



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНИ  
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Кафедра Промислового та цивільного будівництва  
Рівень вищої освіти другий магістрський рівень  
(другий (магістрський) рівень)  
Спеціальність 192 "Будівництво та цивільна інженерія"  
(шифр і назва)  
Освітньо-професійна програма "Промислове і цивільне будівництво"  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ ПЦБ  
проф. Арутюнян І.А.  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ /ПРОЄКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)**

Журавська Вікторія Сергіївна  
(прізвище, ім'я по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Техніко-економічна оцінка використання фасадних систем з підвищеними енергозберігаючими властивостями

керівник роботи Данкевич Н.О., доц., к.т.н.  
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затвержені наказом ЗНУ від " 01 " 05 2023 року № 635 - с

2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи об'ємно-планувальні та конструктивні рішення об'єкту будівництва, сучасні фасадні системи, конструктивні рішення фасадних систем, науково-технічна, навчальна, нормативна та періодична література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Вступ, Аналіз видів фасадних систем їх відмінності та особливості експлуатації.  
Розробка технологічних рішень улаштування вентилярованої фасадної системи  
Аналіз та обґрунтування економічної ефективності улаштування сучасних фасадних систем

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
вступ, основні питання дослідження, види фасадних систем, експлуатаційні властивості утеплювачів, конструктивно-технологічні рішення фасадних систем, ТЕО варіантів.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 2	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 3	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання

02 травня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Аналіз та систематизація типів сучасних фасадних систем	10.09.2023	
2.	Розробка технологічних рішень улаштування вентилярованої фасадної системи	10.10.2023	
3.	Аналіз та обґрунтування економічної ефективності улаштування сучасних фасадних систем	20.11.2023	
4.	Оформлення та підготовка до захисту	02.12.2023	

Студент

Журавська В.С.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проекту

Данкевич Н.О.  
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Данкевич Н.О.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Журавська В. С. Техніко-економічна оцінка використання фасадних систем з підвищеними енергозберігаючими властивостями.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Н.О. Данкевич. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебня, кафедра промислово та цивільного будівництва, 2023.

В роботі виконано аналіз проблем, що пов'язані з процесом впровадження ресурсозберігаючих технологій при влаштуванні фасадних систем житлових та громадських будівель і шляхів їх вирішення. Визначено основні переваги та недоліки для найбільш поширених типів фасадних. Наведено шляхи вибору оптимальних технологічних рішень влаштування навісних вентиляованих фасадів. Визначені основні конструкційно-технологічні рішення улаштування навісного вентиляованого фасаду.

Ключові слова: навісні вентиляовані фасадні системи, теплоізоляція, конструктивні та технологічні рішення, техніко-економічне обґрунтування.

Список публікацій магістранта:

1. Данкевич Н.О., Журавська В.С. Техніко-економічна оцінка використання фасадних систем з підвищеними енергозберігаючими властивостями. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 17-20 жовт. 2023р. Запоріжжя, 2023.*



## ABSTRAKT

Zhuravska V.S. Technical and economic evaluation of using facade systems with increased energy-saving properties

Qualifying final work for obtaining a higher education master's degree in specialty 192 Construction and civil engineering, scientific supervisor N.O. Dankevych. Zaporizhzhya National University, Y.M Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Industrial and Civil Engineering, 2023.

The paper analyzes the problems associated with the process of implementing resource-saving technologies in the installation of facade systems of residential and public buildings and ways to solve them. The main advantages and disadvantages of the most common types of facades are determined. Ways to choose the optimal technological solutions for installing hinged ventilated facades are given. The main structural and technological solutions for installing hinged ventilated facades are defined.

Keywords: hinged ventilated facade systems, thermal insulation, structural and technological solutions, feasibility study.

### List of postgraduate publications

1. Данкевич Н.О., Журавська В.С. Техніко-економічна оцінка використання фасадних систем з підвищеними енергозберігаючими властивостями. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 17-20 жовт. 2023р. Запоріжжя, 2023.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ТА СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ТИПІВ СУЧАСНИХ ФАСАДНИХ СИСТЕМ.....	11
1.1 Фасадні системи з повітряним прошарком.....	11
1.1.1 Конструктивні елементи вентилярованих фасадів.....	15
1.1.2 Облицювальні вироби для вентилярованих фасадів.....	23
1.2 Фасадні системи з тонким штукатурним шаром.....	43
1.2.1 Загальні положення.....	43
1.2.2 Системи з жорстким закріпленням утеплювача на стіні.....	47
1.2.3 Особливості системи з рухливими елементами кріплення утеплювача.....	53
1.3 Світлопрозорі фасадні системи.....	55
2 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ УЛАШТУВАННЯ ВЕНТИЛЬОВАНОЇ ФАСАДНОЇ СИСТЕМИ.....	63
2.1 Сфера застосування.....	63
2.2 Організація і технологія будівельного процесу.....	64
2.3 Підготовчі роботи.....	65
2.4 Монтаж фасадної системи.....	68
2.5 Контроль якості та правила приймання робіт.....	82
2.6 Потреба в матеріально-технічних ресурсах.....	86
2.7 Вимоги з техніки безпеки.....	89
2.8 Калькуляція трудових витрат.....	96
3 АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ УЛАШТУВАННЯ СУЧАСНИХ ФАСАДНИХ СИСТЕМ.....	106
3.1 Розрахунок вартості облицювання фасаду будівлі фасадними касетами .....	106
3.2 Розрахунок вартості облицювання фасаду «мокрого типу»...	107
3.3 Техніко-економічне обґрунтування варіантів конструктивних рішень.....	108
ВИСНОВКИ.....	111
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	113

## ВСТУП

*Актуальність теми дослідження:* Протягом останніх десятиліть в Україні більшість будівель побудовано із застосуванням двох видів облаштування багатошарових зовнішніх стін: колодязна цегляна кладка і тришарові зовнішні стінні панелі. Проте і перший, і другий тип конструкції зовнішньої стіни має суттєві недоліки. «Проблемність» колодязної кладки полягає в тому, що в зимовий період в товщі утеплювача накопичується волога. Система тришарових стінних панелей - вітчизняна розробка по утепленню зовнішніх стін, яка виготовляється на заводах ЗБК, також не справляється із завданням теплозбереження. У осінньо-зимовий період побутові пари потрапляють в холодні ділянки конструкції, що неминуче призводить до конденсації вологи в теплоізоляційному шарі (пінополістиролі, пінобетоні або мінеральній ваті). Таким чином проблему «мостів холоду» ні колодязна цегляна кладка, ні тришарові зовнішні стінні панелі не вирішують. Найбільш ефективне альтернативне рішення такої серйозної задачі - застосування сучасних фасадних систем.

В сьогоденній час до огорожувальних конструкцій, зокрема фасадних систем, висувають [10-13] наступні вимоги:

- здатність витримувати значні кліматичні впливи – вітрові, несилові дії сонячної радіації, вітрова ерозія, тощо [10];
- забезпечувати необхідний рівень пожежної безпеки – не підтримувати горіння, не виділяти при нагріванні шкідливих речовин, не втрачати стійкість та міцність [10-13];
- мати довговічність при збільшеній тривалості міжремонтних періодів;
- бути придатними до обслуговування, миття, поточного та періодичного ремонту з метою збереження та покращення архітектурної виразності, естетичної привабливості, тощо [10].

Очікується, що використання зазначених нормативних вимог забезпечить необхідні рівень теплового захисту, термін служби, стабільність параметрів і безпеку експлуатації фасадних систем.

В останні десятиліття у будівельній галузі України в якості зовнішньої теплоізоляції огорожувальних конструкцій житлових і громадських будинків застосовують конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком.

На даний момент ця область є однією з найбільш розвинених і, одночасно, таких, що строго регламентуються і контролюються у будівництві. Регламентуються якісні характеристики, проводиться сертифікація і контролюється застосування як самих систем в цілому, так і їх окремих елементів: кронштейнів, профілів, кляммерів, утеплювача, фінішних матеріалів та інші. Підвищення вимог до теплозахисту будівель, необхідність збільшення терміну збереження експлуатаційних якостей будівельних конструкцій, поліпшення санітарно-гігієнічних властивостей і комфортності приміщень, постійне впровадження у будівельній галузі сучасних технологій і матеріалів і, безумовно, прагнення архітекторів до нових рішень - ось головні причини застосування систем навісних вентиляльованих фасадів. Крім того, експлуатація, відхід, і поточний ремонт таких фасадів (в порівнянні з традиційними варіантами облицювання) простіші і економічні.

Розрізняють дві великі групи фасадних систем: вентиляльовані і невентильовані. Кожна з них має як свої переваги, так і недоліки. Склалися наступні тенденції застосування фасадних систем : для офісних і банківських установ, промислових об'єктів традиційно застосовують вентиляльовані фасадні системи; невентильовані, як правило, використовують для оздоблення житлових будівель, а також реставрації історичних пам'ятників.

Нерідко досі, по-старому, для оздоблення фасадів використовуються недовговічні вапняні склади. В результаті фасади необхідно оновлювати кожні 2-3 роки. Але вже всюди на зміну вапняним складам приходять невентильовані



фасадні системи, відомі як «мокрі» або неконтактні. «Мокрі» фасади дешевші за будь-яку вентилявану систему, оскільки забарвлення або обштукатурювання - один з найекономічніших способів оздоблення фасаду.

Навісні фасадні системи з вентиляваним повітряним проміжком є одним з найбільш ефективних способів утеплення і оздоблення фасадів. Навісний вентиляований фасад(утеплення стіни з облицюванням на віднесенні) є утеплювачем, що знаходиться зовні несучої стіни і захищений від атмосферного впливу на захисну конструкцією. Огороджувальна конструкція, у свою чергу, складається з матеріалів облицювання(плит або листових матеріалів) і підоблицювальної конструкції(фахверка), який кріпиться до стіни таким образом, щоб між облицюванням і утеплювачем залишався повітряний прошарок. Можливо використання такої конструкції і без утеплювача тільки для зміни архітектурного вигляду будівлі[21,28].

Системи утеплення з облицюванням на віднесенні мають дуже високі експлуатаційні властивості, високу стійкість до перепадів температур, агресивному зовнішньому середовищу.

Необхідно відмітити так само, що при монтажі таких конструкцій не використовуються мокрі процеси. Це робить вентилявані фасади просто єдиною технологією, яку можна коректно застосовувати в різні пори року.

Окрім цього вентилявані фасадні системи відповідають усім необхідним функціональним і естетичним вимогам. Вони надійні, довговічні, економічні, До того ж різноманіття облицювальних матеріалів, їх форматів, забарвлень, а також способів монтажу таких фасадів робить їх доречними для будь-яких будівельних споруд і архітектурних стилів.

Якщо говорити про ринок матеріалів для захисних конструкцій, то сегмент НВФ (навісних вентиляваних фасадів з повітряним прошарком) є одним з найбільш перспективних і таких, що динамічне розвиваються. Еволюційний процес заміни старих вітчизняних методик оздоблення фасадів і прихід відносно нових і ефективних прозахідних технологій, на мій погляд, цілком обґрунтований. По-перше - доступність інформації і можливість

переймати досвід більше передових країн в технологіях проектування і будівництва. По-друге - очевидність технологічних і якісних переваг НВФ як для будівельника, так і для кінцевого споживача. По-третє - прагнення будівельника до оптимізації своїх робочих процесів і підвищення якості кінцевого продукту (будівлі). І, по-четверте, - постійне і природне прагнення людини до краси і естетики. Усе це сприяє формуванню якісніших пропозицій з боку постачальників своєму споживачеві і підвищенню попиту на НВФ. І навіть відсутність в Україні будівельних норм і регламентів із застосуванням цих фасадних систем - не перешкода їх росту і популяризації.

**Мета магістерської роботи:** Теоретичне обґрунтуванні сучасних систем навісних вентиляльованих фасадів, які дозволяють ефективно вирішувати завдання енергозбереження, та значно підвищувати архітектурну привабливість будівель.

Для досягнення поставленої мети в роботі поставлені і вирішені **наступні завдання:**

- розглянути та проаналізувати види фасадних систем та визначити їх відмінні та особливості;
- розглянути основні елементи навісної фасадної системи;
- розглянути види систем облицювання «вентиляльованих фасадів»;
- провести порівняльну характеристику облицювальних систем вітчизняного та зарубіжного виробництва;
- розробка технологічних рішень улаштування вентиляльованої фасадної системи;
- аналіз та обґрунтування економічної ефективності улаштування сучасних фасадних систем.

**Об'єктом дослідження** – є конструктивно-технологічні системи навісних вентиляльованих фасадів з повітряним прошарком вітчизняних та зарубіжний виробників.

**Предмет дослідження:** є використання сучасних вентиляційних фасадів для теплоізоляції житлових будинків.

**Методи дослідження** базується на використанні доступних джерел при дослідженні сучасного стану проблеми оздоблення будівель, аналізі та порівнянні витрат ресурсів, визначенні організаційно-технологічних та економічних показників улаштування фасадних систем та порівняльного оцінювання фасадних систем за ознакою раціональності.

**Наукова новизна:** теоретичне обґрунтуванні сучасних систем вентиляційних фасадів з повітряним прошарком для житлових будинків та розвитку науково - методологічних підходів і практичних рекомендацій з формування механізмів щодо її реалізації. Теоретично обґрунтовано науково - методологічний підхід до оцінки доцільності використання систем.

**Практична цінність:** обґрунтовано необхідність застосування сучасних фасадних систем, виявлено конструктивні та технологічні особливості сучасних фасадних систем в розрізі зменшення тривалості варіативного конструктивного та технологічного проектування, а відповідно їх трудомісткості рекомендації щодо формування ефективного комплексу використання облицювальної системи для підвищення теплоізоляційних рішень при будівництві житлових будинків.

**Апробація результатів магістерської роботи.** Основні положення роботи докладалися в 2023 році на III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України», (Запоріжжя, 2023р.) за результатами якої опублікована збірка тез доповідей.

**Структура і об'єм магістерської роботи.** Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, виводів, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 116 сторінок тексту, у тому числі 28 рисунків, 20 таблиць. Список використаних джерел містить 40 найменувань

# 1 АНАЛІЗ ТА СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ТИПІВ СУЧАСНИХ ФАСАДНИХ СИСТЕМ

## 1.1 Фасадні системи з повітряним прошарком

В останні десятиліття у будівельній галузі України в якості зовнішньої теплоізоляції огорожувальних конструкцій житлових і громадських будинків застосовують конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком (в будівельній практиці частіше застосовують назву навісні вентиляльовані фасади (НВФ)). Але у ряді країн (наприклад, в Німеччині, Фінляндії) накопичений вже достатній досвід по їх використанню: в громадських, адміністративних і промислових будівлях, а також при реконструкції будинків масової забудови.

Навісний фасад є конструкцією, що складається з матеріалів облицювання (плит або листових матеріалів) і під облицювальної конструкції, яка, у свою чергу, кріпиться до стіни так, щоб між захисно-декоративним покриттям і стіною залишався повітряний проміжок. Для додаткового утеплення зовнішніх конструкцій між стіною і облицюванням може встановлюватися теплоізоляційний шар - в цьому випадку вентиляційний прошарок вставляється між облицюванням і теплоізоляцією. Зазвичай облицювальні матеріали, під конструкцію і теплоізоляцію виконують різні фірми, хоча вони можуть працювати в тісному контакті один з одним і рекомендувати замовникам матеріали своїх партнерів або навіть закуповувати у них комплектуючі[21,28].

До допоміжних елементів систем вентиляльованих фасадів (рис.1.2) відносяться: стрічки ущільнювачів між панеллю і профілем під облицювальної конструкції, декоративні куточки і вставки для закриття торців і проміжків між

панелями, перфоровані металокаркати для вентиляції системи знизу і вгорі: заклепки, кляммери, гребінки, і тому подібне для кріплення панелей до профілів.



