬНІ БУДІВЛІ, НАВІСНІ ВЕНТИЛЬОВАНІ ФАСАДИ, КЕРАМОГРАНІТНІ ПЛИТИ, УТЕПЛЮВАЧ, ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИЙ ШАР.

ABSTRACT

Ihor Oleksandrovych Shevchenko. Improvement of the technology of arrangement of ventilated facades of civil buildings.

Qualifying graduation thesis for obtaining a master's degree of higher education in specialty 192 - Construction and civil engineering, scientific director S.V. Ilyin Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebni ZNU, Department of Urban Construction and Architecture, 2024.

In the work, an analysis of the method of arranging facade systems of domestic and foreign production was carried out, as well as a study of constructive solutions of hinged ventilated facades was carried out. An analysis of the effectiveness of the technology and organization of works on the installation of hinged ventilated facades from ceramic granite slabs of buildings in use is given.

Keywords: FACADE, CIVIL BUILDINGS, HINGED VENTILATED FACADES, CERAMIC GRANITE PLATES, INSULATION, THERMAL INSULATION LAYER.

ЗМІСТ

	Вступ……	8
Розділ 1	АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ КОНСТРУКЦІЙ СИСТЕМ НАВІСНИХ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ФАСАДІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ МОНТАЖУ……	10
1.1	Аналіз існуючих систем навісних вентильованих фасадів, їх різновидів та спеціальних конфігурацій…….	10
1.2	Аналіз технології улаштування існуючих систем навісних вентильованих фасадів, відомі модифікації та адаптації…….	16
1.3	Аналіз дослідницької діяльності, що проводиться у сфері модифікації конструкцій навісних вентильованих фасадів……	26
1.4	Виявлення недоліків існуючих конструкцій. Визначення вузлів, що підлягають модифікації……..	32
Розділ 2	КОНСТРУКЦІЯ ТА ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ МОНТАЖУ НАВІСНИХ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ФАСАДІВ……	36
2.1	Визначення ключових вузлів та компонентів, що підлягають модернізації……...	36
2.2	Теоретичні дослідження конструкцій робочих вузлів та моделей……...	38
2.3	Теоретичні дослідження щодо можливості впровадження модифікованої конструкції……..	41
Розділ 3	ТЕХНІЧНІ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ РІШЕННЯ ЩОДО ВЛАШТУВАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ НАВІСНИХ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ФАСАДІВ……..	46
3.1	Пропозиції щодо оптимізації технічних рішень улаштування навісних вентильованих фасадів…….	46
3.2	Пропозиції щодо технології та організації влаштування	

навісних вентильованих фасадів……. 60
3.3 Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів……..... 64
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ…… 75
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 77

ВСТУП

Актуальність теми пов'язана з тим, що вдосконалення технології улаштування навісних вентильованих фасадів дозволить скоротити терміни та витрати на конструкції.

Останнім часом стали все частіше використовуватися навісні вентильовані фасади (НВФ) для реконструкції та будівництва нових об'єктів. Конструкція НВФ ефективно вирішує питання енергозбереження. Багато матеріалів з різними кольорами дозволяють вписати їх у загальний вигляд будівлі.

Дані фасадні системи повинні забезпечувати високий показник таких характеристик, як міцність, легкозведення, дешевизна та підкреслення загальної архітектури будівлі. При виконанні всіх вимог це тягне за собою збільшення не тільки облицювального матеріалу, а й підвищення собівартості за рахунок конструктивного рішення щодо збільшення несучої здатності огороджувальної конструкції та зниження матеріаломісткості фасадних систем.

Начіпні фасади на сучасному ринку мають велику кількість типових конструктивних рішень. Компанії для виходу ринку користуються розробленими у Європі навісними фасадами та його елементами, з невеликими правками.

Більшість досліджень, пов'язаних з поліпшенням конструкторських рішень спрямовані у бік розробки окремих елементів, а чи не всієї системи загалом. Тому не виходить використовувати ефективно системи навісних вентильованих фасадів по всіх територіях нашої країни.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є вдосконалення технології та організації робіт з влаштування навісних вентильованих фасадів з керамогранітних плит будівель, що експлуатуються.

Об'єкт дослідження. Технологія влаштування навісного вентильованого фасаду з керамогранітних плит.

Предмет дослідження. Методи та прийоми виконання робіт із влаштування вентильованих фасадів з керамогранітних плит.

Методи дослідження. При вирішенні поставлених завдань використовувалися узагальнення, аналіз теоретичних та практичних досліджень на тему роботи та комплексні дослідження експлуатаційних властивостей фасадних панелей.

Наукова новизна одержаних результатів. Визначено вплив зміни технології кріплення облицювання вентильованого фасаду на несучу здатність та матеріаломісткість. Уточнено технологію влаштування вентильованих фасадів з керамогранітних плит експлуатованих будівель. Розроблено пропозицію щодо оптимізації технічних рішень пристрою навісного вентильованого фасаду за рахунок пристрою теплозахисту в два шари, тим самим здешевивши конструкцію.

Практичне значення одержаних результатів. Практична значущість полягає в можливості експлуатації пропозицій щодо технології та організації робіт з влаштування навісних вентильованих фасадів з керамогранітних плит будівель, що експлуатуються, у практичній діяльності будівельних організацій при виконанні даного виду робіт.

Особистий вклад дослідника. Постановка мети і завдання дослідження. Збір і аналіз даних для проведення дослідження.

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, основних висновків, списку використаних джерел, містить 84 сторінки, 13 рисунків, 7 таблиць, 56 список використаних джерел.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ КОНСТРУКЦІЙ СИСТЕМ НАВІСНИХ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ФАСАДІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ МОНТАЖУ

1.1 Аналіз існуючих систем навісних вентильованих фасадів, їх різновидів та спеціальних конфігурацій

Навісні вентильовані фасади (НВФ) - це конструкції, які мають великі переваги, тому що вони не пропускають шум і зберігають тепло будівлі.

Термін служби НВФ досить великий. Незважаючи на очевидні переваги, ці проекти мають відносно невисоку вартість [5, 22]. Робота з цими фасадами має виконуватися за певними правилами.

Конструкція однієї з найпоширеніших систем НВФ показано рисунку 1.1.

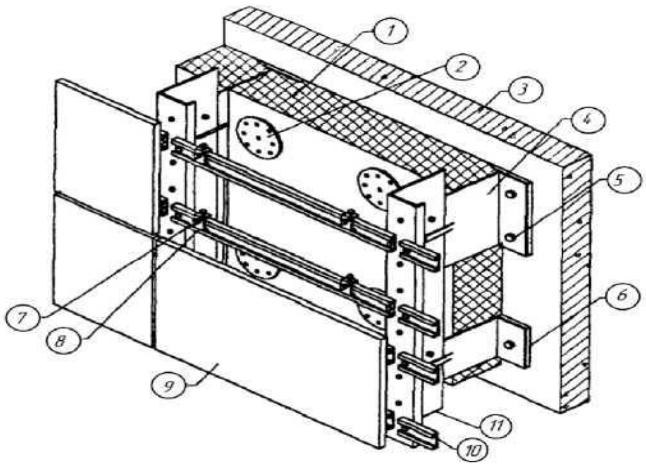


Рисунок 1.1 - Влаштування вентильованого фасаду з панелями з керамограніту

1 - утеплювач, 2 - тарілковий дюбель кріплення утеплювача, 3 - основа, 4 - кронштейн, 5 - анкерний болт кріплення кронштейна, 6 - паронітова прокладка, 7 - розпірний гвинт, 8 - кронштейн для прихованого кріплення облицювальних плит, 9 - плита облицювальна з керамограніту, 10 - горизонтальний профіль, 11 – вертикальний профіль

Різні компоненти, що входять до НВФ, різні матеріали, різні марки представлені на сайтах компаній-виробників.

Елементи представленої конструкції можна розбити на підгрупи:

- облицювальна частина;
- повітряний зазор;
- теплоізоляційний шар;
- фасадна підсистема.

Вітрогідрозахисна мембрана, як правило, встановлюється у шар ізоляції від повітряного зазору.

При застосуванні у новому будівництві цих фасадних систем можуть використовуватися високотехнологічні негорючі матеріали. Також може використовуватись вітрозахист класу пожежної небезпеки КМ0. Застосування цих матеріалів забезпечить надійний захист від вологи та механічних впливів.

В Україні НВФ доступний у кількох видах – з оцинкованої сталі, нержавіючої сталі чи алюмінію. Його можна встановити: стандартний кронштейн кріпиться до стіни або підставка кріпиться до перекриття.

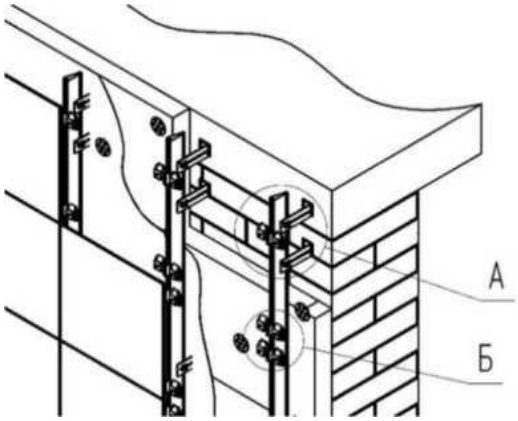
Види облицювання по НВФ можуть бути такими: з плиткою, викладені металевими коробками та металевими панелями, керамічною плиткою, плитами з натурального каменю.

У НВФ можуть використовуватися такі види утеплювача:

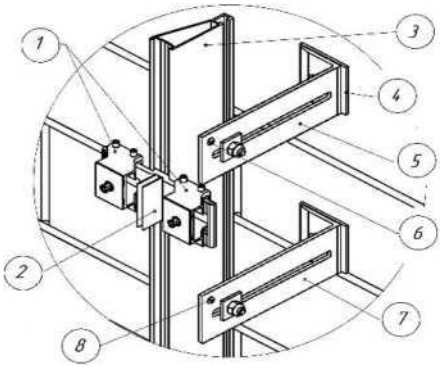
- на основі коротких скляних волокон (двошарові та багатошарові);
- на основі базальту (двошарові та багатошарові).

Більшість поставок українського утеплювача випливає від виробника фасадної підлицювальної системи: ТОВ «Укрфасадбуд», ТОВ «КМД Фасад Солюшенс», ТОВ « Комрад Трейд », «Каспан», ПрАТ "ЗМК УКРСТАЛЬ ДНІПРО" та ін. Проте є й іноземні виробники: австр EUROFOX та SLAVONIA (SPIDI).

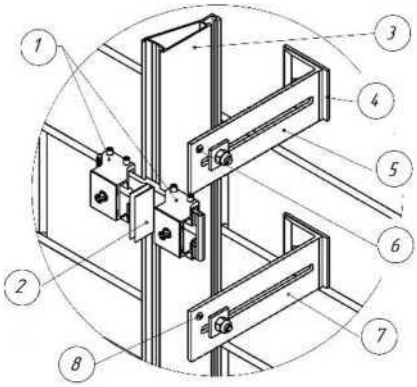
Влаштування фасадної підсистеми НВФ з керамогранітними плитами представлено на рисунку 1.2.



Загальний план



Вид А



Вид Б

Рисунок 1.2 - Влаштування фасадної підсистеми НВФ з керамогранітними плитами

1 - захоплення несучий, з анкером і гвинтами, 2 - санка несуча, 3 - стійка несуча, 4 - прокладка терморозриву, 5 - кронштейн несучий, 6 - фіксація стійки, 7 - кронштейн несучий, 8 - фіксація стійки, 9 - захват опорний анкером, 10 - ущільнювач, 11 - захоплення несучий, з анкером і гвинтами, 12 - ущільнювач, 13 - стійка несуча, 14 - санка опорна, 15 - санка несуча

За даними рисунка 1.2 найбільш важливим елементом конструкції НВФ можна назвати теплоізоляційний шар. Незважаючи на швидкий розвиток виробництва НВФ, більшість поставок теплоізоляції на українському ринку, як і раніше, належить іноземним компаніям, особливо європейським: URSA (Америка), ISOVER (Франція), ROCKWOOL (Данія) та ін. Ці компанії є міжнародними концернами та мають на території України заводи із виробництва комплектуючих НВФ.

Будучи частиною іспанського концерну URALITA, компанія URSA – одна з провідних компаній на європейському будівельному ринку та один із найвідоміших брендів будівельних матеріалів.

URSA пропонує широкий асортимент тепло- та звукоізоляційних матеріалів для будівництва нових та реконструкції вже існуючих будівель та споруд.

Основні продукти - короткі скляні волокна та ізоляція з пінополістиролу, на основі мінеральної ізоляції, призначені для підвищення теплоізоляції та звукоізоляції.

ISOVER є першим та єдиним брендом у нашій країні, під якою виробляється мінеральна вата на основі коротких волокон, скловолокна чи базальту.

Одношарове утеплення низької густини скляного штапельного волокна використовується при реконструкції та ремонті фасадів. Утеплювач має обмеження за висотністю будівель та споруд.

Двошарове утеплення складається з двох шарів ізоляції: внутрішній шар є основним шаром і зовнішній шар ізоляційний підвищеної щільності і міцності.

Для укладання верхнього шару можна встановити ISOVER Ventfasad (на базі плити з мінеральної вати з коротким волокном), що забезпечує високий термічний захист. Через свій розмір (1190*1380 мм), зменшується кількість механічних кріпильних елементів, але має ефект «парусності». У разі монтажу на висотах збільшується потік повітря, що викликає деякі незручності при

монтажі плит. Негорючий має групу горючості Г1 [8, 11, 24].

Системи ROCKWOOL можуть мати один або кілька шарів теплового захисту. Облицювання може бути виготовлене з різних фасадних облицювань (пресованими плитами з кам'яної вати). Установка виконується таким чином, щоб зберегти щілину шириною 60 мм. Цей простір необхідний забезпечення циркуляції повітря.

Використання вентильованого фасаду дозволяє, перш за все, «одягти» фасад у новітні облицювальні матеріали, а також збільшити теплові та акустичні властивості зовнішньої структури, що робить її найбільш стійкою до шкідливих впливів атмосферного середовища.

Єдина проблема ліквідності залишається невирішеною. Одночасні витрати на будівництво не будуть окупні під час будівництва нової оболонки будівлі. Використовується фасадна система з простором, що вентилюється, через певні фактори:

- дорогі компоненти;
- низькі ціни на енергоносії;
- кредити з високою процентною ставкою.

Ця структура має максимальний термін служби 50 років. Одночасний термін повернення інвестицій для найбільш економічно ефективних фасадних систем складає від 45 до 50 років.

У деяких випадках застосування вентильованих фасадів з ізоляцією і без ізоляції в зовнішніх оздобленнях, в більшості випадків застосування вентильованих фасадів виправдане, в деяких випадках - єдине реальне рішення.

Згідно з опитуванням, з урахуванням прогнозованих даних, збільшився попит на утеплення зовнішніх стін навісними фасадними системами. Статистика збільшення попиту застосування систем НВФ зображено як рисунок 1.3.

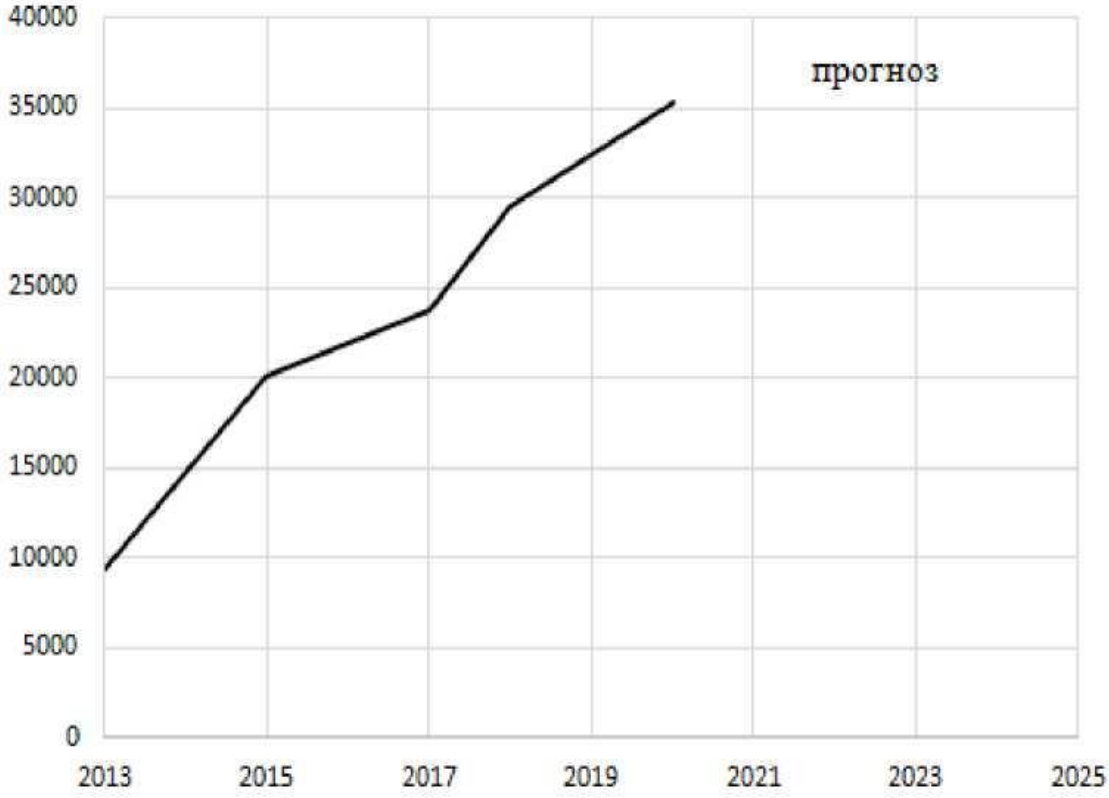


Рисунок 1.3 - Статистика збільшення попиту на застосування систем НВФ

На рисунку 1.4 показано частку систем вентильованих фасадів у загальному обсязі ринку нерухомості.