Рисунок 1.1 - Вентильовані фасади (зліва фасадна система фірми ALPOLIC; праворуч – ALCAN)

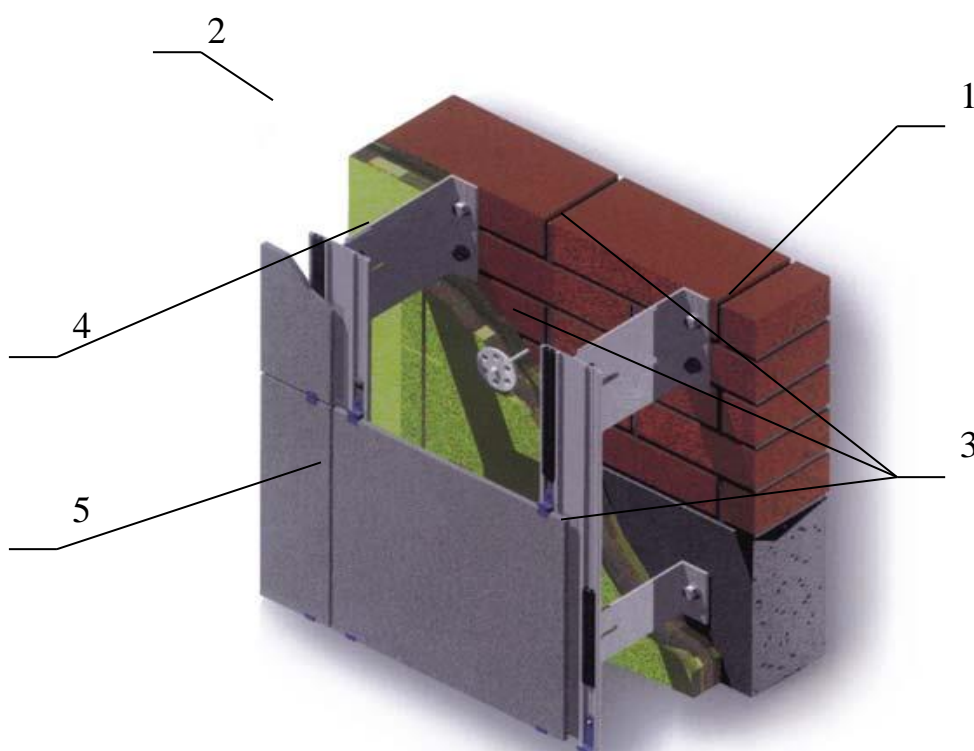


Рисунок 1.2 - Конструкція навісного вентильованого фасаду. 1 – несуча стіна; 2 - теплоізоляційний шар; 3 - під облицювальна конструкція; 4 - повітряний проміжок; 5 - облицювання

Підоблицювальна конструкція може кріпитися як на несучу стіну, так і на самонесучу (в каркасному варіанті), виконану з різних матеріалів(бетон, цегла). Застосовують вентилявані фасади не лише в новому будівництві, але і при реконструкції старих будівель.

Використання навісних конструкцій дозволяє, з одного боку, «одягнути» фасад в сучасні оздоблювальні матеріали, а з іншої - поліпшити теплотехнічні характеристики захисних конструкції, і захистити її від шкідливих атмосферних дій.

Як вже згадувалося вище, у вентиляваному фасаді окремі шари конструкції розташовуються таким чином: несуча стіна, теплоізоляція, повітряний прошарок, захисний екран. Така схема є оптимальною, оскільки шари різних матеріалів розташовуються у міру зменшення показників їх теплопередачі, а опір паропроникненості зростає зовні усередину.

Улаштування додаткової теплоізоляції зовні краще захищає стіну від змінного замерзання і відтавання. Вирівнюються температурні коливання масиву стіни, що перешкоджає появі деформацій, особливо небажаних при великопанельному житловому будівництві. Точка роси зрушується в зовнішній теплоізоляційний шар, внутрішня частина стіни не відволожується, і не потрібно додаткову пароізоляцію[21,29,34].

Іншою перевагою зовнішньої теплоізоляції є збільшення теплоакumuлюючої здатності масиву стіни. Спільне застосування навісного фасаду і теплоізоляційного шару суттєвим чином підвищують звукоізоляційні характеристики захисних конструкції, оскільки фасадні панелі і теплоізоляція мають звукопоглинальні властивості в широкому діапазоні частот(наприклад, звукоізоляція стіни з легкого бетону підвищується в 2 рази при улаштуванні навісного фасаду із застосуванням оздоблювальних панелей).

Наявність повітряного прошарку у вентиляваному фасаді принципово відрізняє його від інших типів фасадів, оскільки завдяки перепаду тиску цей проміжок працює за «принципом дії витяжної труби». Внаслідок чого з захисної конструкції, в довкілля віддаляється атмосферна і внутрішня волога.



Вентильований повітряний прошарок знижує також і тепловтрати, оскільки він практично є температурним буфером. Повітря в нім приблизно на три градуси вище, ніж зовні.

Зовнішній екран з оздоблювальних матеріалів захищає розташований за ним шар теплоізоляції, а також захисну конструкцію, від атмосферних дій. Влітку він виконує функцію сонцезахисного екрану, що відбиває значну частину теплового потоку, що падає на нього.

Завдяки спеціально розробленій схемі монтажу вентильованого фасаду до стіни конструкція має можливість поглинати термічні деформації, що виникають при добових і сезонних перепадах температур. Це дозволяє уникати внутрішньої напруги в матеріалі облицювання і несучої конструкції, що виключає появу тріщин і руйнування облицювання[20,21,28,29].

Можна виділити основні достоїнства вентильованих фасадів:

- широкі можливості по використанню сучасних фасадних оздоблювальних матеріалів;
- висока тепло- і звукоізоляція;
- вентиляція внутрішніх шарів - видалення атмосферної вологи і вологи що утворюється за рахунок дифузії водяної пари зсередини;
- захист стіни і теплоізоляції від атмосферних дій;
- нівеляція термічних деформацій;
- можливість проведення фасадних робіт у будь-яку пору року - виключені «мокрі» процеси;
- відсутність спеціальних вимог до поверхні несучої стіни, - її попереднє вирівнювання, і більше того, сама система дозволяє вирівнювати дефекти і нерівності поверхні, що зробити із застосуванням штукатурних сумішей часто складно і дорого;
- тривалий безремонтний термін (25-50 років залежно від вживаного матеріалу).

З вищевикладеного стає ясно, що вентиляований фасад є сучасним конструктивним рішенням, яке можна застосовувати як для нових, так і таких, що для реконструюються будівлях.

### **1.1.1 Конструктивні елементи вентиляованих фасадів**

Підоблицювальна конструкція складається з кронштейнів, які кріпляться безпосередньо на стіну, і несучі профілі, встановлюються на кронштейни. На несучі профілі, утворюють каркасну систему, за допомогою спеціальних елементів кріплення монтуються плити(листи) облицювання. Утеплювач фіксується на зовнішній поверхні стіни за допомогою дюбелів, спеціальних профілів, і тому подібне[20,24,28].

Основне призначення підоблицювальних конструкцій полягає в тому, щоб надійно закріпити плити облицювання і теплоізоляції до стіни так, щоб між теплоізоляцією і обробною панеллю залишився вентиляційний проміжок. При цьому виключаються клейові і інші «мокрі» процеси, а усі з'єднання здійснюються механічно.

Правильно спроектована підоблицювальна конструкція повинна володіти: достатньою здатністю, що несе, сприймає власну вагу, а також вагу облицювальних матеріалів і утеплювача; антикорозійною стійкістю; необхідною рухливістю вузлів для витримки динамічних(вітер, температурні перепади, і так далі) навантажень; можливістю вирівнювання нерівностей несучої основи; легкістю і високою швидкістю монтажу.

Усі вищеперелічені системи з успіхом застосовуються для вентиляованих фасадів. Але все таки в кожній з них є своя "родзинка" - особлива конструкція тих або інших елементів. Саме це робить систему оптимальною при рішенні конкретних завдань, наприклад: вирівнюванні нерівностей основи, що несе; зменшення негативного впливу «містків

холоду»; забезпечення можливості кріплення дрібнорозмірного облицювання (без суттєвого подорожчання підконструкції); забезпечення надійного кріплення теплоізоляційних плит.

Передусім необхідно відмітити наступне: на жаль, на сьогодні рівень якості будівництва в Україні ще не досяг західних стандартів, і тому при спорудженні вентиляованих фасадів в Україні доводиться стикатися з проблемами, які не знайомі західним виробникам конструкцій (наприклад, значні нерівності стін). Добре відомі дуже значні перепади зимових і літніх температур, властиві для нашої країни. Усе це призводить до того, що західну систему (навіть дуже високого рівня) доводиться пристосовувати до українських умов.

Основні елементи підоблицювальної конструкції. Одними з основних елементів, покликаних забезпечити надійне кріплення підконструкції до несучої основи, являються кронштейни. Залежно від матеріалу самої підоблицювальної конструкції вони можуть бути виконані з різних матеріалів - алюмінію, оцинкованої або нержавіючої сталі.

Кріплення кронштейнів до стіни забезпечують спеціальні анкерні елементи. Тип дюбелів і шурупів, анкерів, їх діаметр, глибина установки підбирається залежно від висмикуючого навантаження і матеріалу стіни, в яку встановлюється цей кріпильний елемент. Кронштейни можуть утворювати необхідну відстань між стіною і облицювальним матеріалом, що дозволяє використати утеплювач необхідної товщини.

Кронштейни повинні витримувати як статичні, так і динамічні навантаження, і забезпечувати можливість установки фахверка на нерівних підставах. Тому найважливішими характеристиками кронштейнів є несуча здатність, і можливість зміни довжини.

Здатність несучих кронштейнів, грає особливу роль при великих виносках фахверка. В цьому випадку або необхідно збільшувати кількість кронштейнів (що дає загальне дорожчання конструкції), або застосовувати кронштейни з більшою несучою здатністю. [21,28].

Для вирівнювання нерівності стіни необхідно мати великий типовий розмірний ряд, або використати кронштейни з широкими межами зміни довжини. Обидва варіанти дозволяють відступати від стіни на відстань до 0,5м. Кронштейни, що мають можливість значно змінювати свою довжину, мають всього три типи розміри, а довжина кожного типу кронштейна плавно регулюється в межах до 13 см, що дозволяє відступати від стіни на будь-яку необхідну відстань. Це дає деякі плюси при виробництві робіт. Як правило при новому будівництві, розрахунок кількості кронштейнів певного типорозміра здійснюється на стадії проекту, виходячи з припущення, що стіни рівні. При здійсненні ж робіт часто з'ясовується, що привезені елементи певних типорозмірів не можуть забезпечити необхідне вирівнювання стін - доводиться до заказувати інші типорозміри, що у результаті призводить до загального дорожчання робіт. При використанні кронштейнів, зі змінюваною в значному діапазоні довжиною, цієї проблеми не виникає.

При аналізі конструктивних особливостей кронштейнів і способів їх кріплення до стіни важливою обставиною є можливість утворення «містків холоду». Для вирішення цієї проблеми застосовують два підходи: принцип «точкового контакту», або скорочення площі зіткнення металу із стіною, і застосування різних теплоізолюючих прокладень. Західні фірми в якості прокладень використовують різні пластики; українські компанії найчастіше застосовують пороніти, що є ефективними теплоізоляторами[21,28,30,32]..

У кожного з підходів є свої достоїнства і недоліки. При точковому кріпленні, в силу конструктивного рішення, теплопровідність нижча, але одночасно знижується і здатність кріплення кронштейнів, що несе, до стіни. При збільшенні площі контакту ситуація міняється на зворотну.

Несуча конструкція(фахверк) складається з антикорозійних профілів(алюмінію, нержавіючої або оцинкованої сталі, легованих сплавів) або антисептимованого дерева. Розроблено велике різноманіття профілів для різних фасадів(Т-подібні, Г-подібні, П-образні, та інші).

Несуча профільна конструкція застосовується трьох типів:

горизонтальна, вертикальна і комбінована(поєднана).

Найгіршою, з точки зору роботи просторової конструкції, являється конструкція з тих, що горизонтальних, що направляють, оскільки профілі в цій системі працюють на вигин і кручення. У конструкції з тих, що вертикальних, що направляють(рис. 1.3) профілі сприймають навантаження на стискування і розтягування (більше сприятливий режим роботи), крім того, така конструкція не перешкоджає вертикальному(основному) повітряному потоку.



Рисунок 1.3 - Підоблицювальна конструкція (EURO FOX).

а) з вертикальними направляючими; б) комбінована система.

Найкращою ж є комбінована конструкція(рис. 1.3), в якій до тіла стіни кріпляться горизонтальні направляючі, а до них - вертикальні, на які лягає навантаження від облицювальних плит. У такій конструкції відбувається перерозподіл навантаження і не створюється перешкоди вертикальному повітряному потоку. Але в той же час комбінована конструкція цього типу досить металоємна і представлена на українському ринку доки тільки зарубіжними виробниками[21,28].

Існує також і поєднана конструкція іншого типу. У ній до несучої стіни, кріпляться вертикальні направляючі, а вже до них - горизонтальні. Така конструкція наслідуює усі мінуси класичної горизонтальної конструкції, тому її застосовують, в основному, для товстостінного облицювання з натурального

каменю, який кріпиться шляхом горизонтальних подовжніх пропилов в тих, що направляють. Горизонтальні ті, що в цьому випадку направляють випробовують, великим рахунком, навантаження на вертикальне поперечне стискування, що дозволяє усій системі добре працювати. Крім того, така конструкція застосовується при використанні невидимого(прихованого) кріплення. В цьому випадку негативний вплив конструкції знижується із-за:

- а) кріплення кожної плитки до двох окремим таким, що горизонтальним, що направляє(що зменшує навантаження на кожну з них);
- б) збільшення віднесення системи від утеплювача, що збільшує ефективний повітряний проміжок.

До несучих профілів, кріпиться облицювання (рис. 1.4). Облицювальні панелі можна досить умовно розділити на три групи: важкі(з натурального каменю), легкі (керамограніт, цементно-волокнисті плити) і різного роду металеві самонесучі вироби. Для кожної групи застосовується свій вид підоблицювальної конструкції. Очевидно, що при використанні важких облицювань потрібно потужнішу, матеріаломістку підконструкцію, яка являється і більш дорогою[30,38]..



Рисунок 1.4 - Варіанти кріплення облицювань: касетний спосіб(система MIRASYSTEM; за допомогою заклепок (система U - kon); за допомогою накладної планки(система U - kon).

Плити теплоізоляційного матеріалу встановлюються між несучими



профілями, і кріпляться безпосередньо до стіни. При недостатньо міцному кріпленні виникає небезпека сповзання плит і освіти між ними щілин – «містків холоду». Для вирішення цієї проблеми в деяких системах передбачено додаткове кріплення теплоізоляційних матеріалів і до підоблицювальної конструкції.

Деталі кріплення. Здійснюють механічне кріплення облицювальних матеріалів до профілів підоблицювальної конструкції, що несуть. Розрізняють видимі і приховані елементи кріплення.

Видиме кріплення простіше, здійснюється кляммерами, шурупами-саморізами або заклепками. Щоб надати усій конструкції єдине колірне рішення, видимі частини кріплення забарвлюють в колір облицювального матеріалу. Провідні виробники кріплення використовують тільки порошкове забарвлення. Елементи кріплення часто поставляють самі фірми, які роблять облицювання, оскільки, наприклад, якщо це саморіз або кляммер, то він має бути кольору облицювання.

Кляммери повинні дозволяти легко робити монтаж облицювання, не дозволяти плиті вібрувати при поривах вітру, забезпечувати надійне кріплення.

Обидва типи кріплення(приховане і видиме) дозволяють досить легко і швидко закріпити елементи облицювання до несучої конструкції. Приховане кріплення вимагає додаткової обробки облицювальних панелей для забезпечення їх кріплення(в першу чергу це відноситься до керамограніту, мінериту), що призводить до подорожчання конструкції вентиляваного фасаду. На це необхідно звертати увагу архітекторів і замовників.

Для того, щоб унеможливити, появу тріщин (при термічних змінах розмірів елементів конструкції) руйнування облицювальних панелей, необхідно забезпечити необхідну рухливість вузлів. Це досягається спеціальними конструктивними прийомами. [21,28].

За переліченими вище вимогами, яким повинна задовольняти підоблицювальна конструкція, видно, що вона є надзвичайно складною і

відповідальною частиною фасаду. Підконструкція не може бути єдиною для усіх типів будівель. Для того, щоб підібрати і розрахувати необхідну номенклатуру виробів, провідні фірми вимагають від замовника надати ряд даних, наприклад: кліматичний район забудови, місцезнаходження, висота і конфігурація будівлі, вид матеріалу несучої стіни, товщина і тип утеплювача, тип облицювання і спосіб її кріплення(видимий, невидимий), і тому подібне

Тільки проаналізувавши усі ці дані і зробивши відповідний розрахунок, можна підібрати номенклатуру виробів що відповідає конкретному фасаду будівлі, і вже після цього скласти калькуляцію(вартість підоблицювальної конструкції). Необхідно особливо підкреслити, що розрахунок конструкцій вентилязованого фасаду під силу тільки професіоналові.

Необхідно також звернути увагу проектувальників на те, що, вирішуючи «одягнути» будівлю у вентиляований фасад, треба відповідально підійти до вибору матеріалу стін, що несуть, особливо стін-заповнень в монолітному житловому будівництві. У будівлях заввишки більше 40м вітрові навантаження близькі, а в критичних точках перевищують власну вагу системи. При недостатньої стіни, що несе здібності, кронштейни доводиться ставити значно частіше і застосовувати дорожчі анкерочні елементи, що призводить до дорожчання підоблицювальної конструкції. Розрахунком можна визначити, що вигідніше застосувати дешевий стінний матеріал, але отримати дорожчання на підоблицювальній конструкції вентилязованого фасаду, або використати якісніший(з точки зору здатності, що несе), хоча і дорожчий матеріал для стін.

Теплоізоляція. Утеплювач який використовується для вентиляваних фасадів, повинен мати наступні властивості: бути довговічним, негорючим, стійким до старіння матеріалом; бути біологічно стійким; мати стабільну форму; монтуватися суцільним шаром, виключаючи виникнення «містків холоду»; мати високі теплоізолюючі характеристики; дозволяти водяним парам і вологі безперешкодно потрапляти в повітряний прошарок,

запобігаючи утворенню і скупченню на конструкціях конденсату, що руйнує їх; бути стійким до вітрового потоку; бути неагресивним до металів[20,29,30].

В якості утеплювача у вентиляльованих фасадах частіше застосовується мінеральна вата, хоча іноді використовують і скляну вату(скловату). І той і інший матеріали є несприятливим середовищем для утворення пліснявих і інших грибків, а також мають високі тепло- і шумопоглинаючі властивості.

При виборі теплоізоляційного матеріалу необхідно звертати увагу на можливість виникнення потужних повітряних потоків у вентиляційному проміжку конструкції, які можуть привести до руйнування верхніх шарів м'якого теплоізоляційного матеріалу. Для захисту утеплювача можна застосовувати вітрозахисну паропроникаючу плівку, використати кашируванні (вже з плівкою) плити утеплювача або застосовувати жорсткі теплоізоляційні плити. Може бути використана і двошарова мінераловатна плита: щільніший шар встановлюється на зовнішній стороні фасадних конструкцій, менш щільний - безпосередньо на стіну, що несе, оскільки м'який шар дозволяє утеплювачу краще прилягати до нерівностей конструкції, що утепляється.

Притиск утеплювача до несучої стіни, здійснюється, як правило, тарілчастими пластиковими дюбелями з щільною підгонкою плит утеплювача один до одного. Тип, параметри і розміри дюбеля визначають розрахунковим шляхом і уточнюють (при необхідності) після проведення пробних випробувань. Окрім випробування на зусилля виривання і зрізу, дюбеля також випробовують на тепло- і морозостійкість.

Як вже відзначалося вище, розроблені системи вентиляційних фасадів з додатковим кріпленням теплоізоляції профілями, що несуть. У таких системах сповзання теплоізоляційних плит і утворення «містків холоду» навіть при недостатньому кріпленні теплоізоляції до стіни стає неможливим[20,25,28].

### 1.1.2 Облицювальні вироби для вентилязованих фасадів

Облицювальні матеріали в конструкції вентилязованого фасаду виконують захисно-декоративну функцію. Вони захищають утеплювач, підоблицювальну конструкцію і стіну будівлі від ушкоджень і атмосферних дій. В той же час облицювальні панелі є зовнішньою оболонкою будівлі, формують його естетичний вигляд, є як би візитною карткою.

Нині існує великий вибір фасадних панелей для облицювання стін будівлі. Окрім зовнішнього вигляду вони відрізняються між собою за матеріалом, розміром, типом кріплення(видиме, невидиме), ціною, і так далі

Матеріали, вживані для виготовлення панелей, можуть бути самі різні, причому цей список постійно поповнюється: метали, композитні матеріали, бетони, фіброцементи(цементно-волокнисті матеріали), керамічний граніт, а також стекла із спеціальним покриттям, ламінати високого тиску, і так далі.

Перелічені вище матеріали використовуються для виробництва наступних видів облицювальних виробів : великорозмірних(висотою з поверх) і дрібнорозмірних панелей, сайдинга(довгих вузьких набірних панелей), профільованих(хвилястих) листів і касет(об'ємних панелей з тонколистових матеріалів).

Захисно-декоративні вироби можуть імітувати традиційні матеріали - камінь, дерево, цеглина, або навпаки, підкреслювати сучасність і незвичність за рахунок застосування металу, кольору, фактури, і тому подібне [21,28].

Облицювальні вироби можуть кріпитися до підоблицювальної конструкції за допомогою прихованих або видимих елементів кріплення. Причому перев'язки між панелями можуть бути вертикальними або горизонтальними.

Велика різноманітність оздоблювальних матеріалів для навісних фасадів дає архітекторові воістину безмежні можливості для вирішення естетичних завдань.

Зупинимося детальніше на найбільш поширених облицювальних матеріалах.

Цементно-волокнисті панелі (що часто називаються також фіброцементними) складаються з цементу(на 80-90%), що армує волокна і мінеральних заповнювачів. На сьогодні в якості фібри окрім азбесту застосовуються також синтетичні волокна, і навіть спеціальні лугостійкі скляні волокна. Дослідження в області створення безазбестових армуючих волокон були пов'язані з боротьбою за заборону застосування асбестосодержащих виробів в Західній Європі у кінці 70-х і початку 80-х років.

Завдяки своєму складу плити практично не горючі і екологічно чисті. Вони морозостійкі, не бояться корозії, гниття, УФ-випромінювання і кислотних дощів. Плити є вологонепроникними, добре ізолюють звук, стійкі до ударів. Фасадні панелі на цементній основі поєднують в собі міцність бетону і багатофункціональність панелей.

Плити можуть бути відшліфовані(або з однієї, або з двох сторін), з наскрізним просоченням, забарвлені акриловою водорозчинною фарбою або йти під фарбування і облицювання на місці. Широке поширення отримали також цементно-волокнисті плити з поверхневим шаром, покритим крихтою з натурального каменю, причому може варіюватися не лише колір(за рахунок породи каменю), але і фракція крихти. Епоксидна смола зв'язує подрібнений камінь з основою. На фіброцементну плиту може наноситися також поліуретанове покриття, яке дає високий захист від ультрафіолетового випромінювання і атмосферної дії.

Плити з різними покриттями можна застосовувати окремо або комбінувати один з одним, домагаючись необхідного ефекту[20,29].

Цементно-волокнисті плити мають стійкість до атмосферних дій, і з технічної точки зору не вимагають ніяких захисних покриттів. Проте колір звичайної цементно-волокнистої плити - натурально-сірий, тому панелі найчастіше фарбують з естетичних міркувань. Фарби і методи фарбування,

призначені для бетонних поверхонь, зазвичай, підходять і для цементно-волокнистих плит.

Нові цементно-волокнисті плити можна фарбувати як до монтажу - плити повністю заґрунтовуються і забарвлюються на заводі, так і після нього - заґрунтованій плиті можна залишити її первинний колір, але рекомендується впродовж 2-х років після монтажу здійснити фарбування.

Найбільш важливим критерієм при виборі фарби для бетонної поверхні служить стійкість фарби до дії лугів. Більшість фарб відповідають цій вимозі. Наприклад, усі латексні фарби стійкі до лугів, а отже підходять для фарбування цементно-волокнистих плит. Фарби алкідю ж не можна використати для роботи з бетонними поверхнями. Також фарба повинна "дихати", пропускати водяну пару.

Для забезпечення хорошої адгезії до раніше не забарвлених поверхонь їх рекомендується покривати акриловими фарбами на основі розчинника.

Силікатні фарби на основі неорганічного силікатного калію в основному добре підходять для бетонних поверхонь, які самі складаються з силікатних з'єднань. Силікатна фарба прекрасно пропускає повітря, і до того ж вона стійка до атмосферних дій. Силікатні фарби завжди матові і водорозбавляються. Плити рекомендується забарвлювати приблизно через півроку після монтажу.

Сфера застосування цементно-волокнистих плит - нові будівлі і споруди, а також об'єкти, що реконструюються. Їх можна використати не лише для облицювання стін, але і для балконів і цоколів[25,29]..

Панелі можуть комплектуватися спеціальними монтажними елементами і аксесуарами : планками для зовнішніх і внутрішніх кутів(пофарбованими в колір плит з алюмінію і оцинкованої сталі), водовідливними листами із спеціальним покриттям, віконними сливами і укосами, а також стрічками-прокладеннями, що закріплюються між плитою і обрешетуванням, захисною фарбою для обробки кромки, і так далі

При виборі плит повинні враховуватися статичні і динамічні навантаження і внутрішня напруга, що виникають в плитах. Необхідно



звертати увагу на той факт, що забарвлена плита вбирає з повітря приблизно половину тієї вологи, яку отримує необлицьована плита за той же відрізок часу. На практиці це означає, що влагорасширення забарвленої плити в два рази менше влагорасширення незабарвленої плити. З цієї причини максимальний дозволений розмір забарвленої плити більший, ніж розмір плити без обробки.

Кріплення плит виконується на кислотостійких цвяхах або гвинтах до дерев'яного або металевого каркаса. Шви герметизуються гумовою стрічкою(чорна або натуральне-біла EPDM- гума) або алюмінієвими планками різного профілю. Крок каркаса, тип кріплення і витрата кріпильних елементів має бути розрахований. У виробників плит зазвичай розроблені спеціальні таблиці, які полегшують розрахунок.

Щоб уникнути проникнення вологи всередину конструкцій, в горизонтальних швах завжди застосовується планка горизонтального шва(водозлив). При установці горизонтальних панелей необхідно залишати проміжок між планкою і плитою, що пролягає нижче, для вільної циркуляції повітря.

Обрізання панелей зазвичай роблять на заводі, але вони можуть бути обрізані і на будмайданчику. Для цього застосовують звичайні деревообробні інструменти з твердосплавним диском. Оскільки при обробці плит виділяється цементний пил, рекомендується використати системи пилезборки і респіратори.

Виробляють цементно-волокнисті плити в різних країнах, найбільш відома в нашій країні продукція фірм «АО Minerit»(Фінляндія - Україна) і «Eternit AG»(рис. 1.5).



Рисунок 1.5 - Фасади, облицьовані цементно-волокнистими плитами  
MINERIT; ETERNIT

Бетонні плити з мармуровим заповнювачем. Бетонні плити виготовляються з мармурової крихти, цементу і фарбувального пігменту. Поверхня має злегка шорстку структуру і покрита спеціальним водовідштовхувальним складом. Плити випускаються різних забарвлень і розмірів - 300/600x100 мм, завтовшки 30 мм. Загальна товщина, включаючи монтажний каркас, - 45 мм. Вага матеріалу з монтажним каркасом орієнтовно 47 кг/м<sup>2</sup>. Виготовляються кутові планки, що відповідають кольору панелей.

Для монтажу панелей застосовується спеціальний каркас(з оцинкованого заліза), на який панелі просто навішуються(рис 1.5), але, незважаючи на простоту монтажу, конструкція стійка до поривів вітру. Облицьовальні панелі відповідають вимогам по вогнестійкості, стійкі до атмосферних дій. Вони можуть застосовуватися як для малоповерхових, так і для висотних житлових і громадських будівель і споруд[25,28].

На будівельному ринку бетонні плити з мармуровим заповнювачем представлені продукцією фірми «MARMOROC» (рис 1.6). Плити «MARMOROC» застосовуються за кордоном з 1970 року, технологія пройшла випробування більш ніж в 20 країнах(запатентована в Швеції).

Полімербетонні панелі виготовляються з поліефірного композиту з основою з подрібненого каменю і двох окремих шарів скловолокна.



Рисунок 1.6 - Бетонні плити MARMOROC

Поверхня панелей може бути гладка різних кольорів(акрилова плівка, армована скловолокном) або покрита природною кам'яною крихтою різних фракцій(рис 1.7).



Рисунок 1.7 - Полімербетонні фасадні панелі з гладкою позвехньою

Завдяки своїй структурі і особливостям виробництва - гарячій обробці, яку вони проходять(160 °С), панелі мають підвищену міцність.

Головне достоїнство цього типу панелей - це те, що плита з полімерного бетону є гомогенним матеріалом, який не лише не пропускає воду, але і пари води, оскільки не має пір. Плити екологічно чисті, не бояться УФ-випромінювання, кислотних дощів, а також добре чинять опір дії багатьох хімічних речовин.

Панелі морозостійкі(число циклів більше 300), зберігають свої властивості навіть при різких коливаннях температури. Вони мають низьку

займистість, не плавляться при пожежі, затримують поширення вогню, практично не утворюють диму, тобто панелі відносяться до групи горючості Г1 і групі займистості В1 і В2. Плити витримують удари і механічні навантаження [28-30].

Широкий вибір кольорів панелей дає проектувальникові практично необмежений вибір, а блискучі панелі з різними малюнками дозволяють проектувати фасади з імітацією під скло.

Монтаж панелей робиться по дерев'яному або металевому каркасу. Для їх кріплення до дерев'яних панелей застосовуються кислототривкі цвяхи, забарвлені під колір панелей. Для металевих прогонів застосовуються нержавіючі гвинти, що самонарізаються, або нержавіючі заклепки. Панелі можуть поставлятися як з отворами для монтажу, так і без отворів.

Шви між полімербетонними панелями і іншими матеріалами мають бути шириною в 5 мм. Шов може бути відкритим або закладатися герметиком. Під відкритий вертикальний шов рекомендується підкладати бляшану стрічку з пластиковим покриттям під колір плит. На горизонтальних швах передбачається краплинний відлив, виконаний із загнутої бляшаної стрічки з пластиковим покриттям. Для закладення швів застосовується еластична маса, призначена для фасадних конструкцій.

Панелі можуть бути закріплені також за допомогою прихованих елементів кріплення. Вага(на м<sup>2</sup>) полімербетонних панелей невелика, що дає можливість застосування полегшених підоблицювальних конструкцій.

Область використання панелей: багатоповерхові житлові будинки, котеджі і особняки, промислові будівлі, цоколі, балкони і лоджії.

Натуральний камінь застосовувався у будівництві у всі часи, і сьогодні, незважаючи на появу нових штучних матеріалів, мода на нього не проходить. Він як і раніше широко застосовується для облицювання будівель(рис. 1.8). А завдяки сучасним методам обробки може використовуватися і для вентильованих фасадів. Тим більше що кріплення на віднесенні(з

вентильованим проміжком між стіною і каменем) з успіхом застосовується вже багатьох років.



Рисунок 1.8 - Натуральний камінь для облицювання фасадів.

Облицювальний камінь грає чималу роль в архітектурній виразності будівлі. Завдяки неповторності колірних відтінків і текстури камінь робить унікальною будь-яку будівлю, навіть побудовану із стандартних елементів.