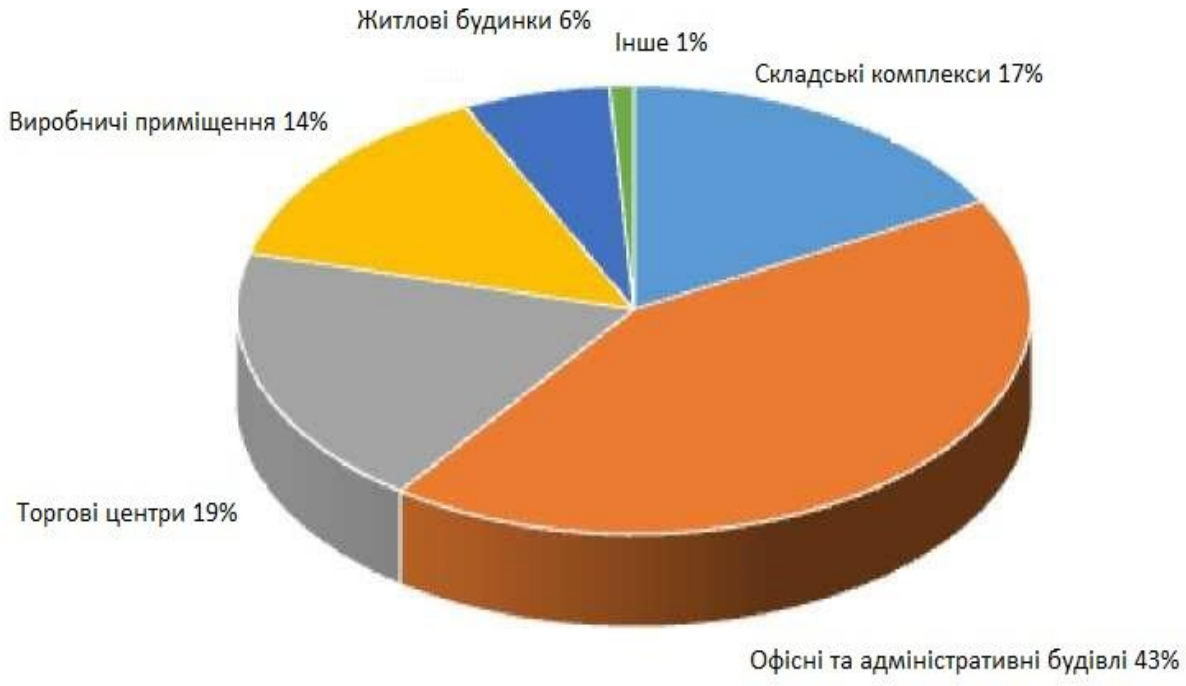


Рисунок 1.4 - Частка використання НВФ у будівлях та спорудах

Досі більшість будівель облицьовується російськими матеріалами, тому що вони дешевші, а, отже і доступніші. Для будівництва адміністративних будівель та житла преміум-класу використовуються матеріали закордонних виробників.

1.2 Аналіз технології улаштування існуючих систем навісних вентильованих фасадів, відомі модифікації та адаптації

Установка вентильованого фасаду - це складний процес, який потребує кваліфікованого методу та спеціальних знань. В іншому випадку облицювання будівлі виглядатиме неякісно.

Крім дефектів фасаду, що з'являються в конструкції через погану установку, встановлені композитні панелі, які можуть бути розірвані під впливом сильних вітрів [7].

З цих причин монтаж вентильованих фасадів повинен проводитися під наглядом кваліфікованого фахівця, який має достатній досвід поводження з навісними фасадами та може вести роботи з керівництва будівельними групами.

Процес установки вимагатиме процесу підготовки, який включає наступні кроки:

- обгородити ділянку, де проводяться будівельні роботи, таким чином, щоб не дозволити стороннім особам випадкове попадання до цієї області. Інтервал між огорожею та будинком повинен становити не менше 4 м;

- роблячи встановлення підйомників, необхідних для монтажних робіт, потрібно оглянути їх на наявність поломок та несправностей;

- будмайданчик має бути оснащений спеціальним обладнанням.

- у спеціальних приміщеннях проводиться збирання каркасних конструкцій та підготовка фасадних панелей. Також частина приміщень має бути відведена під склад.

Монтаж вентильованих фасадів можливий лише за хорошої погоди. Встановлення при сильному вітрі, густому тумані, дощі та снігу суворо заборонено.

Перед тим, як встановити опорні профілі, необхідно зробити розмітку, орієнтуючись при цьому на мануал, що йде разом із комплектом композитних фасадних панелей.

Відстань між кронштейнами зазвичай становить 50 см.

Відстань горизонтальна може бути різних розмірів, враховуючи ширину фасадної касети.

Потрібно зробити відмітку на краю ділянки стіни, щоб встановити вентфасад. Маркування вертикальне проходить через лінію схилу, а маркування горизонтальні робиться горизонтально. Одночасно повинні робити позначки фарбою, яка не змивається під впливом вологи. Інші точки слід відзначати за допомогою вимірювального пристрою, лазерного рівня та вертикальної стінки грудної клітки, спостерігаючи за тим же інтервалом часу. Після цього можна розпочинати монтаж кронштейнів.

Монтаж опорних кронштейнів здійснюється поетапно:

- за допомогою будівельного дриля необхідно зробити отвори у зазначених точках на стіні;

- перед монтажем кронштейнів необхідно укласти ущільнювач з пароніту з використанням дюбелів;

- монтаж несучих кріплень вентфасаду здійснюється за допомогою анкерних дюбелів, що фіксуються спеціалізованим інструментом.

Облаштування теплоізоляції та захисту від вітру здійснюється наступним чином:

- у теплоізоляції виробляються прорізи під висувки кріпильного елемента вертикально, після чого щільно на них розміщуються;

- теплоізоляція у верхній частині забезпечує захист від вітру, кріпиться таким же чином, але має бути тимчасово посилена;

- над захистом від вітру роблять отвори свердловкою отворів під дюбелі

типу грибка, які прибиваються у 5 місцях плити утеплювача.

Схема теплотехнічного розрахунку, вказана у посібнику теплоізоляційного комплекту, допоможе визначити необхідну товщину утеплювача. Дюбелі-грибки повинні прибиватися не ближче ніж 5 см від краю утеплювача.

Розташування теплоізоляції здійснюється знизу, з боку фасаду, тому подальша ізоляція спрямована вгору будівлі.

Плити нагрівача розташовані в ступінчастій системі, тому між ними не утворюються великі зазори.

Плити утеплювача кріпляться до стіни спеціальними дюбелями, які зазвичай бувають тарілчастого типу із розпірними стрижнями. Якщо при монтажі плит утеплювача використовується паропроникна вітрозахисна плівка, то зміцнення плит виробляють двома дюбелями, після чого їх покривають плівкою. Далі використовуються інші дюбелі, передбачені проектом. На одну плиту в середньому потрібно використовувати по 5 дюбелів. Якщо між утеплювачем і стіною є зазори, необхідно використовувати 7-8 дюбелів. Це дозволить усунути наявні зазори.

При укриванні утеплювача плівкою стежать за тим, щоб полотнища цієї плівки перекривали один одного на 100-150 мм, а шви між полотнищами заклеюють спеціальною стрічкою, що клеїть. Профілі та санки встановлюються на елементи кріплення тільки після того, як пластини утеплювача з плівкою будуть встановлені на стіну.

При використанні систем вентильованих фасадів закордонного виробництва доводиться стикатися з наступною проблемою, яка полягає в тому, що якість стін-підстав не відповідає вимогам цих систем.

Інша проблема полягає в тому, що замовляти системи доводиться заздалегідь, за 2-3 місяці до закінчення будівництва, і тому неможливо з найбільшою точністю підрахувати, які елементи будуть потрібні і в якій кількості. І як показує практика, найчастіше їх замовляють у меншій кількості, ніж треба. І доводиться знову замовляти, що призводить до тимчасових і

матеріальних втрат.

Для того щоб використовувати системи НВФ, необхідно провести підготовчу роботу. Особливо це стосується визначення кількості теплової енергії, що витрачається.

Так, наприклад, було проведено утеплення будівлі у повному обсязі, внаслідок чого опір теплопередачі підвищився. Але, незважаючи на це, подача тепла в цей будинок у зимовий час не зменшилася, що призвело до того, що в будинку стало дуже жарко, і люди, як кажуть, опалювали вулицю, відчиняючи вікна. Тому мети, заради якої було проведено утеплення, було не досягнуто. Ось чому потрібно, щоб все було враховано, перш ніж приступати до утеплення.

Якщо розглядати нашу дійсність, то виявляється, що багато будівель у нашій країні давно перейшли рубіж своєї експлуатації, тому вони потребують відновлення.

Мета такої діяльності, як реконструкція та капітальний ремонт житлових та громадських будівель полягає в тому, щоб якнайкраще зберегти основні фонди невиробничої сфери, не допустити їх передчасного вибуття, а отже, необхідно їх відновити, покращити їх споживчі якості та підвищити комфортність.

Одним з елементів будівлі, який найбільше піддається впливу зовнішнього середовища, є фасад будівлі. На нього впливають великі перепади температури, підвищена вологість, вплив вітру і так далі. Якщо подивитися на будівлі, які були збудовані років 30-50 тому, то, що ми бачимо.

Фасад у цих будівель на той час при будівництві або не облицьовувався, або просто штукатурився, і зараз під впливом навколишнього середовища ці фасади повністю зруйновані. Незважаючи на те, що самі будівлі досить міцні, фундаменти цілі, що несуть стіни і перекриття в порядку, що дозволяє їм ще простояти і прослужити людям не один десяток років.

Тому почали замислюватися про захист фасаду і в результаті з'явилася нова технологія захисту стін будівель - фасади, що «вентилюються».

В основі цієї технології лежить наявність навісної облицювальної системи, до складу якої входять кронштейни, профілі, кріпильні та інші елементи.

Ця система хороша ще тим, що її можна використовувати у будь-який час експлуатації будівлі.

Переваги такої системи:

- захист фасаду від зовнішніх впливів;
- надання будівлям гарного та «доглянутого» зовнішнього вигляду;
- надання будівлі нового архітектурного стилю;
- різні варіанти та забарвлення обробки;
- утеплення будівель;
- простота складання.

Вентильовані фасади - це ефективна сучасна технологія, яка призначена захистити будинок від шкідливого впливу навколишнього середовища, і зробити цей будинок сучасним та привабливим. А через те, що деякі вентильовані фасади передбачають утеплення, то це ще й несе економію при використанні енергоресурсів для опалення. Тому окупність таких фасадів, десь відбувається за 56 років, а термін служби досягає 30-40 років.

Крім того, легше відремонтувати фасад за допомогою вентильованого фасаду, ніж збудувати новий будинок. З погляду економії використання вентильованого фасаду вигідніше, ніж будівництво.

Монтаж вентильованого фасаду.

Встановлення кронштейнів. Саме кронштейни є основою кріплення фасадної конструкції на стіні будівлі. Кронштейни, профілі виготовляються з алюмінію або нержавіючої або оцинкованої сталі.

Монтаж утеплювача.

Необхідно не допускати зволоження утеплювача, тому що це відразу знижує його якість, тому його після встановлення вкривають мембраною.

Монтаж напрямних профілів.

У разі монтажу вентильованих фасадів використовують вертикальне

встановлення цих профілів. Таке розташування профілів дозволяє повітряним потокам вільно переміщатися вентиляційним зазором.

Встановлення облицювання.

Монтаж плит облицювання є найлегшим етапом встановлення вентильованого фасаду. Монтаж починається знизу-вгору або горизонтально або вертикально.

При монтажі використовуються різні допоміжні елементи: клямери, ущільнювачі, заклепки, зазори, вставки, затискачі.

Ці елементи допомагають утримувати плити, не дають виникнути вібраціям та усуненням.

Для стійкості до кількох монтажних циклів монтажу допоміжні елементи повинні бути добре закріплені на несучих профілях підсистеми. Навісний вентильований фасад є навісною конструкцією, що складається з декількох шарів, які закріплені на несучій стіні: шар утеплювача, шар вітро-гідроізоляційний паропроникної мембрани, підсистеми кріплень навісного фасаду і зовнішнього облицювання для декору фасаду.

Облицювання може виконуватися з керамограніту, металевих панелей та ін.

Кріплення конструкції повинно виконуватися таким чином, щоб між будівлею залишався зазор для вентиляції повітря.

Вентильований повітряний проміжок дозволяє знизити втрати тепла навісної конструкції. Один з різновидів навісного вентильованого фасаду - сайдинг.

Віниловий сайдинг - це профільні панелі для обробки зовнішньої частини будівлі. Найчастіше зустрічаються три-чотириметрові панелі і ширина їх від 100 до 500 мм. Оздоблювальні пластини вінілового сайдинга виробляються з полівінілхлориду, поверхня їх матова, не потребує додаткового фарбування. З-за різних добавок і присадок залежить якість вінілового сайдингу, завдяки яким сайдинг має потрібні характеристики: колір, міцність, стійкість до зовнішніх сонячних впливів кращої, демонструють зміни при великих

температурах. Вініловий сайдинг має фарбування по всій довжині профілю.

Класична палітра включає 12 кольорів. Вінілове облицювання після монтажу на фасаді має еластичну поверхню, сприйнятливу до ударів і слабко чутливу до напруги, яка іноді виникає через зміщення окремих компонентів конструкції будівлі.

Хорошим захистом стін від зовнішніх факторів погоди та коливань температури від -30°С до +55°С є віниловий сайдинг. Через віниловий сайдинг проходить пара та повітряні потоки з боку стін будинку, через що не відбувається конденсат. Віниловий сайдинг не розсихається з часом, не гниє, не тріскається і не схильний до шкідливого впливу комах. При контакті з вогнем сайдинг плавиться та активно не горить.

Фасадний керамограніт виготовляють у вигляді плит. Керамічний граніт виготовляється з глини різних сортів, кварцового піску, польового шпату, мінеральних компонентів та пігментів, що фарбують. Виготовлення плит відбувається методом пресування 500 кілограм на квадратний сантиметр, через що плитка керамограніта має однорідну за щільністю структуру.

Фасадний керамограніт є найтвердішим натуральним каменем, лише трохи поступається найтвердішому мінералу у світі, алмазу. Тому облицювання даним каменем має високу зносостійкість.

Металевий сайдинг є інноваційним матеріалом для зовнішньої обробки будівель. Матеріал, з якого роблять металевий сайдинг - оцинкована сталь холодного прокату або алюмінієвий сплав.

Металосайдинг має високі експлуатовані властивості, такі як: стійкість до природних факторів старіння; легка сприйнятливість матеріалом водного, кислотного та лужного середовища, сильним температурним коливанням – можливе застосування при температурах від -50 до +50°С.

Фасад виконує захисні функції, забезпечуючи тепло у будівлі. Також це дозволяє зберегти старі зовнішні стіни, і при реконструкції будівель їх заміни не потрібно.

Монтаж таких конструкцій проводиться сухим методом і може

здійснюватися будь-якої пори року за будь-яких погодних умов.

Необхідно надійно посилювати кріплення утеплювача під час встановлення його на стіну, тому що його може відірвати сильним вітром через малу вагу теплоізоляційного матеріалу (пінополістирол, пінопласт).

Встановлюючи вентильовані фасади, обов'язково слід подбати про пожежну безпеку внутрішньої частини. Для цього розміщуються протипожежні відсіки [44].

При встановленні опорних профілів, у пази висувних кронштейнів необхідно надіти опорні профілі та зафіксувати їх за допомогою спеціальних заклепок.

При закріпленні до висуву кронштейна необхідно розміщувати опорний профіль більш вільно, що дозволить компенсувати температурну деформацію під час руху по вертикалі.

Таким образом, установка вентилируемого фасада представляет довольно трудоемкий процесс, требующий для качественного исполнения профессиональных навыков. В противном случае облицовка здания будет выглядеть некачественно.

Отже, класифікація навісних вентильованих фасадів має такий вид (таблиця 1.1).

За класифікаційною ознакою фасади діляться: на вигляд облицювального матеріалу, за матеріалами несучої конструкції, від наявності теплоізоляційного шару, за типом кріплення, за терміном експлуатації.

Таблиця 1.1 – Класифікація навісних вентильованих фасадів

Класифікаційна ознака	Класифікаційна підознака
По виду облицювального матеріалу	натуральний камінь керамограніт агломератна плитка або штучний камінь фіброцемент алюмінієві композитні панелі лінеарні панелі ламінат високого тиску скляні панелі теракотова кераміка альтернативні матеріали: клінкерна плитка, HPL панелі, фотоелектричні модулі, медіакасети
За матеріалами несучої конструкції	оцинкована сталь нержавіюча сталь алюміній та його сплави дерево
Від наявності теплоізоляційного шару	- з утеплюючим шаром - без утеплюючого шару
За типом кріплення	панелі з кронштейном на стіні панелі з кріпленням у плити перекриттів
За терміном експлуатації	20 років; 50 років; 80 років;

Класифікаційна підознака представлені у другому стовпці таблиці 1.1.

Рекомендована величина зазору в зонах стику становить 8-10 мм.

Технологія монтажу вентфасаду на основі керамічного граніту здійснюється у такому порядку:

- проводиться розмітка під отвори на опорних профілях, куди надалі закріплюватимуться клямери;

- здійснюється висвердлювання отворів по краях касет вентфасаду за допомогою електродриля. Їхня величина повинна становити на 0,25 мм більше діаметра заклепки;

- за допомогою заклепок до гратової конструкції прикріплюються клямери, разом з тим здійснюється встановлення фасадних касет з керамічного граніту.

Вони кріпляться саморізними гвинтами, що у комплекті з вентфасадом:

- схема встановлення вентфасаду з алюмінію визначається виходячи з різновиду кріплення панелей, які бувають або із замком, або без нього;

- перш ніж закріпити панель, необхідно наклеїти на замок двосторонню клейку стрічку, яка покликана зміцнити кріплення;

- панелі закріплюються до вертикальних опорних профілів за допомогою саморізних гвинтів.

При цьому потрібно дотримуватись послідовності при кріпленні панелей у замок.

Після проведених операцій слід переконатися, що композитні панелі мають щільне з'єднання з каркасом. Не повинно бути проміжків і перекосів, що перевищують допустиму норму.

Вся робота повинна проводитися акуратно, тому що алюміній легко подряпати та пом'яти.

Крім дефектів, що виникають на фасаді будівлі внаслідок неписьменного монтажу, погано змонтовані композитні панелі можуть зірватися під впливом сильних вітрів.

Таким чином, в результаті дослідження було встановлено, що багато

будівель у нашій країні давно перейшли кордон своєї експлуатації, тому вони вимагають відновлення. Мета такої діяльності, як реконструкція та капітальний ремонт житлових та громадських будівель полягає в тому, щоб якнайкраще зберегти основні фонди невиробничої сфери, не допустити їх передчасного вибуття, а отже, необхідно їх відновити, покращити їх споживчі якості та підвищити комфортність.

1.3 Аналіз дослідницької діяльності, що проводиться у сфері модифікації конструкцій навісних вентильованих фасадів

При проектуванні висотних будівель основною особливістю є динамічні навантаження вихрової пульсації, які у кілька разів можуть перевищувати середню величину. На фасадах виникають місця з найчастішими знакозмінними величинами, навіть при стабільному вітровому навантаженні. Внаслідок чого, провідні НДІ, почали розробляти спеціалізовані моделі для розрахунку вітрових навантажень на фасади будівель.

На даний момент існує кілька напрямків на дослідження величин та характеристик вітрового навантаження фасадів будівель: створення числових моделей на основі CFD технологій математичного моделювання шляхом продування моделей будівель в аеродинамічній трубі.

Для отримання точного результату проводиться розрахунок за методикою чисельного моделювання за допомогою «важких програмних пакетів» (FLOW3D, FLUENT, STARDCD, VP2/3 та ін.).

Для розуміння повітряних потоків вентильованого фасаду під час його використання у Китайському університеті Цинхуя робили комплексні натурні випробування у камері DCF.

При процесі розуміння повітрообміну в НВФ робили моделювання за допомогою бази CFD, внаслідок чого результати експериментів були близькі до отриманих.

Була запропонована загальна методика визначення вітрових

навантажень на фасадні системи.

Головний індекс надійності (β). Розраховується так:

$$\beta = \Phi^{-1}(p_a) \geq \beta_o, \quad (1.1)$$

де Ф-нормальний розподіл; ймовірність відмови;

p_a - ймовірність відмови;

β_o -допустимий індекс надійності.

г = 1 - p_f - ймовірність працездатного стану знаходимо за формулою:

$$p_f = 1 - p_a, \quad (1.2)$$

Усі компоненти огороджувальних систем мають термін експлуатації, який обчислюються з відношення:

$$C_{dk} = C_{d,min} > F(t)\, C_d < C^*(t), \quad (1.3)$$

де C_{dk} - діюче значення опору захисних конструкцій;

$C_{d,min}$ - мінімально допустимий опір огороджувальних конструкцій;

C_d - проектний опір огороджувальних конструкцій;

C*(t) - опір огороджувальних конструкцій, знайдений у ході використання, на момент часу t;

F(t) - функція зниження опору огороджувальних конструкцій у часі.

Під час здачі об'єкта вона дорівнює:

$t = t_c$: $F(t_c) = 1 \rightarrow C(t_c) > C_d$

В момент часу t_0 закінчення експлуатації:

$t = F(t) = F_{mn} \rightarrow C^*(t_0) > F_{mn}C_d$

У таблиці 1.2 наведено цільові індекси надійності та ймовірності відмов будівель при різних заходах та наслідках помилок.

Таблиця 1.2 - Цільові індекси надійності та ймовірності відмов будівель

Відносні витрати на	Наслідки помилок		
	Малі	Середні	Великі
1	2	3	4
Large (A)	$\beta=3.1(p_o\approx10^{-3})$	$\beta=3.3(p_o\approx5*10^{-4})$	$\beta=3.7(p_o\approx10^{-5})$
Normal (B)	$\beta=3.7(p_o\approx10^{-4})$	$\beta=4.2(p_o\approx10^{5})$	$\beta=4.4(p_o\approx5*10^{-6})$
Small (C)	$\beta=4.2(p_o\approx10^{-5})$	$\beta=4.4(p_o\approx5*10^{-5})$	$\beta=4.7(p_o\approx10^{-6})$

Відношення між витратами викликаними помилками та вартістю конструкції: $r = S_{om}/S_к$, характеризує фінансові втрати.

У Канаді М.З. Росса провів випробування IRC щодо вітрових навантажень, що надаються на дві будівлі різної конструкції фасаду [37].

У ході даного дослідження було виявлено, що через знакозмінні вітрові навантаження в НВФ поява втомних явищ є однією з проблем.

На сьогоднішній день проводиться багато експериментальних випробувань елементів конструкції НВФ на вібростендах [24, 31].

Підвищені вимоги до динамічних характеристик відносяться до конструкцій висотних будівель. Отже, необхідно збільшити надійність конструкцій НВФ.

З огляду на це, можна провести аналіз випробувань і виявити, що відсутня системи НВФ із прихованими кріпленнями облицювання.

На даний момент є два способи вирішення цієї проблеми:

- запровадженням допоміжних зон монтажу зовнішнього шару;

- жорстким кріпленням зовнішнього шару до підконструкції при використанні заклепок [33, 34].

Матеріаломісткість системи та трудомісткість монтажу фасаду збільшуються через додаткові місця кріпленням елемента облицювання. Температурні зміни можуть викликати серйозну напругу в елементах конструкції, що в свою чергу призводить до деформацій.

Таким чином, елементи фасадних конструкцій мають вільно переміщатися. Також у навісних системах елементи підсистеми та АКП мають бути узгоджені між собою [33].

Вузол кріплення дозволяє передавати навантаження на основу. Також в Україні може застосовуватися такий тип конструкції, як «наскрізна шпилька» за кордоном, таке кріплення не застосовується, у зв'язку з тим, що її довговічність оцінити неможливо [22].

Вивчалися різні варіанти підвищення міцності. Прийшли до висновку, що підвищити міцність можливо за рахунок використання анкерних систем НВФ з кам'яних бетонних матеріалів, просочених полімер містять речовинами.

Ще однією не менш важливою проблемою для забезпечення надійності НВФ є розміщення елементів кріплення в конструкції. При оцинкованих гвинтах у конструкції корозія алюмінію має зменшуватися, але при цьому між алюмінієвими та оцинкованими поверхнями створюються невеликі зазори, куди випадає конденсат, і надалі будуть створюватися пористі гігроскопічні нашарування пилу, які змінюють умови для корозії металів.

Через нестійкість компонентів НВФ під впливом пульсуючого навантаження вітру під час експлуатації підсистеми можливе розширення проміжків, які змінюють стійкість з'єднання до корозії.

Незважаючи на всі ці проблеми, пов'язані зі стійкістю до корозії заклепувальних з'єднань та фіксації матеріалів за допомогою саморізів, проте дані вузли є на сьогоднішній день найпопулярнішими, оскільки їхня технологічність і мала трудомісткість монтажу перевищує всі показники в порівнянні з болтовими з'єднаннями.

Проаналізувавши вітчизняних, а також зарубіжних досліджень

антикорозійного захисту металу було визначено, що для підтримання тривалого часу експлуатації анкерів товщина шару цинку має бути не менше ніж 35-40 мкн.

Мінеральна вата має певну кислотність, що свідчить про її агресивні властивості у відносинах з металами.

Щоб утеплити стіни при влаштуванні НВФ найчастіше використовують плити з мінеральної або скловолокнистої вати.

Грунтуючись на спостереженнях було встановлено, що не допустиме перезволоження утеплювача з мінеральної вати за тривалий проміжок часу [41].

Під час монтажу НВФ утеплювач зазнає великих навантажень та можливе отримання його деформації. Це питання розглянуте і вважається, що мають бути сформульовані вимоги до утеплювача (пружності, стисливості, гнучкості, стійкість на розтягування та стиснення, постійної форми та габаритів у процесі використання).

На сьогодні більшість НВФ з облицюванням АКП не розраховують у своїх системах вентиляцію швів між елементами зовнішнього шару. Якщо буде відсутній приплив повітря через шви компонентів обшивки, це призведе до накопичення вологи в утеплювачі і зведення нанівець його теплотехнічних характеристик [5].

За фактом було визначено, що краплі, які стікають поверхнею облицювальних плиток, не мають жодних шансів дістатися до утеплювача. Також були зроблені розрахунки для НВФ у місті Київ, з облицювальними керамогранітними плитками, приймаючи товщину повітряного прошарку, що вентилюється, 100 мм, а ширину між швами у плитки 6 мм.

У результаті було виявлено, що кількість вологи, яка потрапляє через шви, дорівнює 25 г/м^2. Це значення кількості вологи набагато менше, ніж та, яка потрапляє рахунок дифузії.

За результатами теплотехнічних розрахунків стану вентильованих фасадів було встановлено, що неоднорідність конструкції НВФ значно

погіршує теплотехнічні показники конструкції.

Дослідження теплотехнічних характеристик навісних конструкцій ґрунтується на зарубіжному досвіді. Так, вищезгаданими авторами дається оцінка факторів, що впливають на енергоефективність захисних конструкцій.

Проаналізувавши зарубіжні роботи, можна дійти висновку, що в європейських країнах широко застосовуються методи фіксування теплотехнічної неоднорідності фасадів, що вентилюються, з урахуванням його теплового опору. Однак ці методики експериментально не підтверджені.

Швейцарською асоціацією з вентильованих фасадів SFHF також представлені нові розробки методик визначення необхідного повітряного прошарку. Величина повітряного прошарку залежить від висоти будівлі, так при висоті h>6 м зазор повинен бути в 2 см, при h > 22 м - 3 см, при h > 22 м - 4 см. Щоб покращити вентиляцію повітря в зазорах можна проводити витяжні і припливні отвори у верхній та нижній частині фасаду.

У Німеччині обчислення теплових значень огороджувальних систем проводяться згідно з DIN 4108. У цьому документі наводяться основні вимоги до конструкцій містків холоду, а також наведені мінімальні величини опору теплопередачі огороджувальних конструкцій.

Після проведення натурних досліджень було виявлено, що результати вимірювань та встановлених обчисленого рівня температури повітря на виході з прошарків або в різних перерізах по висоті прошарків, розрахованих загальновизнаними методами, мають суттєві розбіжності у величину.

За результатами проведених досліджень було зроблено такі висновки:

НВФ має кращі звукоізоляційні характеристики щодо фасаду, в якому не передбачений вентильований зазор.

Під час проведення загальних випробувань у лабораторії «Композит-тест» композитного облицювального матеріалу з алюмінію було встановлено розкид характеристик фізико-механічних властивостей композитів семи різних виробництв.

В результаті випробувань було встановлено високий вплив на

фізикомеханічні властивості АКП середнього полімерного шару, який входить до складу композиту.

В результаті проведених у 2004 році випробувань системи НВФ U-копс облицюванням АКП Alucobond A2 було встановлено, що для забезпечення всіх вимог пожежної безпеки для висотних будівель (більше 30 м) допустимі АКП з індексом А2 [15].

Враховуючи рівень вогнестійкості, сьогодні як облицювальний матеріал допускається застосовувати лише чотири види АКП - Alucobond A2, Alpolic A2, Alpolic FR/SCM, Alpolic FR/TCM.

В результаті проведення європейських випробувань було встановлено, що найбільш суттєвими характеристиками, які впливають на поширення пожежі на фасаді, є матеріал, з якого виготовлені вікна та двері. Дані про характеристики віконних та дверних обрамлень, а також характеристика облицювання матеріалу НВФ.

Аналіз проведених досліджень у галузі проектування та розрахунку навісних фасадних систем, дає зрозуміти, що необхідно вдосконалити систему монтажу вентильованого фасаду, забезпечити велику експлуатаційну надійність та знизити трудомісткість монтажних робіт.

1.4 Виявлення недоліків існуючих конструкцій. Визначення вузлів, що підлягають модифікації

Технологія вентфасадів створена в Європі, але в масовому будівництві європейські забудовники вважають за краще застосовувати інші, традиційні та перевірені часом рішення, що довели свою ефективність, зручність та безпеку експлуатації [48].

Слід зазначити, що у Німеччині, де екологічність та енергоефективність є обов'язковими характеристиками будівництва, 87% усіх фасадів утеплено полістирольною теплоізоляцією.

Чому ж практичні європейці не зупиняють свій вибір на технології

вентильованих фасадів? На це є причини. Розглянемо деякі з них.

Неоднорідність конструкції. Металевий кріплення при фіксації вентфасаду негативно впливає на теплотехнічні властивості всієї конструкції.

Також встановлено, що коефіцієнт теплотехнічної однорідності впливає кількість кронштейнів, які використовувалися при установці.

Наприклад, за чотирьох сталевих кронштейнів коефіцієнт теплотехнічної однорідності знизиться з 0.93 до 0.76. Якщо встановлено ще чотири кронштейна, але з алюмінію, то коефіцієнт знизиться з 0.83 до 0.56.

При конструкції фасадів не повинно використовуватись менше трьох кронштейнів. Значення коефіцієнта теплотехнічної однорідності буде вище 0.8 (для сталевих кронштейнів), і менше 0.6 (для алюмінієвих кронштейнів).

Доведено, що металеві кронштейни значно впливають рівень теплозахисту. Тому для того щоб забезпечити оптимальний рівень теплозахисту, необхідно викладати додатковий шар ущільнювача. Отже, це збільшить витрати на матеріал [28].

Параметрична залежність схильності матеріалу до деформації від ступеня водопоглинання матеріалу представлена на рисунку 1.5.

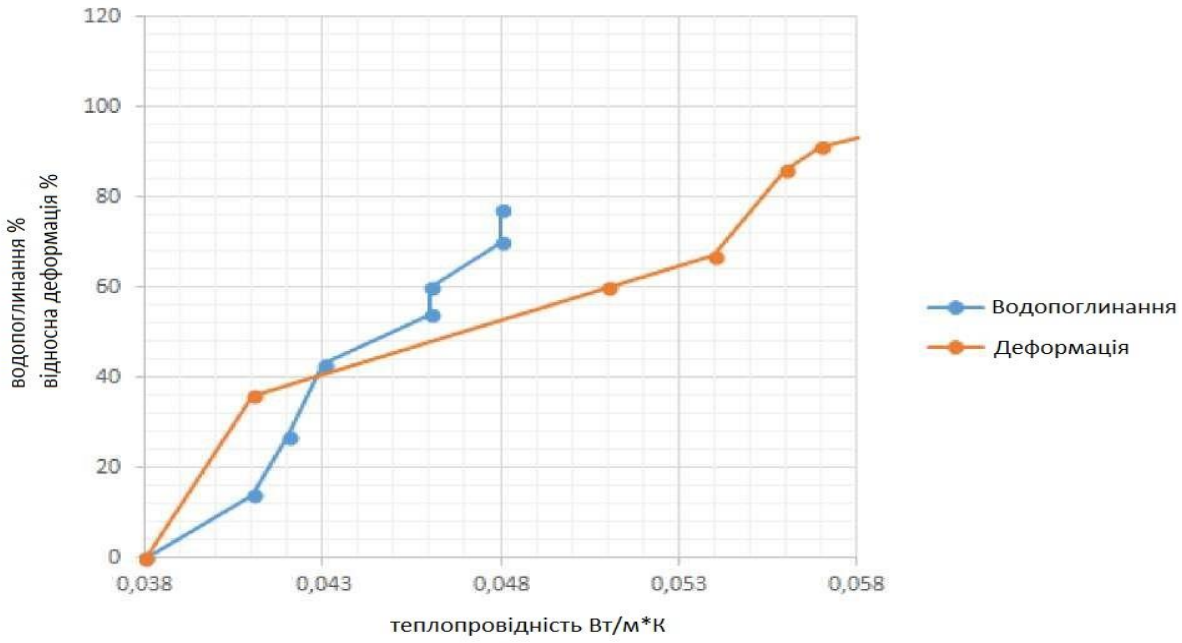


Рисунок 1.5 – Параметрична залежність схильності матеріалу до деформації від ступеня водопоглинання

Порушення теплозахисних характеристик виникають при зменшенні ватного утеплювача.