Вибір порід каменю для облицювально-декоративних робіт, фактури його поверхні і розмірів облицювальних виробів визначається в першу чергу архітектурними завданнями. Багатовіковий досвід архітекторів виявив певні принципи вибору кам'яної породи і її обробки. Ці принципи витікають з архітектоніки споруди, умов роботи матеріалу в різних елементах будівель, умов сприйняття споруди і економічної доцільності[30-34].

Використання природного забарвлення каменю дає можливість створення монохромних і поліхромних архітектурних композицій. Поліхромні композиції з каменю нині зазвичай включають не більше двох-трьох кольорів.

У сучасній архітектурі частіше застосовуються монохромні композиції, де великі нерозчленовані площини облицьовували однаковим за кольором

каменю. Це вимагає строго підходу до підбору облицювальних плит по однорідності кольору і тону.

Велику роль в композиції грає фактурна обробка каменю. Вона збагачує пластику споруди. Викликаючи гру світлотіні. Акцентує окремі елементи композиції.

Найбільш широке застосування в якості декоративно-облицювальних порід, вживаних для зовнішнього облицювання фасадів знайшли мармур, граніт і вапняк.

Для облицювання вентиляованих фасадів, окрім панелей цілком з натурального каменю, застосовуються і багатошарові сендвіч-панелі. Сендвіч-панелі складаються з поверхневого шару каменю 5-7 мм завтовшки, який прикріплюється до армуючого шару - стільникового алюмопластиковому каркаса. Ці полегшені панелі дозволяють істотно понизити навантаження на елементи каркаса, що несуть, будівлі, оскільки їх вага - до 16 кг/м<sup>2</sup>, що складає приблизно 1/3-1/4 вагу гранітних або мармурових плит, використовуваних для тієї ж мети.

Керамічний граніт також називають кам'яна плитка з штучного каменю. Відмінності керамічного граніту від керамічної плитки обумовлені технологією виготовлення цього матеріалу. На відміну від керамічних плиток керамічний граніт має більш високі показники зносостійкості, опору механічним і кліматичним діям, морозостійкості, стійкості до ультрафіолетового випромінювання.

Керамічний граніт має надзвичайно низьке водопоглинання(близько 0.05%), що пояснюється щільною структурою матеріалу, і відповідно забезпечує гарантовану морозостійкість.

Матеріал не реагує на дію кислот і лугів, навіть в концентрованому виді(за винятком плавикової кислоти і похідних)[25].

Ще однією важливою характеристикою керамічного граніту є його найвища механічна міцність, яка дозволяє використати його в складних



умовах(ударне або вітрове навантаження, внутрішня напруга, викликана перепадами температур, і так далі).

Керамічний граніт перешкоджає поширенню вогню.

І, нарешті, окремою характеристикою керамограніта є його чудова естетична якість, що дає нескінченні можливості для підбору колірних рішень і широкий спектр різноманітних форматів(рис 1.9).



Рисунок 1.9 - Фасади, облицьовані керамогранітними плитками  
GRANITI FIANDRE; MIRAGE

В порівнянні з природним матеріалом, основним конкурентом керамограніта в облицюванні вентиляованих фасадів, у нього є ще декілька переваг. Передусім, це менша вага. Товщина керамограніта складає всього 10-12 мм, тоді як товщина кам'яних плиток зазвичай в 3-4 рази більше.

Можливі 4 способи обробки поверхні керамограніта: полірований, атласний, напівполірований і неполірований. Постійно удосконалюється особлива декоративна техніка обробки поверхні, з метою отримання малюнків і текстур, що задовольняють вимогам і фантазії архітекторів і проектувальників.

У системі вентиляованого фасаду можливо як приховане, так і видиме кріплення керамогранітних плит(рис. 1.10).

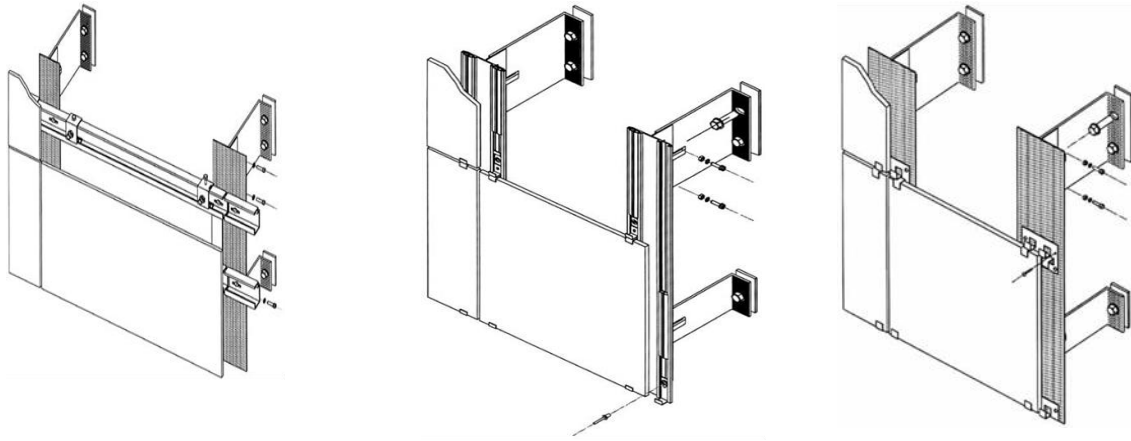


Рисунок 1.10 - Конструктивні схеми монтажу керамогранітних плиток скрите кріплення; видимо кріпленні

Типи кріплення можуть бути наступні(рис. 1.11) :

- приховане механічне кріплення;
- приховане комбіноване кріплення(механічне/клейове);
- приховане кріплення з приклеюванням плит на профілі;
- приховані точки кріплення(штифтами) для плит завтовшки 2-3 см;
- видиме кріплення.

При прихованому механічному кріпленні плити зазвичай підвішуються на алюмінієвому каркасі в чотирьох кріпильних точках. Анкерний отвір всвердлиться в точках кріплення з тильного боку плити, потім в отвір вставляється гвинтовий анкерний дюбель. Далі алюмінієвий кронштейн кріпиться клямкою або болтом з нержавіючої сталі. Плити зазвичай поставляються просвердленими.

Переваги цього типу кріплення наступні: плити можна замінювати або знімати для перевірки; немає обмежень по висоті будівлі; високий рівень надійності, оскільки кожна плита кріпиться 4 гвинтовими анкерними дюбелями з болтами [28-30].

Застосовуючи приховане механічне кріплення плит з керамічного граніту, необхідно враховувати також наступні моменти: цей спосіб дає менше гнучкості в плануванні сполучення плит в порівнянні з іншими типами кріплення(рекомендується виконувати планування просвердлених плит

заздалегідь); необхідно ретельно розпланувати період виконання робіт по монтажу у зв'язку із спеціальною підготовкою плит(отворів) і точністю, потрібною при їх монтажі і підгонці.

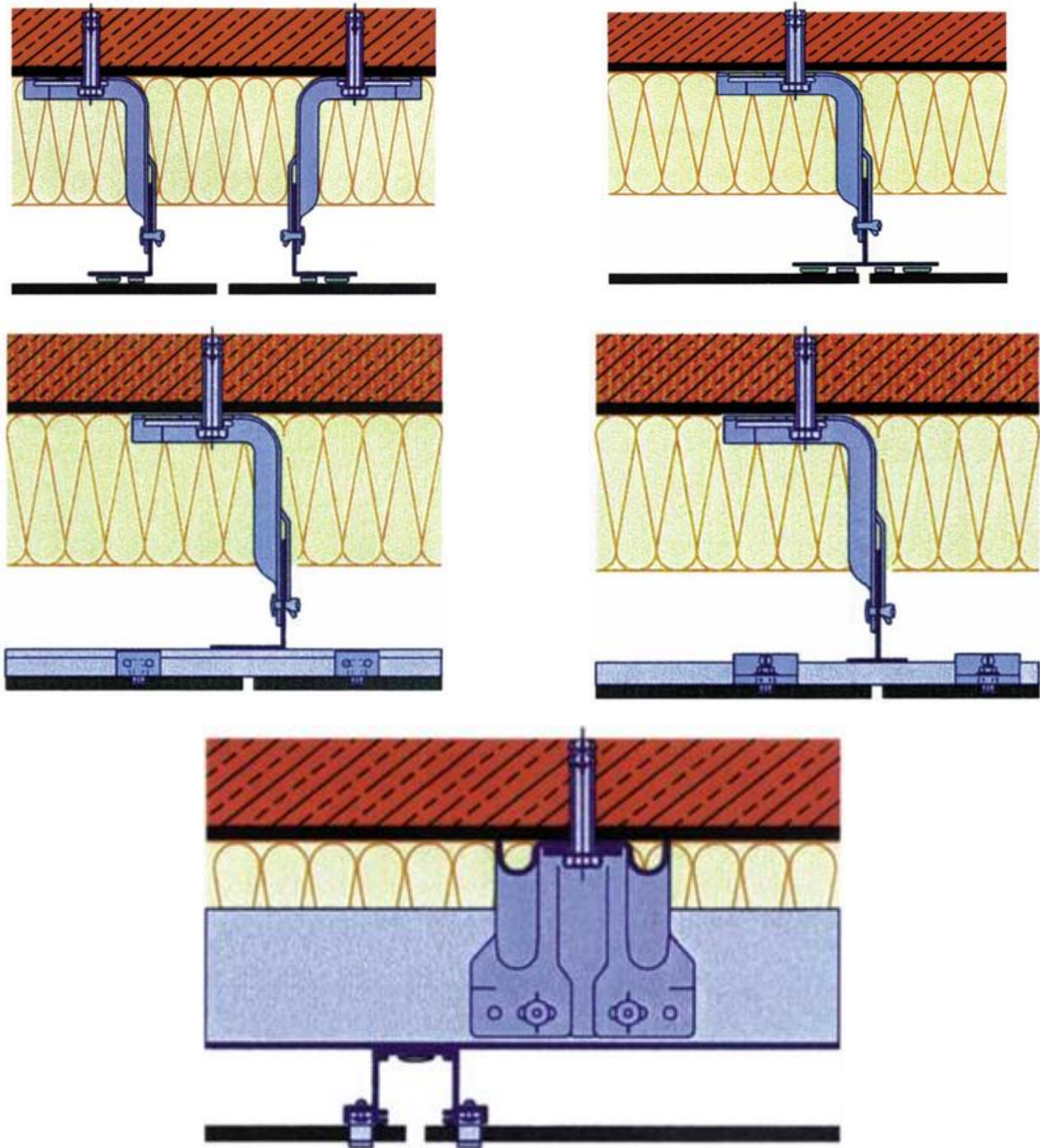


Рисунок 1.11 -- Різних систем підвіски плит з керамічного граніту(система EURO FOX). а), б) - приховане кріплення - клейова система; в), г) - приховане кріплення - механічна система; д) - видиме кріплення - механічна система

При прихованому комбінованому кріпленні(механічне/клейове) кожна плита кріпиться до горизонтальних профілів спеціальним клеєм і додатковим

механічним кріпленням в 2 точках(такого ж типу, як і в механічній системі). Плити зазвичай поставляються просвердленими.

Переваги цього типу кріплення плити можна замінювати або знімати для перевірки; скорочення витрат завдяки зменшенню числа отворів; немає обмежень по висоті будівлі; високий рівень надійності; час підготовки плит набагато менший, ніж в механічній системі кріплення.

Необхідно враховувати також наступні моменти: витрати підвищуються у міру зменшення розмірів плит, менше гнучкості в плануванні сполучення плит в порівнянні з іншими типами кріплення(рекомендується робити отвори в плитах задалегідь), ретельніша підгонка плит виконується дещо складніше.

При прихованому кріпленні з приклеюванням на профілі плити кріпляться до вертикального профілю, що несе, спеціальним клеєм. Горизонтальні профілі не потрібно.

Переваги цього типу кріплення : плити можна замінювати або знімати для перевірки; значне скорочення витрат як на підконструкцію(яка не містить горизонтальних профілів), так і на кріплення плит; значне скорочення часу на підготовку і монтаж - плити можна різати і остаточно обробляти на будмайданчику; немає обмежень по висоті будівлі; відносно недороге рішення, навіть при розмірі плит менш 600х600 мм.

Необхідно враховувати також наступні моменти: плити не можна буде перевірити, неможливо підігнати після схоплювання клею, а для того, щоб замінити їх, плити доведеться розбити[28,31-33].

При прихованому кріпленні на штифтах(для плит завтовшки 20-30 мм) свердляться 4 отвори(без підрізування) в горизонтальних ребрах. Плити фіксуються вертикальними шпильками або штифтами, задалегідь прикріпленими до стіни. Плити зазвичай поставляються задалегідь просвердленими, хоча можна їх просвердити і безпосередньо на будмайданчику. Вертикальні і горизонтальні профілі не потрібно. Шпильки(верхні/нижні) розміщуються на регульованих кронштейнах, прикріплених безпосередньо до стіни за допомогою гвинтових дюбелів.

Переваги цього типу кріплення : надзвичайно простий монтаж; не потрібно кріпильні профілі; скорочення витрат на монтаж і кріплення плит; немає обмежень по висоті будівлі.

Необхідно враховувати також наступні моменти: система дещо важча, ніж в інших випадках; можна використати теплоізоляційний шар не більше 100 мм; менше можливостей для підгонки системи. Для того, щоб замінити або зняти плити, необхідно розбити, щонайменше, одну з них.

При видимому кріпленні плити з керамічного граніту кріпляться на алюмінієвому каркасі за допомогою затисків(клипсов, кляммерів), які залишаються видимими. Ці затиски виконуються з легованих, нержавіючих і жароміцних сталей або алюмінію. Ніяких підготовчих робіт на плитах не проводяться. Як правило, точки кріплення розташовуються поблизу кутів. Для поліпшення естетичного виду можуть поставлятися анодовані затиски, забарвлені в колір використовуваного керамічного граніту.

Переваги системи видимого монтажу : зниження витрат, оскільки не потрібно підготовчі роботи на плиті; максимальна гнучкість будівництва - плити можна різати з подальшою підгонкою і обробкою безпосередньо на будмайданчику; відносно недороге рішення навіть при розмірі плит менш 600х600 мм; конструкції можна знімати для перевірки і замінювати.

У числі виробників керамічного граніту, окрім Італії, сьогодні можна побачити фірми Словаччини(«KERKO»), Іспанії, Німеччини, Португалії, Польщі, Чехії, Туреччини, Ірану та ін. країн.

Ламіновані панелі. Композитні панелі, що ламінують, представлені під торговою маркою DUVILS - MAX - виробник фірма «ДЮВИЛС»(рис. 1.12).

Обидва типи панелей можуть застосовуватися для житлових, офісних і промислових будівель, спортивних споруд. Їх використовують як для облицювання фасадів, так і для балконів, парапетів, воріт, дверей і інших архітектурних елементів. Вироби легко комбінуються з різними будівельними і обробними матеріалами: деревиною, алюмінієм, склом, металом, створюючи

таким чином цікаві дизайнерські рішення. Цьому сприяє і багата колірна палітра панелей.



Рисунок 1.12 - Облицювання фасадів панелями MAX

Поверхня виробу має спеціальний захист від ультрафіолету, може бути забарвлена в різні кольори: від пастельних тонів до вогняно-червоних, темно-коричневих, а також в кольори «металік». Поставляються ці матеріали в захисній плівці.

Панелі не потребують спеціального догляду. Якщо необхідно очистити панелі від бруду, то рекомендується це зробити за допомогою теплої води, губки і господарського мила.

Панелі легко обробляються, їх можна розрізати і свердлити точно так, як і плити з деревини і ДВП. Для цієї мети використовуються столярні інструменти з насадками з міцного металу. Розпилювання можна робити за допомогою фіксованої циркулярної пили, або ручної циркулярної пили, якщо необхідно зробити декілька розпилювань в процесі монтажу[31-33]..