В результаті тепловтрат потрібна більша витрата електроенергії. До того ж не комфортні температурні умови будуть не лише взимку, а й улітку. Так у зимовий період у будівлю буде холодно, а в літній період надто спекотно.

Водопоглинання. Якщо в фасадному облицювання є щілини, то через них так чи інакше буде надходити всередину конструкції, внаслідок чого намокатиме вата. Звичайно, це несприятливо позначиться на її властивостях, оскільки викликає деформацію. Повітряний зазор у таких умовах значно скорочуватиметься, вентильованість будівлі погіршуватиметься.

Як свідчать дослідження, за 16 років експлуатації товщина плит збільшується приблизно на 40%. Внаслідок чого міцність та теплопровідність збільшується вдвічі. Плюс до всього додаткова волога в холодну пору року конденсуватиметься в утеплювачі.

Насичена волога в таких умовах перетворюється вже не на теплоізоляційний, а на теплопровідний матеріал. Таким чином, цей матеріал повністю втрачає свою основну функцію. В результаті цього в приміщення підвищується рівень вологості, може утворюватися пліснява, гниль та грибок.

Крім того, виникає небезпека часткового руйнування теплозахисного матеріалу [39].

Підвищити тепло та вологозахисні властивості матеріалу можливо за рахунок застосування спеціальних вітрогідрозахисних покриттів або мембран. Однак, дані рішення не дозволяють повністю вирішити ці проблеми, при тому, що вони є дуже витратними.

Також серйозною проблемою є винесення шкідливих волокон у довкілля. Внаслідок деформації матеріалу відбувається руйнування частини волокон. В результаті ватний матеріал перетворюється на пил і стає екологічно небезпечним.

Виходить, що не адаптована до наших кліматичних умов європейська технологія виявляється із сумнівною ефективністю: коштує втричі дорожче,

ніж перевірені часом методи. Додамо до зазначеного списку недоліків нерідку нехтування попередніми розрахунками та порушення регламенту робіт при зведенні вентильованих фасадів – і привабливість цієї системи прагне нуля.

Підсумовуючи всього вищезгаданого, можна стверджувати, що система вентильованих фасадів у цьому вигляді малоефективна за умов клімату нашої країни.

РОЗДІЛ 2
КОНСТРУКЦІЯ ТА ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ МОНТАЖУ НАВІСНИХ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ФАСАДІВ

2.1 Визначення ключових вузлів та компонентів, що підлягають модернізації

В Україні навісні вентфасади набули великої популярності нещодавно, проте в європейських країнах вже накопичено великий досвід щодо їх використання на будинках. Батьківщиною такої фасадної системи вважають Німеччину. Починаючи з 50-х років, там розроблялися технології монтажу НВФ та проводилися наукові дослідження у цій галузі.

Усі складові системи вентильованих фасадів є універсальними, це дозволяє вирішувати різноманітні завдання архітекторів від класичних до модернізованих.

НВФ складається з облицювальних матеріалів, каркасної системи направляючих (сталевої оцинкованої, сталевої нержавіючої або алюмінієвої), яка кріпиться до несучого шару стіни або монолітного перекриття.

У системі вентильованого фасаду рекомендується застосовувати ватяні та листові теплоізоляційні матеріали.

Ватні утеплювачі мають ряд утеплювачів, серед яких можна виділити:

- паропроникність;
- низький рівень теплопровідності, підвищена вогнестійкість;
- екологічність;
- стійкість до зовнішніх впливів та ін.

Однак ці матеріали не позбавлені недоліків, серед яких можна виділити: деформативність, малу міцність, гігроскопічність.

При аналізі класичних систем НВФ варіант пристрою огороджувальної конструкції з цегляної стіни не розглядався через неефективні економічні показники і низьку ремонтопридатність, що є важливими при розгляді

конкурентоспроможних систем у даному дослідженні [52].

Навісний фасад встановлюється у кілька етапів.

1. Планування та розмітка. Спочатку необхідно зробити виміри для створення креслення пристрою вентильованого фасаду та прив'язати його до стін споруди. Виробляють розмітку стін у відповідність до складеного проекту, відзначають місця встановлення кронштейнів і напрямних.

2. Встановлення каркасної системи. Для кріплення підсистеми використається комбінований метод. Суть такого методу в тому, що спочатку кріпляться горизонтальні напрямні, а вже вертикальні. За такого способу навантаження від облицювальних плит лягає на вертикальні профілі.

3. Утеплення стін та захист утеплювача від вивітрювання. Монтаж плит термоізоляції та захисної плівки. Для утеплення стін застосовують мінераловатні утеплювачі, які кріплять стіну будівлі тарілчастими дюбелями або гнучкими зв'язками.

Необхідно робити невеликий повітряний зазор для того, щоб висхідний потік повітря циркулював між облицювальним матеріалом та утеплювачем, висушуючи шар утеплювача у разі потрапляння на нього вологи. А щоб запобігти видуванню волокон з утеплювача його накривають волого-вітрозахисною, паропроникною плівкою, але необхідною вимогою це не є.

4. Облицювання. Як облицювальний шар вентильованого фасаду можуть використовуватися різні матеріали, серед яких оздоблення з композитних матеріалів, фіброцементні панелі, керамогранітна плитка, облицювання штучним та натуральним каменем. Але трапляються й незвичайні, такі як магнезитова плита, сонячні батареї.

Зважаючи на вищевикладене, можна виділити основні недоліки в системі монтажу та конструкції сучасних вентильованих фасадів:

- велика тривалість підготовчих робіт, що потребує високої точності вимірів;

- висока тривалість робіт з монтажу несучого каркаса, що утеплює та захисних шарів;

- висока металоємність конструкції, і, як наслідок, висока вага;

- нерівномірний розподіл теплових потоків у товщі конструкції через наскрізні металеві елементи;

- небезпека травмування у разі руйнування або відкріплення облицювальної поверхні з керамогранітних або бляшаних панелей на великій висоті.

Таким чином, в Україні сьогодні широко застосовуються навісні вентфасади, однак у європейських країнах вже накопичено великий досвід щодо їх використання у будь-яких будинках.

2.2 Теоретичні дослідження конструкцій робочих вузлів та моделей

Несучими елементами в сучасній системі вентильованих фасадів є сталеві оцинковані або нержавіючі профілі. Їх застосування обумовлено високою міцністю, надійністю та довговічністю. Однак, використання металу в наскрізній конструкції спричиняє утворення наскрізного містка холоду в багатошаровій системі.

Для зниження теплопередачі за допомогою зниження плями контакту між кронштейном і конструкцією, що захищає, використовуються матеріали, подібні до спіненого пінополіуретану (див. рис. 2.1, п.7).

При цьому наскрізна термодинамічна система може стимулювати на стику двох температурних зон випадання конденсату, насичуючи вологою мінераловатний утеплювач, що у свою чергу, при високій інтенсивності, обумовленій великою різницею температур приміщення і вулиці, здатне звести на «ні» ефективність всієї конструкції у вузлах кріплення сталевих опор.

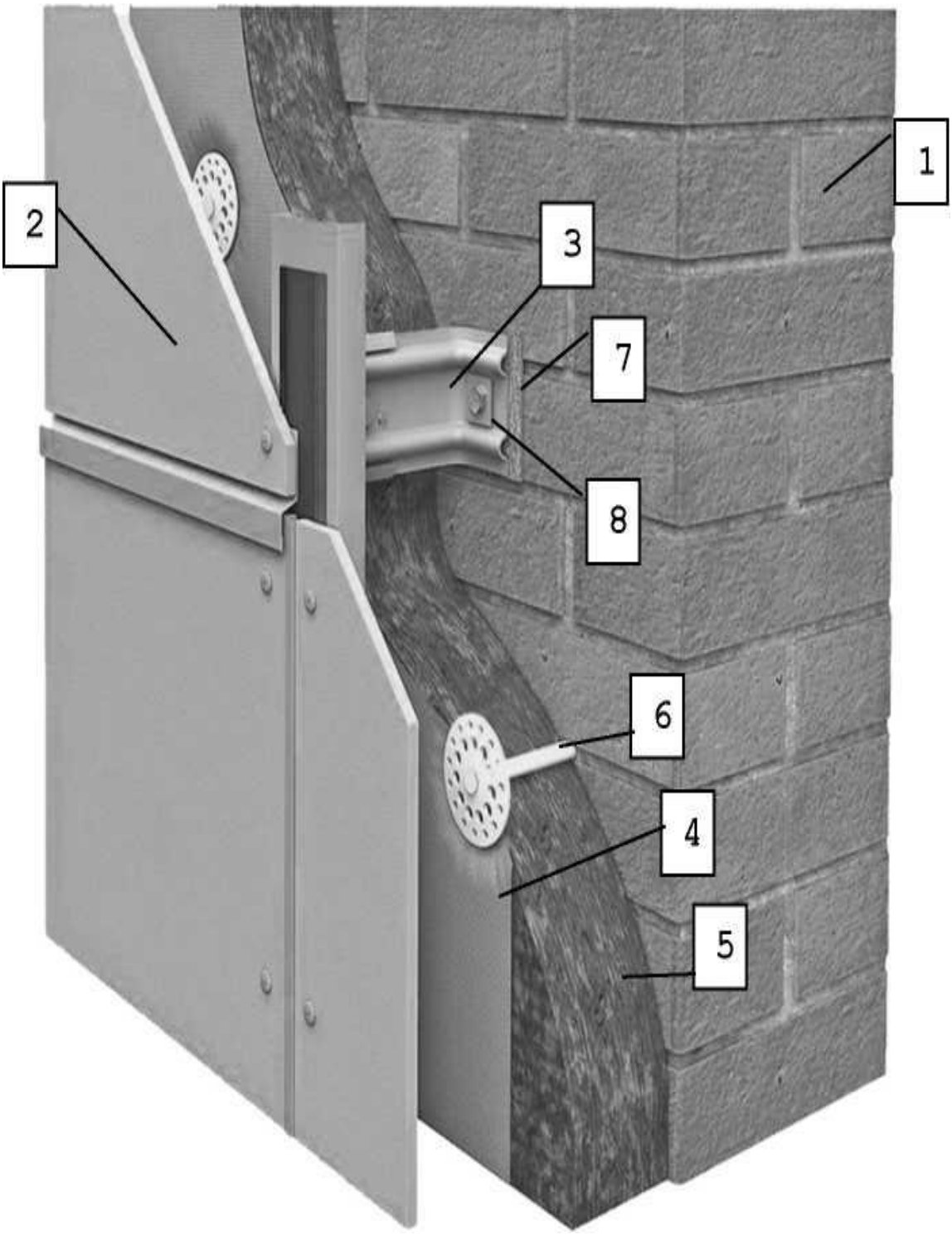


Рисунок 2.1 - Конструкція навісного вентильованого фасаду зі сталевим каркасом :

1 – захисна конструкція, що підлягає утепленню; 2 - облицювальний матеріал; 3 – сталевий профіль; 4 – пароізоляція; 5 – мінераловатний утеплювач; 6 – пластиковий дюбель; 7 – ізоляційна прокладка; 8 – болт кріплення

Локальне зниження ефективності (див. рис. 2.2) може призвести не тільки до тимчасового виведення з ладу частин ізоляційної системи, а й до повного її руйнування протягом кількох інтенсивних циклів заморожування-розморожування.

Одним із переваг навісних фасадів є можливість вирівнювання викривленої поверхні стіни, що часто застосовується при модернізації будівель.

Однак, при влаштуванні конструкції можливе зменшення ширини вентильованого зазору, в деяких випадках величина зазору знижується до повної відсутності, що призводить до утрудненого руху повітря.

Наслідком цього є те, що волога, що потрапляє в зазор, практично не має виходу назовні, і також виводить утеплювач з ладу.

Чим темніше, тим вище теплопровідність, вказівником відзначено одне з вогнищ, місце кріплення сталевої опори до огороджувальної конструкції.

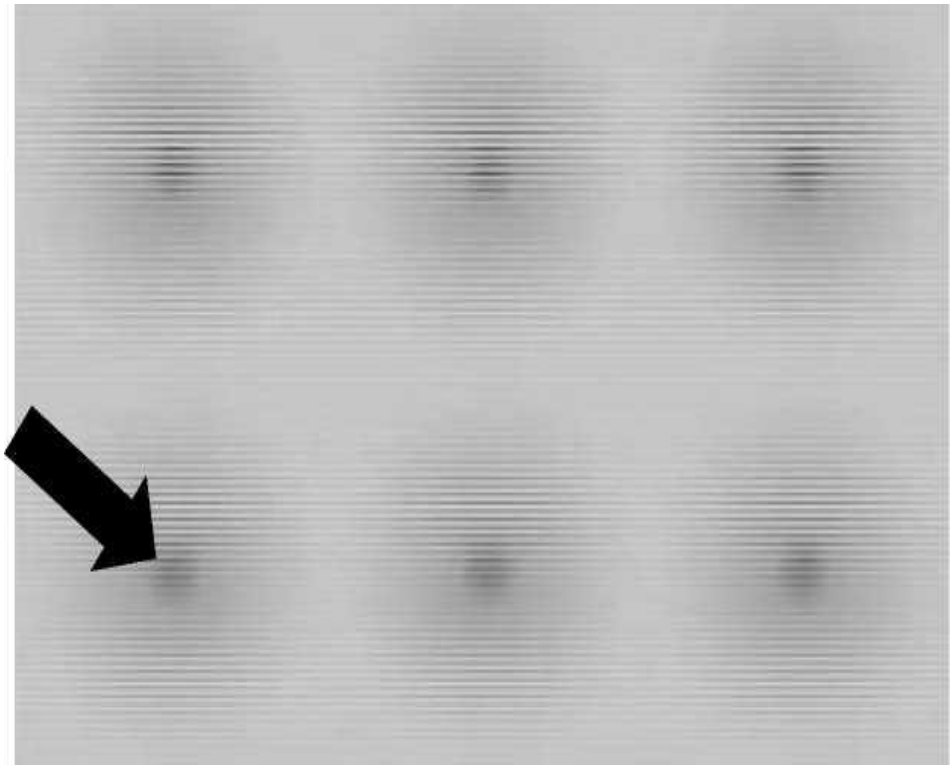


Рисунок 2.2 - Схематичне зображення локальних вогнищ зниження ефективності теплоізолюючої конструкції

Картина локальних вогнищ зниження енергоефективності конструкції не має закономірностей, тому слід вважати, що в такому випадку система не працює зовсім, або служить стимулятором і додатковим єдиним мостом холоду.

З досвіду влаштування та експлуатації аналізованих фасадних систем можна зробити висновок, що зниження заявлених теплофізичних якостей конструкції відбувається через виникнення помилок при проектуванні, а також дефектів безпосередньо при монтажі фасаду будівлі.

При проектуванні вентфасадів в Україні інженери найчастіше посилаються на досвід встановлення фасадних систем у країнах з теплим кліматом (таких як Італія, Туреччина), забуваючи враховувати кліматичні умови нашої країни, де суворіші погодні умови, отже, вимоги до теплозахисту будівель значно вищі.

У опалювальний період року, коли температура і вологість повітря в приміщеннях набагато вище, ніж на вулиці, теплозахисні властивості особливо затребувані в нашій країні, чого не можна сказати про зарубіжні країни, оскільки проблема вологого режиму їм знайома, з іншого боку, саме тому необхідно враховувати кліматичні характеристики України.

Помилки, які допускаються при проектуванні та монтажі такої складної навісної конструкції, як вентильований фасад, здаються незначними, але можуть призвести до негативних наслідків.

При проектуванні даної конструкції необхідний комплексний взаємний облік всіх факторів будівництва. Для підвищення якості влаштування вентильованих фасадів слід створити нормативні документи, що містять вимоги щодо проектування та монтажу конструкції, які на даний момент відсутні.

2.3 Теоретичні дослідження щодо можливості впровадження модифікованої конструкції

Нині впровадження сучасних енергоефективних технологій одна із основних напрямів у розвитку будівельної галузі.

Передбачено комплекс програм, що включає зміни законодавства, у тому числі Містобудівного кодексу, внесення необхідних змін до нормативно-технічної бази, спрямованих на застосування сучасних будівельних матеріалів, інноваційні рішення в інженерному забезпеченні будівель, що будуються і реконструюються, для відповідності сучасним вимогам з енергоефективності.

Комплексний підхід застосування енергоефективних технологій включає:

- складання енергетичних паспортів будівель;

- облік фактичної витрати енергоресурсів на опалення, кондиціювання повітря та гаряче водопостачання будівель;

- контроль ефективності теплоізоляції та огороджувальних конструкцій; постійний контроль енергогенеруючих потужностей;

- аналіз витрати та підвищення ефективності використання енергоносіїв.

Нове будівництво в нашій країні не перевищує 10% існуючого фонду, у зв'язку з цим проблема реконструкції будівель з метою підвищення їхньої енергоефективності стає все більш актуальною.

Для її вирішення необхідно виконати комплекс заходів, що включає удосконалення архітектурних та планувальних рішень; реконструкцію конструктивних елементів та систем; впровадження інноваційних інженерних систем; оптимізацію технологій експлуатації.

При цьому підвищення теплоізолюючих параметрів огороджувальних конструкцій, якісний теплозахист вікон, повітронепроникне облицювання будівель, що забезпечує регенерацію теплової енергії, виключення та мінімізація появи містків холоду, є одним з головних напрямків

енергозбереження в будинках при реконструкції і дозволяє скоротити до 30% енергопотер.

З метою забезпечення показників, передбачених вимогами нововведених нормативних документів, стіни будівель при реконструкції необхідно облицьовувати сучасними ефективними теплоізоляційними матеріалами.

Останні десятиліття в житлово-цивільному будівництві задля забезпечення теплозахисту активно застосовують зовнішні стіни з фасадними енергозберігаючими системами.

Фасадні системи діляться на системи зі штукатурним шаром, в якій передбачено клейове або механічне закріплення утеплювача за допомогою анкерів, дюбелів та каркасів до несучої частини стіни з наступним оштукатурюванням.

На сучасному ринку заводи-виробники пропонує:

- теплоізоляційні плити, повністю готові до експлуатації, які не вимагають після встановлення додаткових оздоблювальних робіт;

- системи з облицюванням цеглою або іншими дрібноштучними матеріалами, де аналогічно системам із штукатурним шаром закріплюється утеплювач, а потім виконується кладка лицювальним шаром;

- системи з декоративними захисними композитними екранами, що мають повітряний вентильований зазор між утеплювачем і екраном.

Дані системи утеплення отримали назву «вентильований фасад». Завдяки конструктивному поділу функцій захисту від впливу навколишнього середовища та теплоізоляції, вентильовані фасади з повітряним зазором можна віднести до найбільш надійних з погляду будівельної технології з тривалим терміном експлуатації.

Крім того, на сьогоднішній день існує безліч різнотипних матеріалів та будівельних елементів, що надають можливість створювати оригінальні оформлювальні рішення, що ще більше підвищує значення системи навісних вентильованих фасадів з повітряним зазором у сучасному будівництві.

Саме їм відведено найбільшу частину ринку конструкцій, які використовуються для проведення, у тому числі, і теплотехнічних станцій реконструйованих будівель.

Можливість використання теплоізоляційних матеріалів різної товщини дозволяє суттєво заощадити на опалювальних витратах, а також знизити викид вуглекислого газу у навколишнє середовище.

Особливості конструкції навісних фасадів із повітряним зазором дозволяють варіювати ширину теплоізоляційних матеріалів.

Крім цього, параметри мінеральних ізоляційних матеріалів вибираються відповідно до структури та поверхні зовнішньої стіни, що гарантує захист від попадання холодного зовнішнього повітря на ізоляційний шар.

Якісний теплозахист зовнішніх будівельних елементів є невід'ємною частиною енергоефективної будівлі.

Допущені під час проектування похибки, надалі неможливо знайти компенсовані іншими рішеннями.

Тому на етапі конструювання необхідно передбачати різні варіанти, у тому числі особливу увагу слід приділяти місткам холоду.

Критичними областями для утворення містків холоду є переважно точки приєднання окремих будівельних елементів. Тому кожну деталь потрібно ретельно проектувати.

Навішування утеплювального матеріалу може проводитись на встановлені анкери або з кріпленням його дюбелями за місцем. При цьому установка може проводитися з притисканням захисною сіткою і без неї сіткою, також може використовуватися захисний шар.

Теплоізоляційний шар може викладатися такими способами: шляхом встановлення між напрямними, притискання до напрямних, притискання напрямними.

При комбінованому кріпленні може застосовуватися розчин та полімерні клеї, а навішування може проводитися на заздалегідь встановлені або встановлювані анкери.

До переваг вентильованих фасадів:

- широкі можливості щодо використання сучасних фасадних оздоблювальних матеріалів;

- висока тепло та звукоізоляція;

- вентиляція внутрішніх шарів, захист стіни та теплоізоляції тощо.

Крім цього, як перевага навісних фасадів з повітряним зазором можна назвати можливість застосування різних архітектурних рішень, забезпечення комфорту, економічну доцільність, тривалий термін експлуатації, високу екологічність.

До основних недоліків при застосуванні вентильованих фасадів можна віднести високу вартість та заходи щодо забезпечення пожежної безпеки.

Незважаючи на відносно невеликий термін експлуатації вентфасадів, в Україні вже зареєстровано багато пожеж, за яких вентфасад вигоряє частково чи повністю.

Облицювальні матеріали, що застосовуються, не завжди відповідають необхідному при облицюванні за класом горючості.

Крім того, застосування алюмінієвих напрямних, крім очевидних переваг, має значний недолік - малу вогнестійкість. При температурі 250-300 ° С втрачається міцність конструкції, внаслідок чого може статися обвалення.

Для пожежної безпеки важливе значення мають властивості теплоізоляції, що застосовується. Якнайкраще зарекомендували себе негорючі мінераловатні утеплювачі.

На сучасному ринку великий діапазон матеріалів та пропозицій для НВФ, які відповідають за своїми властивостями найсуворішим вимогам пожежної безпеки.

Енергозберігаючі технології зараз актуальні, і враховуючи тривалий термін служби подібних фасадів, втрати тепла в холодний період та постійне зростання цін на енергоносії, дозволяє зробити висновок, що витрати на подібні системи легко окупаються.

Установка енергоефективних фасадів дозволяє наслідувати актуальний

на сьогоднішній день принцип розвитку, спрямований на майбутнє і що складається з трьох аспектів: економії, екології, соціально-культурного аспекту [17, 19].

РОЗДІЛ 3
ТЕХНІЧНІ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ РІШЕННЯ ЩОДО ВЛАШТУВАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ НАВІСНИХ ВЕНТИЛЬОВАНИХ ФАСАДІВ

3.1 Пропозиції щодо оптимізації технічних рішень улаштування навісних вентильованих фасадів

Представлене технологічне рішення базується на експлуатації термоізоляції зі збільшеними властивостями гідроустрою. В Україні застосовується досвід зарубіжних країн до навісних фасадних систем. Широко використовується термоізоляція на основі скловолокна із базальту.

Так, ДСТУ Б В.2.7-56:2010 «Вироби теплоізоляційні зі скляного штапельного волокна. Технічні умови», затверджує експлуатацію виробів із скляного штапельного волокна.

Предмети із шпального волокна призначені для терпоізоляції огороджувальних систем будівель житлового, промислового, громадського призначення, а також трубомагістралей, печей, машинних засобів різних видів. Термоізоляційні пластини повинні встановлюватися на основу стіни близько один до одного. Усі шари термоізоляції мають однакову товщину. При встановленні шви пластин встановлюють врозкид.

ДСТУ Б В.2.7-316:2016 «плити та картон мінераловатні теплоізоляційні.Технічні умови» встановлює, що використання плит з мінеральної вати в частині «Область застосування» звучить: «Пластини з мінеральної вати призначені для термоізоляції будівельних систем за дотриманням критеріїв, якими не передбачено контакту з повітрям у приміщенні»

Тому висновок зрозумілий: для експлуатації в умовах України можна застосовувати обидва типи термоізоляційних матеріалів.

З'ясовано, що з основних умов вибору термоізоляційного матеріалу

варто вибрати такі властивості:

- щільність приєднання;

- стійкість до зовнішніх кліматичних навантажень та навантаження вітру;

- морозостійкість;

- паропроникність.

При механічному кріпленні матеріалу до стіни щільність з'єднання безпосередньо пов'язана від ступеня стисливості пластини.

Великий ступінь стиснення дає щільне з'єднання пластин. Це відіграє велику роль на тлі допусків на відхилення від номінальних геометричних габаритів термоізоляції пластин, що становлять 10 мм на 600 мм.

Також одна з важливих умов, які необхідно розглянути - навантаження, що застосовуються на термоізоляцію у навісних фасадах, що вентилюються.

Зовнішні навантаження та атмосферні впливи, дуже малі. Зовнішні сили на термоізоляцію для фасадів з повітряним прошарком не діють. Міцність на розтяг і стиск при номінальному розмірі плити, що становить 600 х 1200 міліметрів, теж не мають значень. Вага пластини даного розміру товщиною 100 мм при щільності 50 кг/м^3 становить всього 3.6 кг.

Повне навантаження пластини лягає на механізоване кріплення. Як правило, склопластикові стрижні з дюбелями з нейлону використовують як кріплення. Жорсткість вигину та щільність вищеописаних стрижнів сильно збільшує навантаження від ваги термоізоляційної пластини.

Термоізоляційний шар добре захищений зовнішнім шаром та повітряним зазором у 20 міліметрів.

Будівельні стандарти нашої країни не встановлюють властивості морозостійкості для теплоізоляційних волокнистих матеріалів. Виходячи з цього, термоізоляційні матеріали не повинні використовуватися всередині навісних конструкцій, вологість яких становить понад 5% загальної маси.

За таких умов вологості не відбуваються важливих змін термоізоляційних та механічних властивостей термоізоляції при негативних

температурах.

Підсумуємо, що допускається експлуатація різних термоізоляційних матеріалів, незважаючи на морозостійкість.

Якщо в умовах високої економії на матеріалах, дозволяється установка паропроникних скловолоконних пластин в системах вентиляційного навісного фасаду. Але краще застосовувати жорсткі базальтові плити, які мають великі деформаційні та міцнісні властивості.

Тому варто добре підійти до вибору термоізоляційного шару.

Сьогодні більшістю виробників теплоізоляційного матеріалу, що застосовується у будівництві та промисловості, з великим успіхом вирішують питання підвищення якості матеріалів для НВФ та як ефективніше його використовувати в аналогічних конструкціях, оскільки ресурси щодо покращення ще не всі вичерпані.

Отже, може бути досягнуто значного зниження навантаження ізоляції на фасади, якщо використовувати комбіновані системи з одного шару або більш складних двох шарів.

Одношарова система утеплення фасаду будівлі передбачає розміщення плит в один шар, у якому шви рухаються щодо один одного. Як найкраща теплоізоляція можна використовувати плиту типу «Вентильований фасад марки 032». Поряд із цим видом утеплювача використовується плита «Вентильований фасад марки 034». Коефіцієнт теплопередачі, зазначений у найменуванні цих матеріалів, показує їх термоізоляційні характеристики.

Схема двох шарів включає менш жорсткі пластини, які утворюють внутрішній шар, а також більш жорсткі пластини для зовнішнього шару, що захищають внутрішній шар від вітру і вивітрювання частинок ізолюючого матеріалу.

Для внутрішнього прошарку добре підходить «Вентильований фасад марки 034», про який говорилося вище, а при установці зовнішнього шару – «Вентильований фасад марки 032». Зовнішній шар може утворювати також блоки з кам'яної вати, які спеціально виготовлялися, наприклад FRE під ТМ

Nobasil, який зараз доступний від виробника теплоізоляційних матеріалів «Кнауф Інсулейшн».

Найбільш важливою перевагою схеми двошарової теплоізоляції є чудова можливість зменшити вартість конструкції при збереженні її високих характеристик міцності і безліч інших корисних функцій, які дозволяють застосовувати її в максимально широкому діапазоні.

У цій схемі утеплення відмічено підвищення теплоізоляційних параметрів фасадної системи в цілому.

Плита середньої жорсткості, виготовлена зі скловолокна, має великий ступінь стиснення матеріалу, щодо вати кам'яної, завдяки якій стики найближчих плит сполучаються стик у стик, забезпечуючи щільне прилягання до цегляної кладки.

На даний час велику увагу приділяють і мало важливі властивості при використанні сучасних теплоутримуючих матеріалів. Так як вони повинні бути ізольовані від негативного впливу від навколишнього середовища, таких як дощові опади, а також туману і сніг, обшивкою навісного фасаду, внутрішнім зазором повітря і вітрогідрозахисною мембраною.

Допоміжний захист від вологи ізоляційного матеріалу зайвою не назвеш. І в «Вентильованому фасаді» цей захист здійснюється новітньою технологією «Aqua Statik» - допоміжним водовідштовхувальним розчином матеріалу.

Проаналізуємо ізоляційні панелі «Rockwool кавітібаттс» - це легкі панелі з кам'яної вати, наповнені спеціалізованими речовинами з метою зменшити до мінімуму їхнє водопоглинання, яке в результаті досягає до 1,5%.

Також слід звернути увагу на властивість мінераловатних плит, як вогнестійкість. «Rockwool КавітіБаттс» не має негативного впливу на здоров'я людини та навколишнього середовища, як при використанні, так і при виготовленні. Цей матеріал використовують у нижній частині ізоляції фасаду та має товщину 100мм. Rockwool Вентібаттсоптиму - жорсткі гідрофобізовані термоізоляційні панелі зі штучним сполучним елементом, виготовлені з кам'яної вати на основі гірських порід базальтової групи. Термоізоляційні

панелі застосовують у вигляді двошарової системи ізоляції фасаду, товщина якого становитиме 50мм. «Rockwool вентибаттс» - міцні гідрофобізовані панелі теплозберігаючі зі штучного сполучного компонента, зроблені з основи гірських порід базальтової групи. Під час теплоізоляції фасаду другим шаром застосовують панелі Вентібаттс товщиною 50мм.

Розглянемо технічні показники утеплювачів Rockwool (табл.3.1).

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики утеплювача «ROCKWOOL»

Параметри	Кавіті Баттс	Венті Баттс Оптіма	Венті Баттс
1	2	3	4
Щільність	45 кг/м^3	75 кг/м^3	90 кг/м^3
Теплопровідність	λ10 = 0/035 Вт/(м*К)	λ10 = 0.033 Вт/(м*К)	λ10 = 0.035 Вт/(м*К)
Теплопровідність	λ25 = 0/037 Вт/(м*К)	λ25 = 0.035 Вт/(м*К)	λ25 = 0.037 Вт/(м*К)
Теплопровідність	λА = 0/038 Вт/(м*К)	λА = 0.037 Вт/(м*К)	λА = 0.038 Вт/(м*К)
Теплопровідність	λБ = 0/040 Вт/(м*К)	λБ = 0.038 Вт/(м*К)	λБ = 0.040 Вт/(м*К)
Група горючості / клас пожежної небезпеки	НГ / КМ0	НГ / КМ0	НГ /КМ0
Міцність на стиск при 10% деформації, не менше	Стисність не більше 15 %	10 кПа	20 кПа
Межа міцності на відрив шарів, щонайменше	—	3 кПа	4 кПа
Водопоглинання при короткочасному та частковому зануренні, не більше	1.0 кг/м^2	1.0 кг/м^2	1.0 кг/м^2

Паропроникність, не менше	μ = 0.30 мг/(м*г*Па)	μ = 0.30 мг//(м*г*Па)	μ = 0.30 мг/(м*г*Па)

Для узгодження всіх теплотехнічних характеристик запропонуємо розрахунок теплоізоляції зовнішньої стіни із застосуванням представленої системи.

1. Дані до виконання теплотехнічного розрахунку:

- тип споруди - громадська будова із силікатної цегли на цементно-піщаному складі;

- район будівництва – м. Запоріжжя;

- зона вологості - 3;

- умова використання при нормальному вологому режимі 60% - «А»;

- розрахункова температура внутрішнього повітря у громадській будові ДСТУ Б EN 15242:2015: $t_в$ = +20 °С.

Обчислена температура зовнішнього повітря в холодну пору року, приймається рівною середній температурі повітря, забезпеченістю К = 0,92, за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 : t_{ext} = -30 °С. Розрахункова середня температура за опалювальний період ДБН В.2.5-67:2013: t_{ht} = -5.2 °С. Тривалість опалювального періоду: z_{ht} = 203 діб.

Градусо-добу опалювального періоду (ГДОП) визначаємо за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010:

$$Dd=(t_B - t_{ht}) \times z_{ht} = (20+5.2) \times 203=5116 \text{ °С діб}, \quad (3.1)$$

Нормоване значення опору теплопередачі зовнішніх стін громадського будинку в м. Запоріжжі (ДБН В.2.6-31:2021):

$$R_0^{TP} = a \times ГДОП+b, \quad (3.2)$$

$$R_0^{TP} = 0.0003 \times 5116 + 1.2=2.7348 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

$$R_0^{TP} = 2.735 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$$

Нормоване значення опору теплопередачі над неопалюваними підпіллями громадського будинку у м. Запоріжжі за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010:

$$R_0^{TP} = a \times ГДОП + b \quad (3.3)$$

$$R_0^{TP} = 0.00035 \times 5116 + 1.3 = 3.09 \text{ м}^{2o}\text{C/Вт}$$

$$R_0^{TP} = 3{,}09 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$$

Нормоване значення опору теплопередачі покриття громадського будинку у м. Запоріжжі за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010:

$$R_0^{TP} = a \times ГСОП + b \quad (3.4)$$

$$R_0^{TP} = 0.0004 \times 5116 + 1.6 = 3.646 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$$

$$R_0^{TP} = 3.646 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$$

Теплотехнічний розрахунок стіни та визначення коефіцієнта теплотехнічної однорідності конструкції.

Відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 для плоских огороджувальних систем, представлений тепловий опір огороджувальних систем визначається площинами, що огороджують системи, що розрізається на області з шарів з різних матеріалами. Тоді тепловий опір огороджувальної системи R_aT визначають наступним чином:

$$R_aT = A/\sum m\,(A_i/R_{0ir}), \quad (3.5)$$

де R_aT - термічний опір огороджувальної конструкції.