При монтажі панелей необхідно звертати увагу на те, що вони змінюють свої розміри залежно від відносної вологості навколишнього повітря. Причому, зміна розмірів в подовжньому напрямі приблизна наполовину менше, ніж в

поперечному. Металеві елементи підконструкції також схильні до розширення і стискування, але вже під впливом перепадів температур.

Коливання розмірів підконструкції і плит облицювання відбуваються незалежно. Тому при монтажі системи необхідно забезпечити достатній люфт. Для цього панелі монтуються на фіксовані і плаваючі точки кріплення. Для облаштування плаваючої точки діаметр розсвердлюваного отвору кріплення має бути більше діаметру кріплення настільки, щоб воно не перешкоджало можливій зміні розмірів облицювальних панелей. Фіксовані точки служать для рівномірного розподілу змін розмірів. Діаметр отвору такий же, як і діаметр кріплення.

Кріплення плит до підоблицювальної конструкції може бути видиме і приховане. Для видимого кріплення застосовуються монтажні болти з нержавіючих матеріалів і спеціальні клепокві елементи. Для прихованого кріплення використовують заднекрючні дюбелі або заднекрючні клепокві стержні(для панелей завтовшки більше 8 мм). Альтернативним варіантом прихованого кріплення панелей на дюбелях є клейове з'єднання фасадних панелей с допомогою спеціально розробленої для цієї мети системи фірми «SIKA-Plastiment» - SIKA Tack Panel. Ця система розрахована на дерев'яну або алюмінієву підоблицювальну конструкцію.

Скляні облицювальні вироби. Для вентиляованих фасадів застосовуються декілька типів скляних облицювальних виробів.

Забарвлене непрозоре скло, вживане для вентиляованих фасадів(рис. 1.13), виготовляється за особливою технологією. Спеціальна водорозчинна фарба, так звана склоемаль, наноситься на скло, підсушується, і потім скло вирушає в піч. Завдяки сучасним технологіям можливо отримувати скло не лише різних кольорів(практично увесь спектр RAL), але і з термостійкістю і характером руйнування, як у загартованого(безпечного) скла.



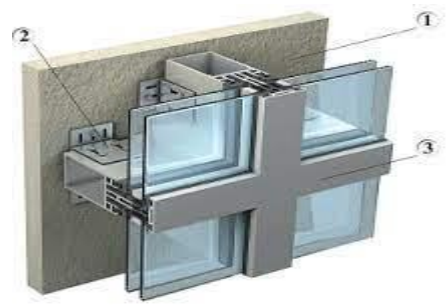


Рисунок 1.13 - Вентильований фасад, облицьований непрозорим фарбованим склом

Подібне скло, окрім практично будь-якого кольору, може мати також малюнок, що імітує натуральний камінь. Покриття може наноситися як на звичайне прозоре скло, так і на інші базове скло - дзеркальні, тоновані. Це буває необхідно, якщо архітектор прагне вирішити увесь скляний фасад в єдиному стилі. В цьому випадку він може використати скло одного типу для світлопропускаючих отворів і глухих частин фасаду. Для непрозорих забарвленого скла, що встановлюються, наприклад, в зоні перекриття, підбирається тон, що гармоніюють із склом в прозорій частині.

Інший тип скляних виробів для вентильованих фасадів - армоване скло ( $\delta = 6$  мм), заґрунтоване і забарвлене у будь-який колір за шкалою RAL.

Металеві облицьовальні покриття будівель - це, передусім, добре всім знайомі профільовані листи, сайдинг, а також металеві касети, облицьовальні панелі і інші елементи (рис 1.14). Для підвищення жорсткості металевих листів вони піддаються профілізації, тобто наданню хвилеподібної форми. Профільовані або, як їх ще називають, гофровані (хвилясті) листи, профнастил роблять з оцинкованої сталі як з полімерним покриттям, так і без нього. Хвилі на листах можуть бути високими і низькими і мати різну форму (рис. 1.15).

Профільовані листи розрізняються: за формою і висоті гофри; по ширині готового профілю; за умовами застосування [21,28,38].





Рисунок 1.14 - Металеві облицювальні покриття.

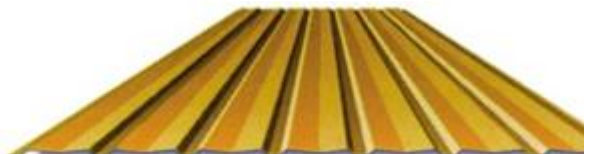
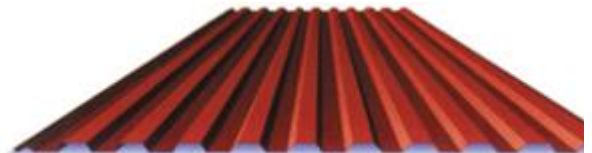
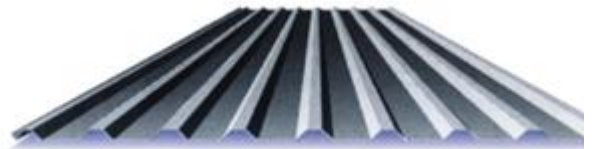
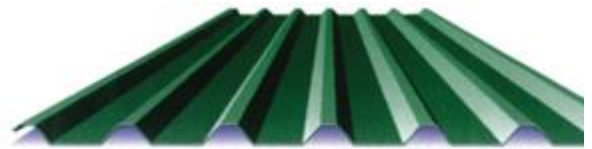


Рисунок 1.15 - Облицювальні вироби MIRAWALL фірми OTEFAL

Профільовані листи монтуються за допомогою сталевих вінтов-саморізів того ж кольору, що і сама панель. Розроблені також стінні облицювальні листи із спеціальним невидимим кріпленням.

Різновидом профільованих листів є різні поперечногнуті і арочні профілі. Вони значно розширюють можливості архітекторів, дозволяють

створювати криволінійні вироби для оформлення кутів стін, карнизів і ковзанів дахів.

Фасадні об'ємні металеві панелі, так звані касети, є металевою конструкцією із загнутими з чотирьох сторін листами (рис. 1.16).

Колір, фактура, поверхні касет можуть бути самими різними. Можна домагатися різних ефектів, поєднуючи на фасаді касети різних кольорів, фактур, використовуючи різні способи навішування касет.

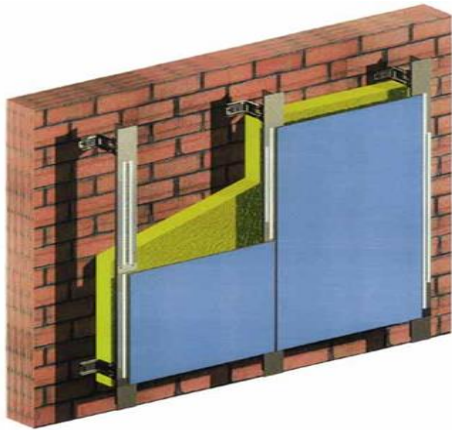


Рисунок 1.16 - Профільовані (хвилясті) листи. RANNILA та фасад, фанерований металевим (сталевим) сайдингом ALCOA

Для виготовлення металевих касет підходять будь-які тонкокатанні металеві листи, як з покриттям, так і без нього, а також листи з композитного матеріалу. Форма і розміри касет визначаються для кожного конкретного проекту і під індивідуальне замовлення виготовляються на заводі. Стандартні розміри касет мають вигідніші ціни. У касетах в заводських умовах виконуються отвори для видалення конденсату. У конструкціях кріплення касет до підоблицювальної конструкції враховано термічне розширення в горизонтальному і вертикальному напрямках. Для цього отвору під гвинтове з'єднання виконуються більшого розміру, а з'єднання верхнього і нижнього краю касет робляться рухливими.

Для того, щоб замовити касети під конкретний об'єкт, необхідно, передусім, розробити проєкт, в якому було б враховано, як виконуватиметься монтаж. Зазвичай приймається схема «ліворуч-направо» і «знизу-вгору». Схема складання складається на основі фасадів, що розробляються архітектором, шляхом нумерації касет. Розрахунки повинні відповідати архітектурному проєкту, який, у свою чергу, необхідно доповнити вузлами стикування касет(швів), розрахованими в горизонтальних і вертикальних напрямках, а також деталізованими вузлами стикування касет з віконними і дверними блоками. Спосіб закріплення касет на підоблицювальну конструкцію вибирається залежно від вітрового навантаження і розмірів касет.

При виборі кріплення необхідно особливу увагу приділити запобіганню утворенню гальванічних пар матеріалів, що стикуються. Як правило, для гвинтів кріплення рекомендується застосовувати нержавіючу сталь.

При виборі товщини матеріалу касети необхідно не лише керуватися рекомендаціями виробника, заснованими на розмірах касет, але і враховувати можливі механічні ушкоджуючі навантаження. Необхідно відмітити, що при посиленні цих навантажень може бути збільшена або товщина металу, або забезпечені додаткові опори під касету.

Найбільш відомі фірми-виробники металевих касет, продукція яких представлена на російському ринку, це - GASELL PROFIL AB(Швеція) і RANNILA(Фінляндія).

## 1.2 Фасадні системи з тонким штукатурним шаром

### 1.2.1 Загальні положення

Системи зовнішньої теплоізоляції «мокрого» типу (рис 1.17) з'явилися в порівняно недавно. Але у світі накопичений вже багатий досвід по застосуванню цієї технології. До переваг систем зовнішньої теплоізоляції можна віднести [18,21,28,29]:

- Забезпечення необхідного опору теплопередачі для усіх типів конструкцій, що захищають.
- Можливість застосування легких конструкцій, що захищають, без втрати теплостійкості. Використання легких конструкцій, що захищають, суттєво знижує витрати на роботи по зведенню фундаментів.
- Збільшення корисної площі внутрішніх приміщень будівлі. Застосування легких конструкцій, що захищають, дозволяє при одній і тій же площі плями забудови отримати велику корисну площу, що істотно впливає на економічну доцільність застосування цієї системи.
- Волога, що сконденсувалася усередині системи зовнішньої теплоізоляції, швидко випаровується, не викликаючи перезволоження конструкції.
- Можливість акумулювати тепло в конструкції (ізотерма  $0^{\circ}\text{Zi}$  знаходиться усередині теплоізоляційного матеріалу), що захищає.
- Відсутність температурних деформацій стіни, що несе. Усі різкі коливання зовнішньої температури сприймаються утеплювачем.
- Перешкода до руйнування бетону і корозії сталевих арматур при виконанні стін, що несуть, з бетону. До бетону практично немає доступу  $\text{CO}_2$ , води і інших агресивних речовин і газів.
- Відсутність «висолів» на фасадах.

- У панельному житловому будівництві вирішується проблема захисту міжпанельних швів.
- Значно підвищується звукоізоляція зовнішніх стін.
- Можливість застосування як на тих, що знову будуються, так і на будівлях, що реконструюються.

Як і кожна технологія або конструкція, система, що розглядається нами, має деякі обмеження. Передусім - сезонність виконання робіт, оскільки ця технологія припускає наявність мокрих процесів, які можуть проводитися тільки в теплу погоду (до  $+5^{\circ}\text{C}$ ). Можливе виконання частини робіт (приклеювання утеплювача, дюбелирование і армування) в зимовий період з використанням теплових завіс. Проте остаточну обробку, в усіх випадках, здійснюють в теплу пору року.



Рисунок 1.17 - Системи теплоізоляції «мокрого» типу

Що ж є система зовнішнього утеплення «мокрого» типу? Саме поняття «система» говорить про неоднорідність і складну взаємодію елементів, що входять в неї. Можна виділити три основні шари системи (рис. 1.18) :

- теплоізоляційний - плити з теплоізоляційного матеріалу з низьким коефіцієнтом теплопровідності (наприклад, мінераловатні або з пінополістиролу);
- армований - шар із спеціального мінерального клейового складу, армованого стійкою до лугу сіткою;

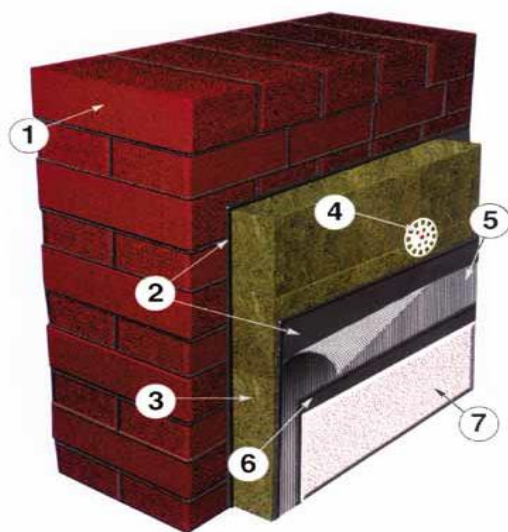


- захисно-декоративний - ґрунтовка і декоративна штукатурка(мінеральна або полімерна); можливе забарвлення спеціальними 'дихаючими' фарбами, можуть також використовуватися облицювальні матеріали(наприклад, клінкерна плитка).

Кожен шар виконує в системі свою функцію. Теплоізоляційний матеріал забезпечує утеплення конструкції, що захищає, його товщина визначається теплотехнічним розрахунком, а тип матеріалу - протипожежними вимогами.

Армований шар потрібний для забезпечення адгезії захисно-декоративного шару до поверхні теплоізоляційної плити[28,38].

Захисно-декоративний шар виконує дві функції: захищає теплоізоляційний матеріал від зовнішніх несприятливих дій(ультрафіолетового випромінювання, опадів, і тому подібне), а також надає фасаду естетичному зовнішньому вигляду.



- 1 – захисна конструкція(основа;
- 2 - клейовий склад для приклеювання утеплювача до основи і армуюча склосетки до утеплювача;
- 3 - плитковий утеплювач;
- 4 - дюбелі;
- 5 - армуюча склосітка;
- 6 - вирівнюючий шар;
- 7 - декоративно-штукатурний шар.

Рисунок 1.18 - Система зовнішнього утеплення «мокрого» типу.

У системі застосовуються також доборні елементи, що забезпечують : посилення рогів будівлі, віконних і дверних укосів; примикання системи до покрівлі, віконних і дверних блоків; примикання до цоколя будівлі; захист конструктивних деформаційних швів будівлі, і так далі. Вибір матеріалу доборні елементів залежить від їх хімічної сумісності з іншими матеріалами системи.

Застосування системи зовнішньої теплоізоляції «мокрого» типу дозволяє істотним чином підвищити тепло- і звукоізоляцію конструкції, що захищає. Для надійної і довготривалої служби системи необхідно, щоб вона проектувалася з урахуванням дифузії водяної пари, його конденсації і волопереноса. Система повинна мати необхідну хімічну стійкість. Важливим чинником безпроблемного функціонування є міцність і надійність основи конструкції, що захищає, на яку монтується система.

Багатошарові системи теплоізоляції «мокрого» типу з ефективними утеплювачами з мінераловатних плит або пінополістиролу без зусиль дозволяють досягти необхідного значення приведенного термічного опору теплопередачі  $R_{отр}$  конструкцій, що захищають. При цьому сама конструкція, що захищає, може мати товщину, яка розраховується тільки з умови достатньої здатності, що несе. Відмітимо також, що легкі конструкції, що захищають, як відомо, мають низький коефіцієнт теплоусвоєння матеріалу стіни, що несе. Проте це в достатній мірі компенсується високим термічним опором теплоізоляційного матеріалу.

Окрім основного призначення - утеплення конструкції, що захищає, система «мокрого» типу істотним чином збільшує і звукоізолюючі властивості зовнішньої стіни[28,38].

Система «мокрого» типу є класичним прикладом двошарової акустичної конструкції, де обидві оболонки конструкції при збудженні звуку коливаються незалежно одна від одної і пов'язані між собою лише повітряним прошарком або ізоляційними матеріалами незначної жорсткості.

В якості утеплювача можуть застосовуватися як негорючі матеріали(мінеральна вата), так і пальні(з деякими обмеженнями).