Для визначення коефіцієнта впливу окремих теплопровідних включень заздалегідь розрахуємо за формулою $R = б/\lambda$ термічний опір окремих ділянок

стіни (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Термічний опір окремих ділянок стіни

Найменування	Товщ. δ,м	Питома вага γ кг/м^3	Коеф.паропрон. μмг/(мчПа)	Коеф. теплопровідн. λ,Вт/(м*К)	Опір. теплопередачі шару R_0^{con} =б / λ, м^2 °С/Вт
1	2	3	4	5	6
Цементно-піщаний розчин	0.03	1800	0.09	0.76	R1 = 0.039
Силікатна цегла на цементно-піщаному розчині	0.64	1800	0.11	0.76	R2 = 0.842
Утеплювач Rockwool	0.12	80	0.32	0.038	R3 = 3.158
Повітряний прошарок	0.03	—	—	—	R4 = 0.16
Навісний фасад	—	—	—	—	—
				Разом:	Rk = 4.199

$$R_K^{con} = Rsi + Rk + Rse \quad (3.6)$$

де Rk - сума теплових опорів окремих шарів конструкцій, що захищають;

Rsi - 1/αint коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальних конструкцій;

Rse - 1/αext коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороджувальних конструкцій, на поверхні конструкції, зверненої у бік прошарку, що вентилюється зовнішнім повітрям, слід приймати коефіцієнт αext =10,8

$R_K^{con} = 0.115 + 4.199 + 0.0925 = 4.41$

Визначимо площу зон впливу Ai.

1. Площа віконних укосів стіни.

Площа ділянки впливу горизонтальних та вертикальних віконних укосів завдовжки L1 = 2,4 м і L2 = 2,1 м відповідно знаходимо за формулою (3.7):

$$Ai = 2 \text{ х } бе \text{ х } (L1 + L2) + \pi \text{ х } бе2, \quad (3.7)$$

$Ai = 2 \text{ х } 0.12 \text{ х } (2.4+2.18) + 3.14 \text{ х } 0.122 = 1.168 \text{ м}^2$

Термічний опір цементно-піщаного розчину становить Ri = 0,039 м^2 °* С/Вт.

Площа зони стіни. У розрахунку користуємося частиною конструкцій, що обмежують, частина огороджувальної конструкції. Площа зони А = 3.8 х 4.2 = 15.96м^2 у стіні виконаний віконний проріз зі склопакетом двокамерним у розділених палітурках ПВХ із звичайного скла, отримуємо площу скління:

$A_2 = 15.96 - (2.4 \text{ х } 2.1) = 10.92 \text{ м}^2$

Термічний опір силікатної цегли на цементно-піщаному розчині становить R_2=0.671 м^2 °С/Вт

3. Площа вікна

$A_{вікна} = 2.4 \text{ х } 2.1 = 5.04 \text{ м}^2$

Термічний опір віконного отвору з установкою склопакетом з двох камер у розділеній палітурці ПВХ із звичайного скла становить $R_{вікна}$ = 0.65 м^2 °С/Вт.

Площа утеплювача Rockwool Вентібаттс Оптіма.

Для обчислень застосовуємо частину огороджувальної конструкції.

Площа зони утеплювача дорівнює площі стіни без віконного отвору:

$A_З = 10,92$ м^2.

Термічний опір утеплювача становить: $R_З = 3.158$ м^2 °С/Вт

Діючи згідно з формулою (3.8):

$R_0^r = A/\sum m(Ai/Roir)$, (3.8)

$R_0^r = 15,96/(1,168/0,039) + (10,92/0,842) + (5,04/0,65) + (10,92/3,158) =$

$= 0,24$ м^2 * °С/Вт - термічний опір огороджувальної конструкції R_aT умовно розрізані на ділянки.

Відповідно до формули (3.8), наведений термічний опір $R_К^r$ огороджувальної конструкції слід визначати за формулою (3.9)

$R_К^r = (R_aT + 2 \text{ x } R_т)/3$, (3.9)

$R_Т$ - сума термічних опорів окремих шарів конструкції = R_k - 4.199 м^2*°С / Вт

$R_К^r = (0.24+2 \text{ x } 4.199)/3 = 2.87$ м^2*°С/Вт

Перевіряючи загороджувальні конструкції для здійснення сприятливих умов згідно з ДБН В.2.6-31:2021 та відповідно до умов теплотехнічних норм із середовища збереження енергії, наведений опір теплопередачі для зовнішніх стін враховуючи укоси та утеплення фасаду $R_К^r = 2.87$ м2 * °С/Вт відповідає товщині утеплювача 200 мм.

Необходимое сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций

$R_0^{ТР} = 2.735$ м^2 * °С/Вт.

$R_К^r = 2.87$ м^2*°С/Вт> R0 тр = 2.735 м^2 * °С/Вт,

умову енергозбереження дотримано та відповідає ДБН В.2.6-31:2021.

Обчислення запобігання попадання вологи в огороджувальні конструкції.

Обчислення опору паропроникненню аналізованої конструкції. Оскільки аналізована конструкція багатошарова, то R_{vp} дорівнює сумі опорів паропроникнення шарів.

$$R_{vp} = \sum\delta/\mu, \qquad (3.10)$$

Розрахункова температура для громадських приміщень t_{int} = 20 °C; відносна вологість внутрішнього повітря для громадських приміщень p_{int} = 55%

$R_{vp1} = \frac{\delta_1}{\mu_1} = 0.333 \frac{м^2чПа}{мг}$; $R_{vp2} = \frac{\delta_2}{\mu_2} = 5.418 \frac{м^2чПа}{мг}$;

$R_{vp3} = \frac{\delta_3}{\mu_3} = 0\ .372 \frac{м^2чПа}{мг}$;

$R_{vp0} = R_{vp1} + R_{vp2} + R_{vp3} = 0.333 + 5.418 + 0.372 = 6.523 \frac{м^2чПа}{мг}$;

$X_o = \frac{1\alpha_{int}}{R_0} = (1/8.7)/2.88 = 0.115/2.88 = 0.04$;

$X_1 = \frac{1\alpha_{int}+R_1}{R_0} = (0.115+0.333)/2.88 = 0.448/2.87 = 0.155$;

$X_2 = \frac{1\alpha_{int}+R_1+R_2}{R_0} = (0.115+0.333+5.418)/2.87 = 6.266/2.87 = 2.16$;

$X_3 = \frac{1\alpha_{int}+R_1+R_2+R_3}{R_0} = (0.115+0.333+5.418+0.372)/2.87 = 6.638/2.87 =$

$= 2.30$;

$Y_1 = \frac{R_{vp1}}{R_{vp0}} = 0.333\ 6.523 = 0.05$; $Y_2 = \frac{R_{vp1}+R_{vp2}}{R_{vp0}} = 0.333+5.418)/6.523 =$

0.943;

$Y_3 = \frac{R_{vp1}+R_{vp2}+R_{vp3}}{R_{vp0}}$ = (0.333+5.418+0.372)/6.523= 1;

Згідно з графічним малюнком (рис. 3.2) показана залежність безрозмірного опору паропроникнення Y від безрозмірного термічного опору X для системи зовнішньої стіни, що розглядається. Крива Y_n характеризує величину безрозмірного опору паропроникненню для повноцінного наповнення вологого повітря водяною парою.

δ^l = 0.959; Ro=1/α_{int}+ R_k+1/α_{ext}= 0.115 + 4.199 + 1/10.8 = 4.41

$R_0^1 = R_0 * \delta^l = 4.41 * 0.959 = 4.23 \frac{мК}{Вт}$

$\delta_3^1 = (R_0^1 - \frac{1}{\alpha_{int}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}) * \lambda_3$= (4.23 - 0.115 - 0.039 - 0.842) -0,038=0.12м

0,12м - площину можливої конденсації.

Перевірка: R_0^1 = 0.115 + 0.039 + 0.842 + (0.12/0.038) = 4.153 $\frac{мК}{Вт}$

Обчислення розподілу парціального тиску водяної пари по товщі стіни та визначення ймовірності утворення конденсату в товщі стіни.

z_0 = 149 діб;

φ_{int} = 65%;

t_{int} = 20 ^{0}C => E_{int} = 2338 Па

$e_{int} = \frac{\varphi_{int}}{100} = \frac{65}{100}2338$ = 1519.7 Па, (3.11)

Парціальний тиск водяної пари зовні будівлі:

$e_{ext} = \frac{2.2+2.2+3.6+6.2+8.5+15.96+14.6+13.3+9.6+6.3+4.5+3.0}{12}$ = 7.2 гПа = 720 Па

Середня температура за період із негативними середніми місячними

температурами зовнішнього повітря:

$t_0 = \frac{-(13.5+12.6+5.4+3.4+9.6)}{5} = -8.98$ ℃

p_w = 45 кг/м^3; δ_w = 0.079 м; Δw_{av} = 3%

Періоди року:

- зимовий (січень, лютий, березень, грудень)

z_1 = 4 (t = -13.5; -12.6; -5.4; -9.6 ℃);

- весняно-осінній (жовтень, листопад)

z_2 = 2 (t = 4.2; -3.4 ℃);

- літній (квітень, травень червень, липень, серпень, вересень)

z_3 = 6 (t = 5.4; 14.3; 18.6; 20.4; 19.0; 1.8 ℃)

t_{ext1} = - (13.5 + 12.6 + 5.4 + 9.6)/4 = -10.375 ℃;

t_{ext2} = (4.2 - 3.4)/2 = 0.4 ℃;

t_{ext3} = (5.4 + 14.3 + 18.6 + 20.4 + 19.0 + 12.8)/6 = 15.15 ℃;

$\sum R = -\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} = 0.039 + 0.842 + 3.158 = 4.039 \frac{мК}{Вт}$

$R_{si} = \frac{1}{\alpha_{int}} = \frac{1}{8.7} = 0.115 \frac{мК}{Вт}$

$\tau_0 = t_{int} — (t_{int} — t_0) \times (R_{si} + \sum R)/R_k^{con} = 20 - (20 + 8.98) \times (0.115 + 4.039)/4.199 = - 8.67$℃;

$\tau_1 = 20 - (20 + 10.375) \times (0.115 + 4.039)/4.199 = -10.0$℃;

$\tau_2 = 20 - (20 - 0.4) \times (0.115 + 4.039)/4.199 = - 0.81$℃;

$\tau_3 = 20 - (20 - 15.15) \times (0.115 + 4.039)/4.199 = 15.20$℃;

E_0 = 312 Па; E_1 = 268 Па; E_2 = 662 Па; E_3 = 1742 Па

$E = (E_1z_1 + E_2z_2 + E_3z_3) / 12 = (268*4 + 662*2 + 1742*6) / 12 = 1071$ Па

$e_0^{ext} = \frac{2,2+2,2+3,6+4,5+3,0}{5} = 3.1$ гПа $= 310$ Па

$R_{vp}^{e} = (\delta_3/\mu_3) = 0.372$

$\eta = 0,0024(E_0 - e_0^{ext}) * z_0 / R_{vp}^{e} = 0.0024(1742 - 310)449/0.372 = 1376.5$

Площина ймовірної конденсації потрапляє в покриття термоізолятора, то згідно з ДБН В.2.6-31:2021 - R_{vp} має бути не менше найбільшого з наступних опорів паропроникнення, що нормуються:

$R_{vp1}^{req} = (e_{int} - E>R_{vp}^{e} / (E - e_{ext}),$ (3.12)

$R_{vp1}^{req} = (1519.7 – 1071) * 0,372 / (1071 - 720) = 0.48 \frac{м^2чПа}{мг}$

$R_{vp2}^{req} = \frac{0,024*z_0*(e_{int}-E_0)}{\rho_w\delta_w\Delta w_{av}+\eta} = (0.0024*149-(1519.7-312))/(45-0.08-3+1094.17) = 0.31 \frac{м^2чПа}{мг}$

$R_{vp} = \frac{\delta_1}{\mu_1} + \frac{\delta_2}{\mu_2} + \frac{\delta_3}{\mu_3} = 0.333 + 5.418 + 0.372 = 6.523 \frac{м^2чПа}{мг}$

$Rvp > R_{vp1}^{req} > R_{vp2}^{req}$

Тому умови задовольняються, конструкція, що захищає, виконує вимоги ДБН В.2.6-31:2021 щодо опору паропроникненню. Пароізоляція на внутрішньому покритті стін не потрібна.

Для наочності обчислень створимо графік розподілу водної пари та графік зміни водної пари по товщі стіни (рисунок 3.1).

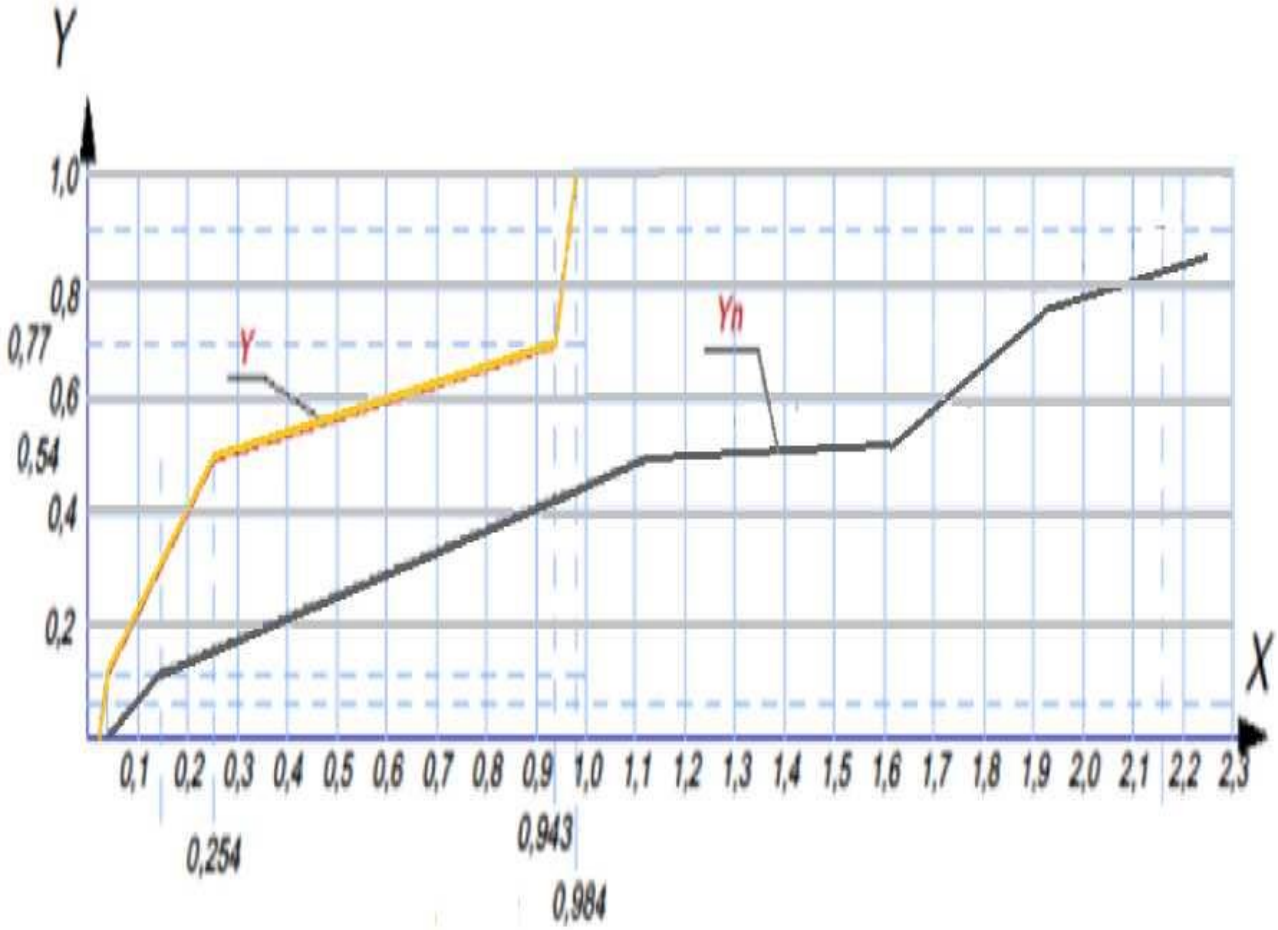


Рисунок 3.1 - Графік розподілу водяної пари та графік зміни водяної пари за товщиною стіни

Очевидно, що ці криві не перетинаються, що також підтверджує утворення конденсату в конструкціях не можливим.

3.2 Пропозиції щодо технології та організації влаштування навісних вентильованих фасадів

Найважливішим критерієм використання матеріалів є безпечне застосування для людини. Для позначення впливу мінераловатної ізоляції за його аварії проводилися перевірки на емісію волокон. Виходячи з досліджень,

визначається залежність концентрації волокон у повітрі від його діаметра. У цьому випадку мінераловатна ізоляція, діаметр волокон якого становить від 2 до 9 мкм, матиме концентрацію від 50000 до 300000 шт/м^3. Склад формальдегіду та кетонів становить не більше 0,1 мг/м^3.

Отже, можна дійти невтішного висновку:

1. Небезпека емісії термоізоляційних елементів пов'язана з прямим контактом на робочій зоні, в момент встановлення та майже не міститься при використанні.

2. Емісія елементів у складі матеріалу знаходиться в діапазоні прийнятих норм.

Проводились дослідження під впливом вітру емісії волокна. Зразки зволожувалися до 10% вологості, після чого заморожувалися та відтавали протягом 100 циклів. Після цього зразки встановлювали в короб і закріплювали. При взаємодії зі штучно-створеними умовами (швидкість повітряного потоку становила 10 м/с, температура повітря (20±2) °С, відносна вологість - (48% - 83%) матеріал знаходився 14 місяців. Для виявлення абсолютної зміни маси зразків, періодично зразки зважували. Абсолютна зміна маси зразків обчислювалася за формулою (3.13):

$$\Delta m = m - m_0, \qquad (3.13)$$

де Δm - абсолютна зміна маси зразка, г;

m – поточне значення маси зразка, г;

m_0 – початкова маса зразка, г.

Дані експерименту показали:

1. зміна маси зразків щодо вихідної невелика як і абсолютних, і у відносних вимірах;

2. емісія елементів майже немає;

3. поздовжнє поділ шарів скловолокнистих листів, замість поділу окремих волокон. Це явище сталося у зв'язку з тим, що зразки висувалися

нагору на 5-7мм від нижньої грані вхідного перерізу.

Встановлено, що експлуатація вітрогідрозахисної плівки в технології навісного фасаду, що вентилюється, при використанні на низькоповерхових будівлях недоцільно при використанні мінераловатного тепло зберігаючого матеріалу з високими показниками якості.

За підсумками запропонованих дій схема влаштування вентильованого фасаду має такий вигляд.



Рисунок 3.2 - Схема технологічного процесу влаштування навісного вентильованого фасаду з керамогранітних плит

Економія коштів досягається шляхом утримання від використання вітрогідрозахистної плівки при монтажі НВФ.

При забезпеченні матеріалів основними позиціями зменшення витрат є:

1. Відсутність покупки вітрогідрозахисної плівки.

2. Відсутність витрат на логістику, складування та переміщення по об'єкту.

3. Відсутність потреби у покупці витратних матеріалів для встановлення кріплення мембрани.

4. Відсутність витрат на порятунок від сміття від матеріалів та упаковки мембрани.

Надтратами може бути подорожчання мінераловатного термоізолюючого матеріалу. Однак для низькоповерхової будови потрібно використовувати матеріал із міцнішим поверхневим шаром.

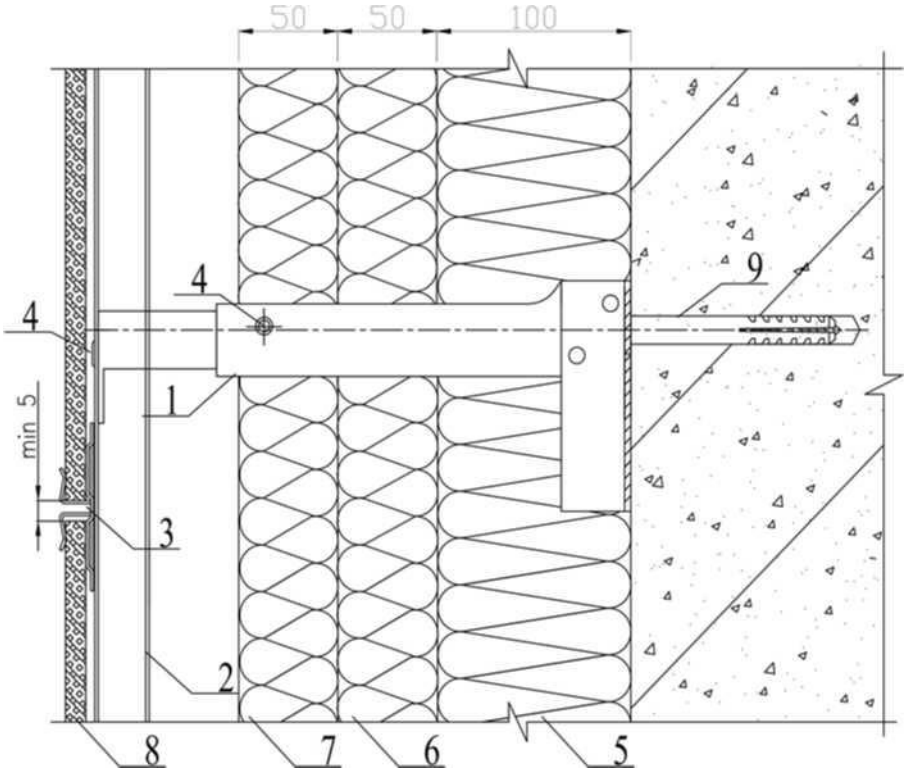


Рисунок 3.3 - Технічне вирішення пристрою навісного вентильованого фасаду без вітрогідрозахисної плівки

1 – кронштейн; 2 - напрямна; 3 - клямер; 4 - заклепка витяжна; 5 – утеплювач 100 мм; 6 – утеплювач 50 мм; 7 – утеплювач 50 мм; 8 – плита керамічного граніту; 9 – анкер з пресшайбою.

Важливим фактором зниження витрат є повна відмова від монтажу вітрогідрозахисної мембрани, внаслідок чого відбувається зменшення:

- витрат праці;

- часу експлуатації засобів пересування по вертикалі;

- відмова від застосування ручного інструменту (економія основних та витратних матеріалів врахована раніше).

3.3 Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів

При встановленні навісного вентильованого фасаду з керамогранітних плит з використанням утеплювача «ROCKWOOL», завдяки якому можна знехтувати використання ветрогридозахисних матеріалів, ґрунтуючись на Которисних нормах України визначимо економічну вигоду при монтажі.

Кошторисна вартість прямих витрат (ПЗ) визначається за формулою (3.14):

$$ПЗ_i = ВТ_i \times V_i \times Кц_i^{вт} + \sum_{m=1}^{M} T_m \times V_i \times КЦ^m_{ем} + \sum_{n=1}^{N} T_n \times V_i \times КЦ^n_м, \quad (3.14)$$

де $ВТ_i$ - витрати праці робітників або пусконалагоджувального персоналу на вимірювач кошторисної норми за і-ю кошторисною нормою, чол.-г.;

V_i - обсяг робіт з і-ї кошторисної норми відповідно до її вимірювача;

$КЦ_i^{вТ}$ - кошторисна ціна на витрати відповідного середнього розряду роботи або категорії пусконалагоджувального персоналу, грн./чол.-г.;

T_m - час експлуатації m-ї машини (механізму), маш.-г;

$КЦ^m_{ем}$ - кошторисна ціна експлуатації m-ї машини (механізму), грн./маш.г.;

$$m = 1 \div M \quad (3.15)$$

де М - кількість найменувань машин (механізмів) за і-ю кошторисною нормою;

$Т_n$ - кількість n-го матеріалу, виробу або конструкції у натуральних одиницях вимірювання;

$КЦ^n_м$ - вартість n-го матеріалу, вироби чи конструкції, руб. Приймається відповідно до которисних норм;

$$n = 1- N \qquad (3.16)$$

де N - кількість найменувань матеріалів, виробів чи конструкцій за і-ю кошторисною нормою.

Для спрощення розрахунку введемо заміну змінних, у результаті одержуємо формулу (3.17):

$$ПВ = В_{ОЗП} + В_{ММ} + В_{МАТ}, \qquad (3.17)$$

де ПВ - прямі витрати;

$В_{ОЗП}$ - вартість основної заробітної плати;

$В_{ММ}$ - вартість машин та механізмів;

$В_{МАТ}$ - вартість матеріалів.

Визначимо різницю прямих витрат (ПВ) двома способами виконання робіт за формулою (3.18):

$$ΔПВ = ПВ_{\text{з плів.}} — ПВ_{\text{без плів.}} = (ВОЗП_{\text{з плів.}} + ВММ_{\text{з плів.}} + вМАТ_{\text{з плів.}}) — (ВОЗП_{\text{без плів.}} + ВММ_{\text{без плів.}} + ВМАТ_{\text{без плів.}}) = ΔВБМР + ΔВММ + ΔВМАТ, \qquad (3.18)$$

де ΔПВ — різниця прямих витрат;

$ПВ_{\text{з плів.}}$ — прямі витрати з вітрогідрозахисною плівкою;

$ПВ_{\text{без плів.}}$ — прямі витрати без вітрогідрозахисної плівки.

$$ПВ_{\text{з плів.}} = ВОЗП_{\text{з плів.}} + ВММ_{\text{з плів.}} + ВМАТ_{\text{з плів.}}, \qquad (3.19)$$

де ВОЗП $_{\text{з плів.}}$ - вартість основної заробітної плати світлогідрозахівної плівкою;

ВММ $_{\text{з плів.}}$ — вартість машин та механізмів світлогідрозахівної плівкою;

ВМАТ $_{\text{з плів.}}$ — вартість матеріалів світлогідрозахівної плівкою.

$$\text{ПВ}_{\text{без плів.}} = \text{ВОЗП}_{\text{без плів.}} + \text{ВММ}_{\text{без плів.}} + \text{ВМАТ}_{\text{без плів.}} \quad (3.20)$$

де ВОЗП $_{\text{без плів.}}$ — вартість основної заробітної плати без вітрогідрозахисної плівки;

ВММ $_{\text{без плів.}}$ — вартість машин та механізмів без вітрогідрозахисної плівки;

ВМАТ $_{\text{без плів.}}$ — вартість матеріалів без вітро гідрозахисної плівки.

Натомість прямі витрати (ПВ) не визначають вартість будівельно-монтажних робіт (БМР).

$$\text{ВБМР} = \text{ПВ} + \text{НВ} + \text{КП}, \quad (3.21)$$

где ВБМР — вартість будівельно-монтажних робіт;

ПВ – прямі витрати;

НВ – накладні витрати;

КП - кошторисний прибуток.

Відповідно до ΔВБМР обчислюємо за формулою (3.22):

$$\Delta\text{ВБМР} = \Delta\text{ВБМР}_{\text{з плів.}} - \Delta\text{ВБМР}_{\text{без плів.}} = (\text{ПВ}_{\text{з плів.}} + \text{НВ}_{\text{з плів.}} + \text{КП}_{\text{з плів.}}) - (\text{ПВ}_{\text{без плів.}} + \text{НВ}_{\text{безз плів.}} + \text{КП без}_{\text{з плів.}}) = \Delta\text{ПВ} + \Delta\text{НВ} + \Delta\text{КП}, \quad (3.22)$$

де ΔВБМР - різниця вартості БМР з вітрогідрозахисною плівкою та без вітрогідрозахисної плівки;

Проведемо обчислення кожного елемента в таблиці, таблиця 3.3 – розрахунок вартості матеріалів на 1м^2 вентильованого фасаду з урахуванням ПДВ, таблиця 3.4 – розрахунок вартості БМР на 1м^2 вентильованого фасаду

без матеріалів.

Таблиця 3.3 – Розрахунок вартості матеріалів на 1м^2 вентильованого фасаду з урахуванням ПДВ

Найменування	Од.вим	Вартість НВФ з вітрогідрозахисною плівкою			Вартість НВФ без вітрогідрозахисної плівки		
		Кількість /1м^2	Ціна за од. вим.грн.	Сума грн.	Найменування	Кількість /1м^2	Сума грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
Матеріали Керамограніт 600*600	м^2	1	844,39	844,39	Матеріали Керамограніт 600*600	1	844,39
Утеплювач Ізовер (низ-120мм, верх-30мм)	м^2	0,87	310,00	269,70	Утеплювач Ізовер (низ-120мм, верх-30мм)	0,87	269,70
Утеплювач Ізовер (верх-50мм)	м^2	0,12	240,00	28,80	Утеплювач Ізовер (верх-50мм)	0,12	28,80
Утеплювач (Rockwool кавітібаттс низ-100мм)	м^2	—	—	—	Утеплювач (Rockwool)	1	26,40
Утеплювач (Rockwool Вентібаттс Оптима верх-	м^2	—	—	—	0,87	115,45	100,44

50мм)							
Утеплювач (Rockwool Вентібаттс верх-50мм)	м^2	—	—	—	0,1	115,45	11,55
Вітрогідрозахисна плівка ФібраІзол НГ	м^2	1,21	147	177,87	—	—	—
Кронштейн для утеплювача	шт	9,79	14,8	144,89	7,72	9,4	72,568
Анкер MUNGO MBRK-STB 10*100	шт	4,04	22,5	90,90	4,04	22,5	90,90
Заклепка нерж/нерж	шт	12,43	3,8	47,23	12,43	3,8	47,23
Профіль ГО 40*40*1,2мм оцинкований	мп	3,54	86,9	307,63	2,79	86,9	242,45
Профіль вертикальний П-подібний 65х 21,5х 20х 1, 2мм	мп	1,7	126,7	215,39	1,7	126,7	215,39
Профіль вертикальний Z-подібний 25х21,5х40х1,2	мп	1,28	82,9	106,11	1,28	82,9	106,11

мм							
Відлив, укіс із ОЦ 0,55мм стали з 1ПШ	$м^2$	0,33	544	179,52	0,33	544	179,52
Парапет із 0,55мм ОЦ стали 1ПШ	$м^2$	0,09	494	44,46	0,09	494	44,46
Клямер основний із нержавіючої сталі AISI-304	шт	8	34,32	274,56	2,94	34,32	100,90
Клямер стартовий із нержавіючої сталі AISI-304	шт	1,03	25,74	26,51	1,03	25,74	26,51
Заклепка нерж/нерж підсистема	шт	20	4,3	86,00	20	4,3	86
Кронштейн ОЦ посилений 200х95х80х2 мм	шт	2,87	62,55	179,52	2,87	62,55	179,52
Прокладка паронітова 90х80х2мм	шт	2,87	7,98	22,90	2,87	7,98	22,90
Кронштейн ОЦ 100х50х50мм	шт	0,61	26	15,86	0,61	26	15,86
Кронштейн	шт	0,2	25,52	5,10	0,2	25,52	5,104

ОЦ 70х50х50х2м м							
Прокладка паронітова 60 х 60 х 2мм	шт	0,81	5,76	4,66	0,81	5,76	4,66
Влаштування вітрогідрозахітної плівки (ФОП, НР, СП)	шт	—	—	91,72	—	—	—
Разом:				3 163,7			2 721,38
Фонд оплати праці (ФОП)				9,76			0,00
Економія: матеріал							442,36
Економія: ФОП							-9,76
Економічний ефект							452,12

Отримуємо економію за матеріалами у розмірі 442,36 грн. на 1м^2, що становить 13,98% від загальної кількості матеріальних витрат.

Представимо графічно економічний ефект від заходу, в якому повністю видаляється мембранний шар і застосовується новий утеплювач марки «ROCKWOOL» (рисунок 3.4).

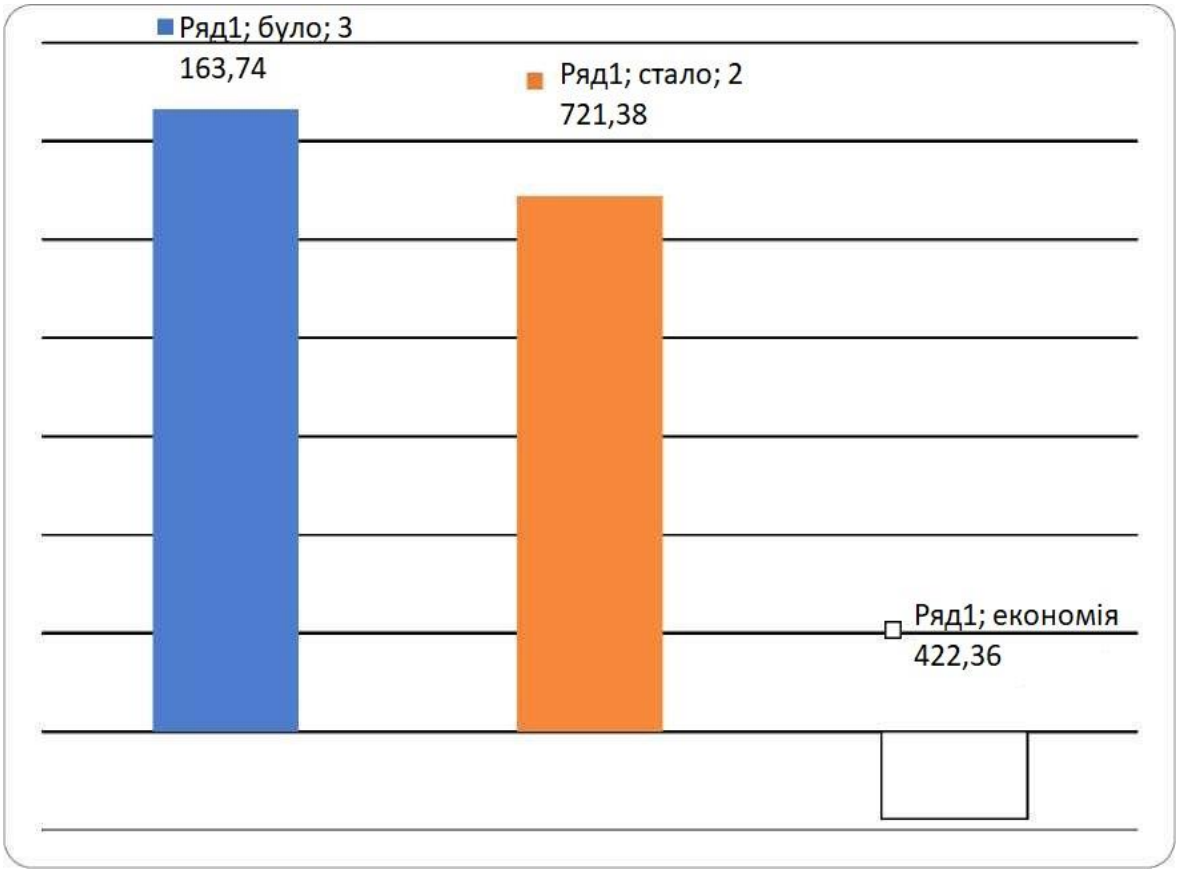


Рисунок 3.4 – Економічний ефект від застосування нових матеріалів, грн.