У багатошарових конструкціях зазвичай застосовуються матеріали, які суттєво розрізняються по паропроницаемості і водопоглинанню. Для таких конструкцій(разом з розрахунками приведенного термічного опору і теплостійкості) виключно важливим є питання волопереноса, який необхідно розглядати в зимових і літніх умовах.

Правильно спроектована система «мокрого» типу повинна задовольняти двом критеріям:

1. Накопичувана кількість вологи не повинна призводити до перезволоження конструкції, що захищає;
2. Кількість вологи, що випаровується з конструкції, що захищає, в літній період, повинна перевищувати кількість вологи, що накопичується в зимовий період.

Усі ці елементи мають бути захищені спеціальними антикорозійними складами(грунтовками або фарбами). Усі неметалічні елементи системи(наприклад, полімерні гільзи дюбелів, армуючі сітки) повинні мати необхідну лугостійкість.

Довговічність зазвичай підтверджується випробуваннями в кліматичній камері, де зразок системи піддається циклічній дії низьких і високих температур при різних значеннях відносної вологості. При цьому періодично зразок опромінюється ультрафіолетовими і інфрачервоними лампами. По кількості циклів, яку зразок витримав без видимих ушкоджень, орієнтовно оцінюється довговічність. Очевидно, що остаточно про довговічність тієї або іншої системи теплоізоляції можна судити тільки після тривалої практичної експлуатації.

### **1.2.2 Системи з жорстким закріпленням утеплювача на стіні**

Розглянемо системи, в яких утеплювач жорстко закріплюється на поверхні стіни за допомогою високоадгезійного склеювального складу і(чи) механічного кріплення[28,29]. .

Основними шарами системи є: утеплювач, армований шар і оздоблювальне покриття.



До систем теплоізоляції з жорстким закріпленням на стіні пред'являються особливі вимоги.

Розглянемо критерії вибору замовником системи теплоізоляції. Повторимо ще раз, що під системою ми спочатку маємо на увазі погоджений за параметрами комплект якісних матеріалів одного постачальника, що має діюче технічне свідоцтво Держбуду, і інші обов'язкові документи. А також, що дозволяє вирішити завдання по утепленню конкретного фасаду. Спробуємо розташувати ці критерії по мірі важливості :

1) Наявність успішно змонтованих і експлуатованих систем теплоізоляції на будівлях аналогічного класу.

2) Комплектність системи з урахуванням правильно вказаних витрат матеріалів на одиницю площі.

3) Наявність технічної документації на систему, альбому технічних рішень по примиканнях системи до елементів фасаду, детальних інструкцій по монтажу.

4) Ціни з розрахунку на один квадратний метр поверхні фасаду, з урахуванням повної комплектації системи.

5) Терміни і умови постачань матеріалів, що входять в комплект системи(графік постачань)

6) Власна вага пропонованої системи(цей пункт особливо важливий для будівель підвищеної поверховості).

7) Надання постачальником вибору фактур і видів штукатурок, а також їх тонування в об'ємі.

8) Інжинірингове обслуговування(навчання, шеф-монтаж, технічний нагляд).

9) Видача гарантій на систему не менше 5-10 років.

В процесі експлуатації система «мокрого» типу може піддаватися різним кліматичним і механічним діям як природного, так і штучного походження, внаслідок чого може бути порушена цілісність системи. Будь-який виробник

повинен інформувати покупців не лише про технологію монтажу системи, але і давати консультації з питань ремонту і експлуатації системи.

На сьогодні найбільш відомі західні системи: «ALLIGATOR»(Німеччина), "ALSECCO"(Німеччина), «CAPATECT»(Німеччина), «CERESIT»(Німеччина), «DRYVIT SYSTEMS»(США), «ISPO»(Німеччина), «SENERGY»(США), «TEX-COLOR»(Німеччина) та інші.

Для улаштування зовнішньої теплоізоляції застосовують плитковий утеплювач, основні показники якого(щільність, вологиопоглинання, теплопровідність, міцність на стискування, горючість) визначаються необхідним опором теплопередачі, фактичним станом зовнішніх конструкцій, що захищають, необхідною довговічністю фасаду, класом функціональної пожежної небезпеки і іншими чинниками.

В якості утеплювача, як правило, використовуються мінераловатні плити з базальтового волокна або пінополістирольні плити.

Використання як утеплювач мінераловатні базальтових плит допускається при роботі з усіма типами будівель. Для систем утеплення використовують плити з високою щільністю. Можна використати і двошарові плити - з підвищеною щільністю зовнішнього шару і зниженою щільністю внутрішнього. Застосовуються також плити з поперечними спрямованими волокнами(так звані ламельні). Їх основна перевага - низька об'ємна щільність( $\gamma=94 \text{ кг/м}^3$ ), що значно знижує навантаження на стіни і фундаменти.

Використання пінополістиролу має ряд обмежень, пов'язаних з вимогами пожежної безпеки. Дозволяється використати полістиролові плити на фасадах з обрамленням віконних і дверних отворів і міжповерхових розтинів з мінераловатних плит. Але навіть при змішаному варіанті використання пінополістирольних плит, як ми вже писали вище, допускається тільки після проходження натурних вогневих випробувань, після чого для кожної конкретної системи нормується сфера застосування по поверховості і класам функціональною пожежною безпеки будівель[28].

Одним з найважливіших моментів, що визначають якість усієї системи, є підготовка фасаду під утеплення. Поверхня стіни, що не має обробних покриттів, має бути ретельно промита водою за допомогою агрегатів високого тиску і просушена. Стара штукатурка має бути перевірена, нерівності і перепади більше 1 см має бути усунений, а тріщини зашпаклювали. Обробні покриття мають бути досліджені на сумісність із склеювальним складом утеплювача.

Фіксація утеплювача на стіну робиться, як правило, комбінованим способом - наклейкою і механічним кріпленням. Необхідність наклеювання обумовлена двома чинниками: по-перше, зафіксувати плити перед виконанням механічного кріплення(монтажне кріплення); і по-друге, унеможливити рух холодного повітря під плитами, оскільки основна вимога до будь-якої теплоізоляційної системи - це її замкнутість. Часто клей наносять на плиту тільки по периметру, залишаючи в середині так звану повітряну лінзу. Утеплювач наклеюють з перев'язками по методу цегляної кладки.

Механічне кріплення плит утеплювача до поверхні стіни здійснюється за допомогою спеціальних дюбелів.

До облаштування армованого нижнього шару штукатурки приступають після затвердіння склеювального складу, фіксувального положення утеплювача, і досягнення міцного зчеплення його з основою, але не раніше, ніж через 24 години після наклейки. На утеплювач наноситься клейовий склад, в який втапливається арматурна сітка. Далі здійснюється механічне кріплення утеплювача, після чого наноситься другий шар розчину. В процесі нанесення стежать, щоб капелюшки(голівки) дюбелів були приховані. Товщина першого штукатурного шару має бути 3-5 мм, а другого - 4 мм.

В якості арматурної сітки, найчастіше, застосовують скляну сітку оброблену спеціальним лугостійким складом. Склосітка з осередком 5x5 мм і масою від 150-200 г/м<sup>2</sup>(залежно від проекту) застосовується для захисту утеплювача на більшій частині поверхні будівлі[21,28].

Спеціальна панцирна сітка має підвищену жорсткість, її маса складає 400-700 г/ м<sup>2</sup>. Вона призначена для армування поверхонь, пошкоджених механічною дією. Відповідно до проекту, в якості армуючого шару може застосовуватися металева сітка полегшеного профілю(масою не більше 2.5 кг/м<sup>2</sup>). Металеву сітку доцільно застосовувати також при армуванні кутів, цокольної частини будівлі, місць примикання теплоізоляційного шару до парапетів, карнизів, пілястрів і інших конструктивних елементів.

Якість вживаних в системі сіток має величезне значення. Бажано використати тільки перевірені матеріали відомих виробників, що мають сертифікати відповідності Держбуду України. Кожна партія сітки(рулон) повинна мати документ про якість, що засвідчує відповідність вимогам проекту або іншим нормативним документам, з вказівкою виробника, штампу відділу технічного контролю.

На армований шар системи лягає основне навантаження в процесі експлуатації будівлі, тому якість сітки, її стійкість до лужного середовища, розривні характеристики визначають довговічність захисного шару системи, його фізико-механічні властивості.

Після повного закінчення робіт по улаштуванню теплоізоляційного і армованого шарів приступають до облаштування захисно-декоративного покриття. Як відзначалося вище, в якості обробного покриття може застосовуватися декоративна штукатурка(іноді з подальшим забарвленням) або облицювання спеціальними облицювальними матеріалами. Облаштування оздоблювального шару повинне строго відповідати технологічній карті виробництва робіт.

Дуже важливо, щоб нанесення оздоблювального покриття виконувалося при суворому дотриманні режиму температурної вологості. Так, наприклад, нанесення декоративних складів можливе тільки при температурі навколишнього повітря і стіни не нижче +5°C, а протягом доби після нанесення температура повинна опускатися нижче 0°C. Неприпустимо наносити штукатурку під прямими сонячними променями, дощем і при

сильному вітру. Необхідно пам'ятати, що декоративні штукатурки висихають шляхом випару води, що міститься в них, тому в холодний час або при високій вологості термін висихання збільшується.

Для того, щоб фасад надовго зберігав привабливий зовнішній вигляд, оздоблювальне покриття повинне мати високу атмосферну, механічну і біологічну стійкість, морозостійкістю і, що дуже важливо, забезпечувати необхідне паропропускання.

Говорячи про захисно-декоративний шар, не можна забувати, що в нього входить фінішний шар, який покликаний мати декоративні властивості.

Важливий чинник вибору системи теплоізоляції - це що надається постачальником системи вибір фактур декоративних штукатурок, а також забезпечення широкої гамми колірних рішень.

Як правило, несуча основа, на яку встановлюється система утеплення, є поверхнею з множиною внутрішніх і зовнішніх кутів, віконних і дверних отворів, а також рядом інших деталей, що ускладнюють конструкцію системи. Крім того, місця стикування основи, що несе, з дахом і цоколем. Наявність деформаційних швів на основі, що несе, примикання сусідніх будівель також вимагають спеціального виконання[21,28].

При проектуванні системи утеплення для конкретного об'єкту необхідно передбачити і вибрати технічно правильне рішення усіх вузлів, з'єднань і стикування системи з переліченими вище елементами. Основна складність пошуку рішення полягає в тому, що матеріали(штукатурка, дерево, алюміній, ПВХ-профіль), що сполучаються, мають різні коефіцієнти термічного розширення, а тому по-різному реагують на зміну температури. Крім того, віконні і дверні рами піддаються постійній вібрації при відкритті і закритті стулок, тому якісне виконання системи утеплення не можливе без застосування спеціальних профілів. Зневага або "економія" на необхідних матеріалах позначається дуже скоро, адже в тріщини, що утворюються, потрапляє волога. При замерзанні тріщини збільшуються, що зрештою веде до руйнування системи.

Для безпроблемного виконання системи утеплення розроблені наступні добірні елементи: профіль примикання до віконних і дверних рам; цокольний профіль; профіль деформаційного шва; кутовий профіль; профілі примикання до дахів; профіль гасіння підвищеної вібрації.

### **1.2.3 Особливості системи з рухливими елементами кріплення утеплювача**

Системи з рухливими елементами кріплення утеплювача з'явилися і особливо широко застосовуються в скандинавських країнах, звідки вони і прийшли в Україну. Ці системи відрізняються від систем з жорстким закріпленням основи, передусім - способом прикріплення теплоізоляційних плит до основи, що несе. Плити необхідної товщини кріпляться до стіни, що утепляється, виключно механічним шляхом(без застосування клею) за допомогою спеціальних шарнірних кріпильних елементів, що дозволяє усій системі в широких межах вільно переміщатися уздовж стіни(рис. 1.19), що утепляється. [21,28,38].

Такий спосіб кріплення, по-перше, виключає передачу осадових деформацій на обробний штукатурний шар. По-друге, дія температурних і вітрових навантажень на поверхню штукатурки не передається на елементи будівлі(рис 1.19), що несуть. Тому в штукатурному шарі не виникає напруги, що призводить до руйнування і появи помітних тріщин на фасаді будови.

В якості утеплювача, як правило, використовують мінераловатні або скловатні плити.

В якості тієї, що армує застосовується сталева гладка оцинкована сітка.

Кріпильні елементи виконують з нержавіючої сталі, вони кріпляться до стіни за допомогою дюбелів з поліаміду.

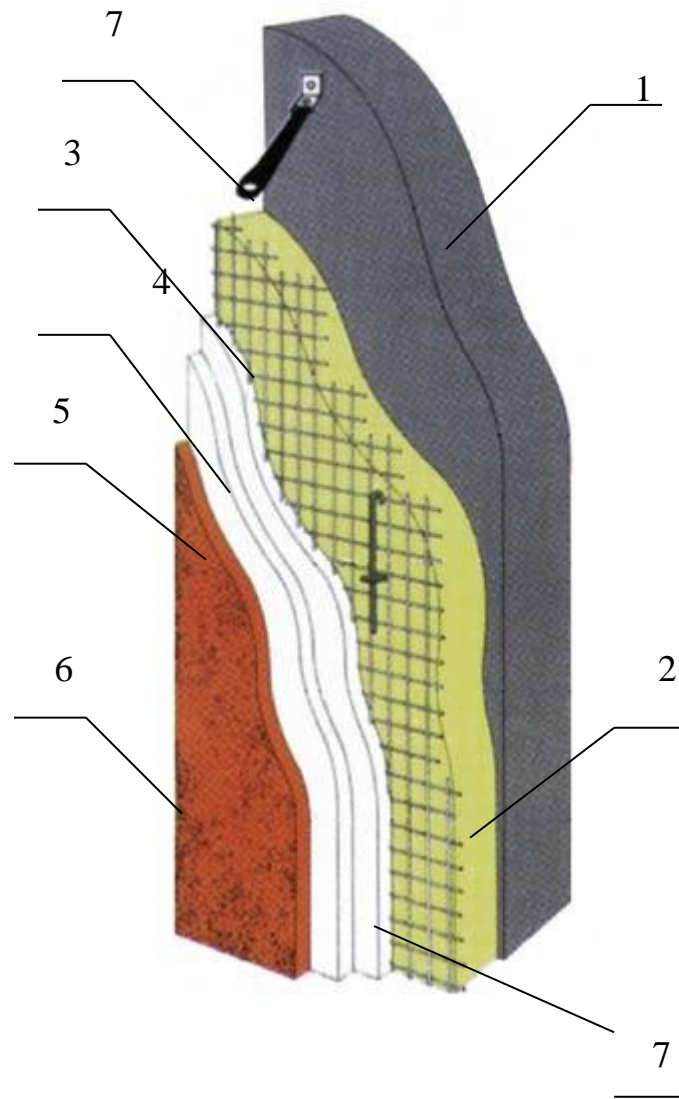


Рисунок 1.19 - Системи з рухливими елементами кріплення утеплювача; 1 - стена (основа); 2 - теплоізоляція; 3 - стальна оцинкована сітка; 4 - 1-й шар штукатурки; 5 - 2-й шар штукатурки; 6 - оздоблювальний шар штукатурки; 7 - елементи кріплення.

Для фінішного шару застосовуються різні штукатурні покриття. Вони є частиною системи зовнішньої теплоізоляції, і тому їх характеристики мають бути сумісні з властивостями інших елементів системи[38].

Товщина захисно-декоративних шарів штукатурки складає 20-30 мм.

Системи з рухливими елементами кріплення утеплювача відрізняє відсутність жорстких вимог до якості поверхні стіни(допустимі геометричні відхилення, шорсткість, локальні ушкодження). Це є важливим моментом при

реконструкції будівель. Проте при виконанні робіт по установці цієї системи потрібно найвищу ретельність, а також наявність спеціальних навичок і досвіду у робітників. Тому при укладенні договору з будівельною організацією на монтаж системи з рухливими елементами кріплення утеплювача необхідно упевнитися, що у фірми накопичений досвід установки подібних систем.