З рисунка 3.4 видно, що внаслідок відмови від монтажу вітрогідрозахисної мембрани через застосування нового утеплювача «ROCKWOOL» економія за матеріалами становитиме 442,36 грн./м^2.

Ця економія збільшиться за рахунок того, що зміна матеріалів дозволить скоротити трудовитрати, тому не треба проводити додаткового кріплення мембрани.

З таблиці 3.3 видно, що економія з трудовитрат становитиме 9,76 грн./м^2.

Проведем вычисление стоимости СМР на 1м2 вентилируемого фасада без компонентов с учетом НДС. Данные расчета представим в виде таблицы 3.4.

У таблиці 3.4 подано розрахунок вартості БМР на 1м^2 вентильованого фасаду без урахування вартості матеріалів. У кошторис входить вартість робіт із прикріплення утеплювача до фасаду, накладні витрати, кошторисний прибуток.

Таблиця 3.4 – Розрахунок вартості БМР на 1м^2 вентильованого фасаду без матеріалів з урахуванням ПДВ

№ п п	Найменування	Од. вим.	Кільк.		Кошторисна вартість у (прогнозних) цінах, грн.	
			на од.	всього	на одиницювимірювання	спільна
1	Установка пароізоляційного шару з: плівки поліетиленової (без мембранного шару),	100 м^2	—	0,01 1 / 100	2915	29, 15
	Витрати праці робітників	чол. година	17,232	0,17	171,48	29, 15
	Витрати праці машиністів	чол. година	0,25	—	—	—
	Накладні витрати від ФОП Кошторисний прибуток від ФОП			87,82% 50%		25, 6 14, 57
Разом						69, 32
У тому числі:						
Машини та механізми						0
ФОП						29,
Накладні витрати						25, 60
Кошторисний прибуток						14, 57

ПДВ 22%	13, 86
УСЬОГО по кошторису	83,

Машини та механізми при роботі застосовуватись не будуть.

Кошторисна вартість робіт становитиме 69,32 грн./м^2 без урахування ПДВ.

Кошторисна вартість робіт становитиме 83,18 грн./м^2 з урахування ПДВ.

Наведемо результати проведених розрахунків у вигляді зведеної таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Зведений розрахунок економічної ефективності запропонованого заходу

Найменування витрат	До заходу	Після заходу
1	2	3
Матеріали, грн/м^2	3163,74	2721,38
ФОП, грн/м^2	38,91	29,15
Накладні витрати (87,82%), грн/м^2	34,17	25,6
Кошторисний прибуток (50%), грн/м^2	19,45	14,57
ПДВ (22%), грн/м^2	7,78	5,83
Усього за кошторисом, грн/м^2	3264,05	2796,53
Економічний ефект, грн./м^2		-467,52
%		-14,32

З таблиці 3.5 видно, що у результаті запропонованого заходу економічний ефект становитиме 467,52 грн. на 1 м^2, що становитиме 14,32%.

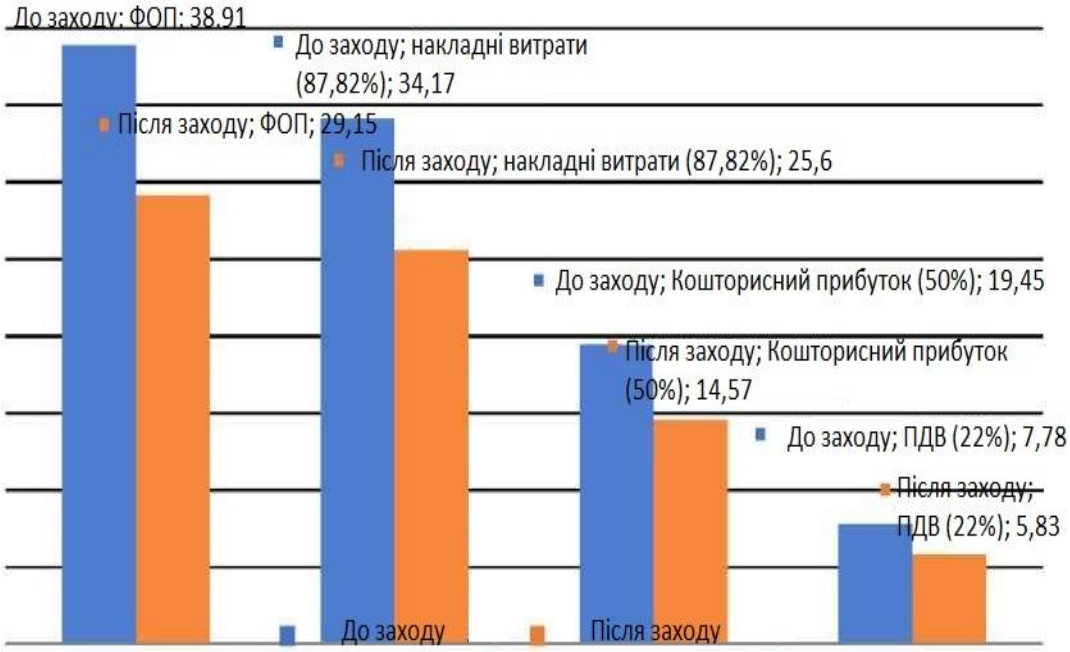


Рисунок 3.5 – Динаміка основних показників кошторису, грн./м^2

З рисунка 3.5 видно, що запропонований захід призведе до скорочення витрат.

Таким чином, захід приведе до значного скорочення витрат, при цьому термоізоляція не буде порушена завдяки високоякісному утеплювачу марки «ROCKWOOL».

Таким чином, мету роботи можна вважати досягнутою.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Навісні вентильовані фасади - це фасадні системи, що зберігають тепло та шумоізоляцію будівлі. Але не всі підвісні системи мають однакові характеристики. Начіпні системи бувають з одним або двома облицювальними шарами. В наш час використовують облицювальні матеріали різних груп – від граніту до поліпропіленових листів. Другим шаром застосовують теплоутримуючі матеріали з різними фізичними характеристиками.

Мета представлених у роботі досліджень - підвищення несучої здатності навісної фасадної системи, що вентилюється, з кріпленням облицювання без збільшення матеріаломісткості.

Відповідно до поставленої мети у роботі було вирішено такі задачи:

1. Проведено аналіз способу влаштування фасадних систем вітчизняного та зарубіжного виробництва.

2. Досліджено конструктивні рішення навісних вентильованих фасадів

3. Розроблено пропозицію щодо оптимізації технічних рішень пристрою навісного вентильованого фасаду за рахунок пристрою теплозахисту (мінераловатного утеплювача) у два шари, головною перевагою якого є підвищення теплоізоляційних характеристик фасадної системи, а встановлення плит головного, зовнішнього шару, що перекривають стики внутрішнього, перешкоджає виникненню містків холоду. Так само це рішення дозволить здешевити конструкцію.

4. Розроблено пропозицію щодо заміни матеріалу з більш високими характеристиками міцності - Rockwool.

5. Наведено випробування емісії скловолокнистих плит, яке показало, що при тривалому впливі вітру при швидкості 10 м/с, зовнішній температурі повітря 20 °С та відносній вологості від 48 - 83%, емісія волокон практично відсутня, що дозволяє відмовитися від влаштування вітрогідрозахисної плівки.

6. Розроблено пропозиції щодо оптимізації технологічного процесу

влаштування навісного вентильованого фасаду шляхом відмови від операції, пов'язаної з улаштуванням вітрогідрозатиної плівки. Дана пропозиція тягне за собою економію за рахунок: покупки, транспортування, перенесення і складування, монтаж матеріалу.

7. Наведено техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів. Економічний ефект становив 467,52 грн./м^2 - 10%

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Про енергетичну ефективність будівель : Закон України від 22.06.2017 р.№ 2118-VIII : станом на 1 груд. 2020 р. URL:https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19

2. Про затвердження Положення про Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України : Постанова Каб. Міністрів України від 26.11.2014 р. № 676 : станом на 31 жовт. 2020 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/676-2014-п

3. Про утворення державної установи “Фонд енергоефективності” : Постанова Каб. Міністрів України від 20.12.2017 р. № 1099 : станом на 13 листоп. 2019 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1099-2017-п (дата звернення: 20.05.2021).

4. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель у частині збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії та затвердження Національного плану збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 29.01.2020 р. № 88-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/88-2020-р

5. Програма "ЕНЕРГОДІМ" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://eefund.org.ua/programa-energodim

6. Програма "IQ Energy" [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.iqenergy.org.ua/

7. Про затвердження Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель : Наказ М-ва розвитку громад та територій від 27.10.2020 р. № 260. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1257-20

8. Про затвердження Змін до Методики визначення енергетичної ефективності будівель : Наказ М-ва розвитку громад та територій від 27.10.2020 р. № 261. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1254-20

9. Роз'яснення Міністерства розвитку громад та територій

[Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.minregion.gov.ua/press/news/pro-neobhidnist-vprovadzhennya-energoefektyvnyh-zahodiv-rozyasnennya-minregionu/

10. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 "Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель". // Мінрегіон України. – 2014.

11. Методи утеплення будинку [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://teplodim.info/uk/useful-articles/tehnologii-uteplenija-doma-kotorye-dejstvitelno-effektivny.

12. History of Double Skin Facades [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://www.bestfacade.com/textde/01_history_gesamt.htm

13. Ignacio Fernández Solla. Steiff factory and the birth of curtain walling [Електронний ресурс] / Ignacio Fernández Solla. – 2711. – Режим доступу до ресурсу: http://facadesconfidential.blogspot.com/2011/11/steiff-factory-and-birth-of-curtain.html

14. Історія сучасної технології утеплення фасаду [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://latymer.ua/language/uk/statti/istoriya-suchasnoi- tehnologii-uteplennya-fasadu/

15. ДБН В.2.6-33:2018 "Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування". // Мінрегіон України. – 2018.

16. Технологія облаштування фасадів будинків навісними фасадними системами з вентиляцією / Р. Я. Яким, О. А. Ужегова // Містобудування та територіальне планування. - 2011. - Вип. 40(2). - С. 581-588. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2011_40%282%29__87

17. Вентильований фасад- ефективний теплозахист будинку [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.stroypomosh.com.ua/uk/ventylovanyy-fasad-efektyvnyy-eplozakhyst- budynku/

18. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги: ДСТУ Б В.2.6-34:2008. – [Чинний від

01-06-2008]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 12 с. – (Національні стандарти України).

19. Кузнєцова О. О. УДК 699.866 "Аналіз сучасних конструктивно-технологічних рішень систем теплоізоляції зовнішніх стін будинків// ISSN 1813-6796 ВІСНИК КНУТД – 2013.

20. Технологія монтажу вентильованих фасадів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://stroyrec.com.ua/pristr%D1%96i-ventilovanih-fasad%D1%96v-iaka-tehnolog%D1%96ia-montajy-zastosovy%D1%94tsia/

21. Опис технології монтажу вентильованих фасадів від підготовки до фінішу [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://vbud.in.ua/opis-tehnologiyi-montazhu-ventilovanih-fasadiv-vid-pidgotovki-do-finishu/

22. Абєлєшов В. І. УДК 64.011.8 "Дослідження деяких аспектів підвищення ефективності конструкцій фасадів будівель"// Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит = Energy saving. Power engineering. Energy audit. общегосударств. науч.-произв. и информ. журн.. – Харків– 2013

23. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: Науково- технічний збірник. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2013. – № 1 (14). – 160 с. розділ Технологія будівельного виробництва А. В. Мазурак, О. Т. Мазурак, В. М. Калітовський с. 75-81

24. Transient thermal analysis in ANSYS Workbench dealing with non physical temperature results [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://simutechgroup.com/tips-tricks/transient-thermal-analysis-in-ansys-mechanical-workbench-dealing-with-non-physical-temperature-results/

25. Розв’язання нелінійних нестаціонарних задач теплопровідності з використанням CAD-систем / А.Я. Карвацький, А.Ю. Педченко // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Фізико-математичні науки: зб. наук. пр. — Кам’янець-Подільський: Кам'янець-Подільськ. нац. ун-т, 2016. — Вип. 13. — С. 67-77. — Бібліогр.: 13 назв. — укр.

26. ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель». // Мінрегіон України. – 2016

27. ДСТУ Б В.2.7-182:2009 "Будівельні матеріали. Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів у розрахункових та стандартних". // Мінрегіон України. – 2009

28. ДСТУ ISO 10211-2:2005 "Теплопровідні включення в будівельних конструкціях". // Мінрегіон України. – 2005

29. EN ISO 10211, Thermal bridges in building construction — Heat flows and surface temperatures — Detailed calculations, (2007) 54

30. Tusnina VM (2016) To the problem of bearing capacity and operational reliability of suspended ventilated facade. Procedia Engineering 153: 799–804. Crossref

31. Theodosiou TG, Tsikaloudaki AG, Kontoleon KJ, et al. (2015) Thermal bridging analysis on cladding systems for building facades. Energy and Buildings 109: 377–384

32. ДБН В.1.2-14:2018 "Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд". // Мінрегіон України. – 2018

33. ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги "- чинні від 2017-06-01 // Мінрегіон України. – 2016.

34. ДСТУ Б В.2.6-30:2006 "Конструкції будинків і споруд. Профілі з алюмінієвих сплавів із термомістками для огороджувальних будівельних конструкцій. Загальні технічні умови ". // Мінрегіон України. – 2006

35. ДСТУ 8802:2018 "Вироби з тонколистової сталі із захисно-декоративним покриттям для будівництва. Загальні технічні умови" // Мінекономрозвитку України. – 2018.

36. ДСТУ EN 10346:2014 "Вироби плоскі сталеві з покривом, нанесеним методом безперервного гарячого занурювання. Технічні умови постачання (EN 10346:2009, IDT)". // Мінекономрозвитку України. – 2014.

37. Вітро-, волого- захист у вентфасадах [Електронний ресурс] –

Режим доступу до ресурсу: http://vfasad.com.ua/vetrozashita-v-ventfasadah.html.

38. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. Підруч. для студ. вищих навч. закладів. За ред. М. П. Гандзюка. — Київ: Каравела, 2004. — 408 с. — ISBN 966-8019-01-6

39. Алексєєв В.А. Охорона праці будівництві та промисловості будівельних матеріалів (організація охорони праці). – Київ:, 2002. – 112

40. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва. З урахуванням Змін № 1, № 2, № 3, № 4.

41. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-XII : станом на 27 лют. 2021 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12

42. Кодекс цивільного захисту України : Кодекс України від 02.10.2012 р. № 5403-VI : станом на 17 берез. 2021 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17

43. Про затвердження Інструкції щодо утримання захисних споруд цивільної оборони у мирний час : Наказ М-ва України з питань надзвича. Ситуацій та у справах зах. населення від наслідків Чорнобил. катастрофи від 09.10.2006 р. № 653 : станом на 21 серп. 2018 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1180-06

44. Mingottia N., Chenvidyakarn T., Woods A.W. Combined impacts of climate and wall insulation on the energy benefit of an extra layer of glazing in the fagade//Energy and Buildings. 2013. № 58. Pp. 237-249.

45. Baloccо C. A simple model to study ventilated facades energy performance//Energy and Buildings. 2002. № 34(5). Pp. 469-475.

46. Suareza C., Joubertb P., Molinaa J.L., Sanchez F.J. Heat transfer and mass flow correlations for ventilated facades//Energy and Buildings. 2011. Vol. 43. Pp. 3696-3703.

47. Чистяков В.В., Гасан Ю.Г. Сучасні теплоізоляційні матеріали: Конспект лекцій / О.М. Петропавловський. – Київ: КНУБА, 2007. – 28 с.

48. Технологія опоряджувальних робіт та захист споруд: навч. пос. / О.Ф. Шмаль – Любешів: ЛНТУ, 2013. – 278 с.

49. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огороджувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк. - Київ: Гама-Принт, 2009. - 216 с.

50. Шаповал С. В. Конспект лекцій з курсу «Сучасні будівельні матеріали і технології» (для студентів 5 курсу денної форми навчання спеціальності − Архітектура та містобудування) / С. В. Шаповал, А. А. Баранова ; Харків. нац. ун-т міськ.госп-ва ім. О. М. Бекетова – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 97 с.

51. В. А. Лісенко, В. Г. Суханов, Ю. О. Закорчемний, С. Є. Верьовкіна. Архітектурно-конструктивні енергоефективні оболонки будівель та споруд. – Одесса: Изд-во «Optimum», 2015. – 254 с.

52. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації: ДБН В.2.6-33:2018. – К.: Мінбудархітектури України, 2018. – 24 с. . – (Державні будівельні норми України).

53. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбуд України, 2006. – 65 с.

54. Теоретичні засади та загальна концепція енергоефективного будівництва / О.І. Ободянська, Р.І. Пономаров // L науково-технічна конференція ФБТЕГП ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11845.

55. Інноваційні технології для внутрішнього утеплення будівель / О.І. Ободянська, І.О. Забіяка, В.В, Грибик // L науково-технічна конференція ФБТЕГП ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11925.

56. Енергоефективні будинки та споруди / О.І. Ободянська, В.В. Грибик, А.Я. Панченко // Міжнародна науково-технічна конференція

«Енергоефективність в галузях економіки України» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/view/14058.