Для компенсації деформації штукатурних шарів від коливань температури і вологості в системі необхідно передбачити облаштування деформаційних швів. Їх слід розташовувати в кутах будівель, навколо вікон і дверей, а також в місцях деформаційного шва зовнішніх стін будівель.

Нині відомі дві системи з рухливими елементами кріплення утеплювача. Система «Термофасад» розроблена в Швеції, та система «SERPOROCK» (Фінляндія).

### **1.3 Світлопрозорі фасадні системи**

Коли ми говоримо «сучасні стіни і фасади», то перша асоціація, яка виникає при цьому, - це великі скляні поверхні, що відбивають блакитне небо, пропливають мимо величаві хмари, крони дерев або урбаністичний пейзаж. Скляні поверхні по примсі архітектора можуть приймати найхимерніші форми: піраміди, конуси, многогранники з гострими кутами або, навпаки, з м'якими і плавними переходами від однієї грані до іншої. Криволінійні поверхні вирішуються декількома прямолінійними сегментами або з використанням зігнутого скла. [36,38].

Подібні будівлі прекрасно вписуються не лише в нові квартали з повністю сучасною забудовою, але і в історичні центри міст з фоновією забудовою будівлями минулих віків. Завдяки сучасним технологіям, в скляних фасадах усі конструктивні елементи можуть бути сховані, і тільки поверхні із



спеціального скла відбиватимуть навколишні архітектурні шедеври, повністю зливаючись з ними.

Системні профілі є брусками(профільовані труби), що мають усередині порожнечі або, як їх ще називають, камери. Термін «системні» пов'язаний з тим, що величезна номенклатура різних видів профілів і додаткових елементів до них є своєрідним конструктором, що дає можливість виготовляти вікна, двері, дахи і фасадні конструкції.

Практично будь-які архітектурні рішення можуть бути виконані завдяки різноманіттю елементів профільних систем, які включають накладні і самонесучі профілі з різною конструктивною товщиною для забезпечення необхідного статичного навантаження(рис. 1.20).

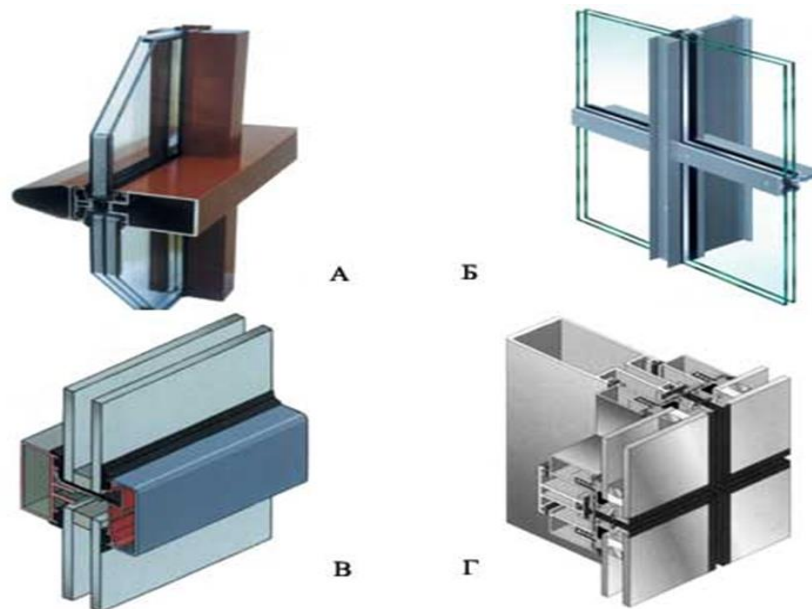


Рисунок 1.20 - Приклади конструктивних вузлів з різних системних профілей а – МОСМЕК; б - SCHUCO; в - REYNAERS; г - HUECK.

Конструкції фасадних систем, як вже говорилося вище, дозволяють інтегрувати у фасад профільні вікна і двері, а також вирішувати вузли переходу до світлопропускаючим дахів. У системах провідних виробників розроблені спеціальні елементи: продухи для скатних дахів, елементи нижнього і бічного кріплення стулок(поворотних і відкидних), і так далі.

Причому, усі ці елементи можуть мати однакову зовнішню ширину профілів і сприйматися на фасаді як єдине ціле. Важливою є продуманість не лише двомірних, але і тривимірних вузлів, їх надійна герметизація, здатність поєднуватися з усією системою, в тому числі з вікнами і дверима.

При проектуванні складних фасадів великих об'єктів і представницьких будівель часто буває недостатньо номенклатури системних профілів, і провідні фірми розробляють спеціально під об'єкт особливі, індивідуальні профілі.

Важливо розуміти, що для фасадів застосовуються спеціально розроблені для цих цілей профільні системи.

Не менш важливу роль при створенні фасадної конструкції окрім конструктивних елементів, що несуть, - профілів - грає і прозорий матеріал - скло.

Останнім часом в масі матеріалу, що випускається, значно зростає доля функціонального(з особливими властивостями) і декоративного скла. Пов'язано це з тим, що звичайне скло не відповідає сучасною вимогою по теплозбереженню, механічній міцності, спектральному діапазону випромінювання, що пропускається.

Асортимент вироблюваного сьогодні скла настільки широкий, що може привести в замішання непідготовленого споживача. Деякі сорти скла випускаються під власними іменами. Для того, щоб зорієнтуватися в цьому різноманітті і зробити правильний вибір, необхідно чітко уявляти, в яких умовах експлуатуватиметься те або інше скло. Так, наприклад, не рекомендується використання тонованого скла, з коефіцієнтом пропускання менше 50 %, в якості облицювального фасадного скління. Оскільки в жаркий сонячний день панелі з нього можуть нагріватися до температури 80-90°C і вище, що створює велику температурну напругу, яка може привести до руйнування панелі. В цьому випадку потрібне застосування спеціальних загартованих, армованих і ламінуючих. Отже, вибір скла повинен визначатися не лише естетичними міркуваннями, але і оптико-енергетичними характеристиками скління і його біологічною дією.

Надаючи склу певні властивості(створюючи різні типи стекол) можна впливати на проникнення в приміщення того або іншого виду світлової енергії[36,38].

Конструкції стійкових ригелів найчастіше застосовуються для зведення профільних фасадів. Свою назву вони дістали завдяки тому, що основні конструктивні елементи в цій системі - це вертикальні несучі стійки, до яких механічним шляхом кріпляться горизонтальні ригелі. Структура такої конструкції, розташовується з внутрішнього теплового боку навісної стіни.

З'єднання стійок і ригелів в різних конструкціях може здійснюватися по-різному. У вертикально розташованій навісній стіні з'єднання може здійснюватися «внахлест», коли профілі частково перекривають один одного. Ригель прикріплюється до стійки з використанням екструдованого алюмінієвого з'єднувача, закріпленого в ригелі за допомогою притискних гвинтів. З'єднувач потім кріпиться до вертикального профілю, що несе, гвинтами. Такий метод з'єднання забезпечує високий рівень регулювання ригеля навіть на будівельному майданчику. Місце з'єднання ригеля і профілю, що несе, герметизується прокладенням з морозостійкої гуми(EPDM).

З'єднання профілів, що несуть, і ригеля похило розташованої навісної стіни може здійснюватися при невеликому нахилі ригеля до профілю, що несе. Такий спосіб дозволяє здійснювати дренаж з ригеля в профіль, що несе, виключаючи порушення вертикальної дренажної камери в профілі, що несе. У каналі гумового прокладення вертикального профілю розташовують ущільнювач з EPDM, який герметизує стик вертикального профілю і ригеля без необхідності застосування силікону. Вставлені ригелі кріпляться до профілю, що несе, гвинтами з нержавіючої сталі. Що виникає при забезпеченні нахилу ригеля різниця в рівнях каналів прокладень компенсується застосуванням різних по своїх розмірах гумок ущільнювачів в профілі, що несе, і в перекладині.

З'єднання між вертикальним і горизонтальним профілями може здійснюватися також шляхом часткового поглиблення ригеля у вирізи у вертикальному профілі.

Вузли сполучення конструкції із стіною, з підставами, а також вузли кріплення фасадів і покрівель виконуються за допомогою спеціально розроблених елементів, що є складовою частиною систем. Ці вузли дозволяють надійно тепло- і гідроізолювати вузли примикань до будови, компенсувати температурні зміни розмірів конструкцій, що сполучаються.

Кути(сполучення двох площ) у фасадах виконуються за допомогою спеціальних профілів. Переломи можуть бути як в горизонтальній, так і у вертикальній площі.

Склопакети встановлюються зовні на алюмінієві опорні пластини, які заздалегідь закріплюються до ригеля. В процесі монтажу склопакети фіксуються за місцем за допомогою синтетичних скоб, пригвинчених до профілів, що несуть. Ущільнювачі з морозостійкої гуми забезпечують герметизацію стиків між склом і алюмінієвими профілями, що несуть. Притискні планки склопакетів кріпляться болтами з нержавіючої сталі. Потім на притискні планки защіпаються декоративні алюмінієві кришки.

Склопакети, або непрозорі декоративні панелі кріпляться спеціальними алюмінієвими притискними планками, які можуть згори закриватися декоративними накладками. Накладки можуть бути різних форм, кольорів і ширини, залежно від естетичних вимог.

Обов'язковою вимогою до усіх профільних систем є виведення конденсату. Це найскладніше і найсерйозніше питання, на яке необхідно звертати особливу увагу при склінні фасаду, оскільки склопакет однією своєю поверхнею виходить на вулицю, а інший - в тепле приміщення. Це означає, що у нього обов'язково є зона, температура якої близька до температури випадання конденсату, тобто точці роси. У цій зоні утворюються крапельки води, які треба вивести з системи. При цьому фасадна система повинна залишатися герметичною і з боку вулиці(захист від зовнішніх дій), і з боку

приміщення(щоб не допустити тепловтрат). Існує декілька способів виведення конденсату. Один їх них, це коли біля кожного склопакета в нижній частині робляться два або більше дренажних отворів, через які конденсат виводиться з-під склопакета назовні. Конденсат стікає по горизонтальних елементах до вузла кріплення із стійкою, потрапляє в неї, йде вниз і в самій нижній частині виводиться назовні.

Виведення конденсату вода в ригелях може відводитися назовні за допомогою дренажної гумки ущільнювача, яка лежить на опорних алюмінієвих пластинах. Ця гумка є внутрішнім ущільнювачем склопакета і дренажною полицею, оберненою назовні для відведення вологи. Ця екструдована прокладення-ущільнювач може бути різних розмірів по глибині, залежно від товщини склопакета або панелі.

У місцях з'єднання профілів(у випадках вертикального і похилого розташування вітражів), що несуть, в дренажні канали вертикальних профілів можуть вклеюватися спеціальні пластикові деталі, що відводять вологу назовні або в простір під декоративну кришку. Це забезпечує додаткову герметизацію стику[34,38]. .

У віконних системах виведення конденсату відбувається через отвори, які є в кожному вікні, - в алюмінієвому і пластиковому. На них ставлять прикриваючі ковпачки.

Іншим важливим моментом правильного функціонування склопакета є вентиляція простору навколо нього. Видалення вологи через дренажні канали недостатнього розміру, а так само погана вентиляція склопакетів можуть привести до утворення плісняви і зростання грибків.

У Німеччині, де накопичений вже великий досвід експлуатації подібних конструкцій, фахівці звертали увагу на те, що пліснява роз'їдає торець склопакета, покритий герметиком, і, роз'їдаючи, порушує герметичність, що призводить до утворення конденсату усередині склопакета і запотівання його середньої частини. Тому важливо пам'ятати не лише про видалення вологу в зоні склопакета, але і про вентиляцію. Тому часто в продуманих фасадних

системах, у досить серйозних фірм-постачальників профілів, є отвори в зоні кутів склопакета, як правило, в кожному кутку, для того, щоб простір навколо склопакета міг нормальним чином вентилюватися.

У фасадних системах з алюмінієвих профілів має бути передбачене рішення проблем компенсації теплового розширення конструкцій(особливо при їх значних розмірах). Горизонтальне розширення елементів навісної стіни може компенсуватися шляхом пригвинчення ригеля до вертикального профілю, що несе, через довгасті горизонтальні отвори і застосуванням гумових прокладень в стиках. Вертикальне розширення в місцях з'єднання вертикальних профілів може компенсуватися за допомогою розширювального профілю(що виконує і функцію посилення конструкції). Такий профіль поміщається у внутрішні порожнини двох несуть елементів, що вертикально сполучаються.

Існує декілька принципів кріплення конструкції фасаду будівлі. Один з них - це навісна система, що самонесуча. Уся фасадна конструкція навішується перед стіною або каркасом будівлі зовні і кріпиться вертикальними стійками тільки на плитах перекриття. А горизонтальні ригелі є елементами, які тільки передають вагу склопакета. Ця система досить проста в роботі, але вимагає зовнішнього монтажу. А оскільки установка склопакетів ведеться зовні, то потрібна або наявність лісів, або навісних монтажних пристосувань у вигляді люльок.

Існують системи, коли фасад вбудовується у будівлю. Конструкція встановлюється від підлоги одного поверху до плити перекриття наступного. Але при цьому торці перекриття залишаються незахищеними, необхідно їх декорувати і теплоізолювати, оскільки вони є провідниками холоду усередину будівлі.

Коли необхідно перекидати великі прольоти, то часто економічно недоцільно збільшувати жорсткість конструкції шляхом посилення жорсткості алюмінієвих конструкцій, а простіше ззаду поставити дешевий сталевий каркас, на який закріпити алюмінієві конструкції.

При конструкції стійкового ригеля на фасаді є вертикальні і горизонтальні розчленовування. При структурному склінні фасад є гладкою скляною поверхнею. Розроблений також і проміжний варіант, коли вертикальні або горизонтальні накладки перетинають фасад. Вони можуть мати різні кольори і форми, які дозволяють акцентувати на них увагу. Склопакети при цьому варіанті кріпляться в одному напрямі традиційним способом (для конструкції стійкового ригеля), а в перпендикулярному напрямі шви між сусідніми склопакетами герметизуються спеціальними гумовими прокладеннями. Це накладає обмеження на розміри вживаних склопакетів. При такій конструкції фасаду можлива також установка елементів, що відкриваються, із стиками не видимими з фасаду.

## 2 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ УЛАШТУВАННЯ ВЕНТИЛЬОВАНОЇ ФАСАДНОЇ СИСТЕМИ

### 2.1 Сфера застосування

Технологічна карта розроблена на влаштування вентилязованих фасадів з облицюванням фасадними касетами(панелями) типу МП 1005(1000), МП 2005(2000) при будівництві, ремонті і реконструкції промислових, громадських і житлових будівель[28,32,33]..

Висота будівлі не повинна перевищувати 75 м. Висота будівлі, що допускається, на якому можливе застосування системи, визначається при проектуванні конкретного об'єкту з урахуванням кліматичних особливостей майданчика будівництва, призначення, об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівлі.

Вентильована фасадна система складається із наступних конструктивних елементів:

- кріпильних кронштейнів, закріплених до стіни фасаду для кріплення вертикальних направляючих;
- термоізоляційного шару(при наявності в проекті), що виконує роль утеплення і вітрозахисту стін будівлі;
- горизонтальних і вертикальних направляючих, таких, що являються складовою частиною каркаса;
- облицювального шару з касет типу МП 1005(1000), МП 2005 (2000) - основній конструкції фасаду, що захищає і декоративній.

Роботи по влаштуванню вентилязованого фасаду виконуються при температурі зовнішнього повітря від мінус 15°C до плюс 25 °C. При виконанні робіт в несприятливих погодних умовах робочі місця слід захищати навісами або тентами.



У складі технологічної карти розглянуті наступні питання:

- підготовчі роботи;
- монтаж кронштейнів;
- утеплення фасадів;
- влаштування несучого каркаса;
- влаштування зовнішнього облицювання.

Режим праці в цій типовій технологічній карті прийнятий з умови оптимального темпу виконання трудових процесів, при раціональній організації робочого місця, чіткого розподілу обов'язків між робітниками бригади з урахуванням розподілу праці застосування механізованого інструменту і інвентаря.

Усі роботи по облаштуванню фасадної системи робляться в відповідності з вимогами проєктної документації, проєктом виконання робіт(ПВР), і справжньої типової технологічної карти (ТТК).

## **2.2 Організація і технологія будівельного процесу**

Роботи по монтажу вентилязованих фасадів з облицюванням з фасадних касет слід виконувати тільки за наявності робочого проєкту на об'єкт, розробленого і затвердженого в установленому порядку, з наявністю креслень вузлів кріплення несучої системи, до конструкцій будівлі. До виробництва робіт має бути розроблений ПВР, відповідно до вимог ДСТУ–Н Б В.2.6-203:2015 «Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажу будівельних конструкцій»[14], в якому вказується перелік машин, інструменту і технологічного оснащення, заходу по техніці безпеки; план проведення необхідних контрольних випробувань і режимних спостережень; найбільш раціональні рішення по розбиттю фасаду на захватки(для скорочення технологічних перерв і стикових з'єднань).

При утепленні цоколя ПВР має бути погоджений з організаціями, що експлуатують підземні комунікації. Слід розробити заходи по техніці безпеки при виконанні робіт в місцях розташування підземних комунікацій. Підземні комунікації потрібно позначати на місцевості відповідними знаками і написами. Роботи в таких місцях слід виконувати під безпосереднім керівництвом майстра або виконроба у присутності представника інженерно-технічних служб, а в охоронній зоні кабелів, що знаходяться під напругою, або діючого газопроводу, крім того, під спостереженням фахівців електро- чи газового господарства.

Затверджений ПВР має бути переданий виробникові робіт за один місяць до початку виконання робіт.

Перед початком робіт по монтажу вентиляованих фасадів з облицюванням фасадними касетами зовнішніх стін необхідно прийняти поверхню стін у Замовника(Генпідрядника) по акту згідно ДСТУ–Н Б В.2.6-203:2015[14] та ДБН А.3.1-5-2016[4].

Випробування кріпильних елементів в несучих стінах виконує, спеціалізована лабораторія, що має ліцензію на цей вид робіт. Результати мають бути оформлені протоколом.

Будівельний майданчик і місця виконання робіт мають бути обладнані засобами пожежогасінні. Засоби підмашування слід обробити вогнезахисними складами відповідно до вимог ППБ-05.

Роботи по монтажу вентиляованих фасадів з облицюванням з профільованих листів можуть виконуватися як в літній, так і в зимовий час(при температурі зовнішнього повітря від + 25 до - 15°C).

### **2.3 Підготовчі роботи**

До початку монтажних робіт мають бути виконані наступні роботи:

- закінчені загально-будівельні роботи на фасадах, що підлягають утепленню;
- на підставі виконавчої зйомки виконати обмірні креслення ділянок фасадів будівлі, на яких вказати :
  - а) відхилення ліній площ несучих конструкцій стін, перекриття, парапетів;
  - б) особливості рельєфу облицьовуваних конструкцій і примикаючих елементів фасадів виступи, перепади, віконні і дверні отвори, архітектурні особливості, вентиляційні ґрати, вітражі, уступи, місця примикання до системних конструкцій;
  - в) відхилення в криволінійності радіальних конструкцій монтованих фасадів і складних конструкцій будівлі;
  - виконана розмітка фасаду;
  - з фасадів мають бути демонтовані освітлювальні прилади, видалені підвіконні сливи, водоприймальні воронки і водостічні труби, інформаційні і рекламні таблички, ліхтарі або прожектори освітлення;
  - прийнято проектне рішення по монтажу фасаду поверх постійних комунікацій(трубопроводи, газопроводи, кабелі високого і низького тиску) і за системами кондиціонування;
  - замовником(генпідрядником) мають бути виділені приміщення для складування матеріалів і комплектуючих, а також побутові приміщення;
  - замовником(генпідрядником) погоджено місце підключення до електромережі;
  - на приоб'єктном складі потрібний запас матеріалів і комплектуючих на 10 днів, при роботі у дві зміни.

Для виконання робіт по монтажу системи необхідно підготувати засоби підмоцнування.

Роботи по монтажу вентиляованих фасадів з облицьованням з фасадних касет необхідно виконувати з інвентарних трубчастих лісів або підвісних люльок.

Пристрій і розбирання лісів слід виконувати відповідно до ДБН А.3.2.2-2009[3].

При установці лісів стійкі повинні спиратися на сталеві черевики і кріпитися до фасаду анкерами через один вузол по вертикалі і горизонталі. Проміжок між робочим настилом і облицюванням не повинен перевищувати 150 мм.

Допускається застосування самопідйомних люльок марки ЛЕ-100-300. Люльки мають бути випробувані і здані в експлуатацію службою механіка відповідальній за експлуатацію вантажопідіймальних механізмів.

Перед початком робіт по монтажу вентиляованих фасадів з облицюванням фасадними касетами слід підготувати матеріали, інструменти і устаткування відповідно до специфікацій, приведених в розділі 6 справжньої карти. Перевірка якості матеріалів є обов'язком підрядника. Контроль якості і приймання виконаних робіт слід виконувати відповідно до чинних нормативно-технічних документів і технологічного розділу.

До початку робіт по монтажу вентиляованих фасадів з облицюванням фасадними касетами мають бути підготовлені тенти для захисту утеплювача і конструкцій будівлі від атмосферних опадів, навіси безпеки, огорожені небезпечні зони, встановлені, випробувані і прийняті засоби підмашування.

Для виконання робіт по монтажу системи на одній захватці прийнята бригада в складі:

- монтажник будівельних конструкцій 5 розряду - 1 чол.
- монтажник будівельних конструкцій 4 розряди - 1 чол.
- монтажник будівельних конструкцій 3 розряди - 1 чол.

Необхідно провести навчання робітників способам виробництва робіт, ознайомити їх з організацією майданчика, цією технологічною картою, провести інструктаж по техніці безпеки і проінструктувати по безпечних методах виробництва робіт.

Для виконання робіт по монтажу системи будівлю розбивають на захватки і визначають порядок і послідовність переміщення монтажників з однієї захватки на іншу.

Величину захваток і їх кількість в кожному випадку визначають з урахуванням багатьох чинників, у тому числі розмірів фасаду будівлі, чисельності бригади монтажників, оснащенням будівельної організації устаткуванням і оснащенням, умовами комплектації будівництва матеріалами, виробами та ін. Захваткою може бути уся висота будівлі(при висоті будівлі не більше 18 м), або частина висоти за наявності проміжних карнизів, поясоків і тому подібне. Розбиття фасадів будівлі на захватки і вибирання засобів для роботи монтажників на висоті виконуються в проекті організації будівництва(ПОС).

## **2.4 Монтаж фасадної системи**

Розмітка поверхні і монтаж кронштейнів. Монтаж системи розпочинають з розмітки фасаду. При використанні будівельних лісів розмітку слід виконувати окремим потоком на усьому фронті робіт. При використанні локальних засобів підмашування розмітку слід виконувати на кожній захватці по заздалегідь винесених контрольних точках.

Геодезичну зйомку і розмітку фасаду необхідно робити за допомогою геодезичних приладів, високоточних рівнів з великою базою, схилів. Розмітка місць установки кронштейнів підсистеми має бути виконана в строгій відповідності з проектною документацією. Погрішності, допущені при виконанні розмітки, неминуче приведуть до відхилень параметрів системи. Правильність розмітки повинна контролюватися постійно.

Креслення з розташуванням опорних елементів повинні входити до складу проектної документації. Перед виконанням розмітки слід перевірити

габаритні розміри фасадів і порівняти з даними, вказаними в кресленнях, також мають бути перевірені приведені в кресленнях розмірні ланцюжки і їх прив'язка до характерних елементів стіни фасаду. Розмітка виноситься на поверхню стіни за допомогою оптичних приладів і закріплюється незмивною фарбою[11,15,28].

Розміщення кронштейнів на фасаді стіни роблять, як правило, з кроком в межах - по вертикалі від 600 до 1200 мм, по горизонталі від 350 до 800 мм, відступаючи від краю стіни не менше 100 мм до осі кронштейна.

Після розмітки фасаду в місцях кріплення кронштейнів свердлять отвори під анкерні кріплення і монтують до стіни кронштейни ККУ. Для зниження тепловтрат і усунення містка «холоду», в місцях примикання кронштейнів до стіни під них встановлюють паронитову прокладення. Свердління слід виконувати за допомогою електродрілі по нанесених мітках(рис. 2.1).



Рисунок 2.1 - Свердління отвору за допомогою електродрілі

Застосування кріпильних елементів, відмінних від вказаних в проектній документації, не допускається.

Діаметр отворів повинен відповідати типу вживаного дюбеля(анкера), глибина отворів повинна перевищувати не менше чим на 15 мм довжину закладення дюбеля в стіну. У випадках, коли підставою служить цегляна кладка, не можна встановлювати дюбелі в шви кладки, при цьому відстань від

центру дюбеля до ложкового шва має бути не міні 35 мм, а від тычкового - 60 мм.

Конструкція кронштейнів допускає вирівнювання площини обрешетування до 30 мм для створення рівної поверхні під облицювання.

Кронштейни кріплять до стіни анкерами, підібраними відповідно до матеріалу стіни, з використанням шайби. Кріплення здійснюється одним або двома анкерами (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 - Кріплення кронштейнів

Монтаж плит утеплювача. Утеплення стін виконується відповідно до конструктивних рішень, розроблених в проєкті, і вимог до ДСТУ–Н Б В.2.6-203:2015[14] після установки кріпильних кронштейнів. Стіну, на якій відбувається монтаж плит утеплювача, необхідно укрити від попадання вологу.

Монтаж плит утеплювача ведеться від низу до верху. Плити утеплювача повинні встановлюватися щільно один до одного» щоб не було порожнеч в швах. Якщо уникнути порожнеч не вдається, то вони мають бути закладені тим же матеріалом.

Для кріплення плит утеплювача до основи застосовують пластмасові дюбель-анкера тарілчастого типу із стержнями розпорів. Довжина дюбелів залежить від товщини утеплювача, витрата не менше 7 шт на 1 м<sup>2</sup>. Для

установки дюбель-анкерів плита має заздалегідь прорізати і в стіні просвердлений отвір.

При монтажі на стінах з саману або блоків використати електроперфоратори і застосовувати ударний метод установки дюбель-анкерів забороняється.

Діаметр просвердленого отвору повинен відповідати зовнішньому діаметру втулки дюбель-анкерного пристрою.

У разі застосування ветровлагозахисної плівки, встановлені плити утеплювача спочатку кріплять 2 дюбелями(кожна плита) і тільки після укриття плівкою встановлюють інші, передбачені проектом. Полотнища плівки встановлюються з перехлестом 100 мм.

Кріплення плити утеплювача, закріплені дюбель-анкерними пристроями необхідно здати Замовникові із складанням акту на приховані роботи.

Установка профілів. Монтаж каркаса може вестися двома способами:

1) Профіль КПП, орієнтований горизонтально, повинне кріпитися до кронштейнів ККУ двома самонарізаючими гвинтами СМЭШ 2-4,8x28 або заклепками. Конструкція кронштейнів допускає вирівнювання(рихтування) горизонтального обрешетування до 30 мм для створення рівної поверхні під касети. Якщо цього недостатньо, необхідно встановити кронштейни іншої довжини.

На сформовану горизонтальним обрешетуванням площину необхідно змонтувати за допомогою самонарізаючими гвинтів СМЭШ2-4,8x28 основне вертикальне обрешетування з капелюшного профілю КППШ-90x1,2. Основні профілі вертикального обрешетування монтуються по вертикальних стиках фасадних касет, відстань між профілями повинна чітко витримуватися. При ширині касети більше 700 мм між основними профілями необхідно додатково встановити проміжні профілі КППШ-50x1, 2.

2) Профіль КПП, орієнтований вертикально, повинен кріпитися до кронштейнів ККУ двома самонарізаючими гвинтами СМЭШ 2-4,8x28 або



заклепками. У подальшому фасадні панелі монтуються на обрешетування з профілів КПГ, без установки профілів КПШ. Конструкція кронштейнів допускає вирівнювання(рихтування) горизонтального обрешетування до 30 мм для створення рівної поверхні під касети. Якщо цього недостатньо, необхідно встановити кронштейни іншої довжини.

Компенсаційний проміжок між профілями має бути 6-15 мм. Кронштейни встановлюють по обидві сторони від компенсаційного проміжку на відстані:

- не більше 450 мм для вертикальних профілів;
- не більше 300 мм для горизонтальних профілів.



Рисунок 2.3 - Установка профілей

Монтаж фасонних елементів. На вертикальне обрешетування(профілю КПШ або КПГ) кріпляться фасонні елементи. При використанні фасадних касет МП 2005(2000) видима частина основних профілів вертикального обрешетування(профілю КПШ або КПГ) має кольорове полімерне покриття або закривається декоративною кольоровою смугою.

При використанні фасонних касет МП 2005(2000) по нижньому ряду касет встановлюється планка початкова, яка кріпиться до тієї, що

вертикальній, що направляє(профілю КПШ або КПГ) гвинтами що самонарізаючими, або заклепками.



Рисунок 2.4 - Монтаж каркаса

У віконних і дверних отворах встановлюють сталеві оцинковані фасонні вироби з полімерним покриттям, короби, що утворюють, які кріплять самонарізаючими гвинтами або заклепками з кроком 300-500 мм до віконного або дверного блоку, з одного боку і до обрамлення отвору з профілів KfIZ 29x20x3000 з іншого боку.

Для обрамлення віконних і дверних отворів також служать планки завершальні складні, планки укісні з розмірами за проектом або планки кутів зовнішніх(30x30, 50x50, 75x75 мм).

На низ віконної рами встановлюється планка віконного зливу з розмірами за проектом.

Конструкторськими розробками передбачено облицювання вентиляованих фасадів наступними видами панелей :

- МП 1005(1000) - панелі з «відкритим» стиком (означає, що панелі МП 1005(1000) прикріплюються до підоблицювальної конструкції за допомогою гвинтів, які одночасно фіксують розташовані внахлест борти двох сусідніх панелей, гвинти залишаються при цьому зовні.

- 2005 (2000) - панелі з «закритим» стиком (означає, що верхній край панелі МП 2005(2000) кріпиться до підоблицювальної конструкції гвинтами, при цьому нижній край вище розташованої панелі захищується за верхній край розташованої нижче панелі так, щоб приховати місце кріплення гвинтів),

Монтаж фасадних касет МП 1005(1000). Монтаж касет слід виконувати від низу до верху, зліва направо.

Перед монтажем необхідно зняти захисну плівку з бічних сторін касет.

Монтаж касети роблять самонарізаючими гвинтами з кольоровою голівкою СМЭИЗ-4,8х20(СМЭШ2-4,8х28) до вертикальних профілів, що несуть.

Після завершення монтажу необхідно зняти захисну плівку.

Монтаж фасадних касет МП 2005(2000). Монтаж касет слід виконувати від низу до верху, зліва направо.

Перед монтажем необхідно зняти захисну плівку з бічних сторін касети.

Низ фасадної касети захищується за початкову планку МП 2005(2000). Верх касети МП 2005(2000) кріпиться оцинкованими самонарізаючими гвинтами СМЭШ2-4,8х28(СМЭШИ-4,8х20) до вертикальних несучих профілів. Верхня касета захищується за верх попередньої касети.

Ширина вертикального проміжку між касетами(руст) має бути в межах 5-30 мм(при монтажі як правило використовується шаблон).

Після завершення монтажу необхідно зняти захисну плівку.

Для нормального функціонування системи вентиляваного фасаду необхідно залишати проміжки для заходу і виходу повітря не менше 3 см: у цоколя, під і над вікнами, під карнизом.

Проектне значення повітряного проміжку в системі - 60 мм(не менше 40 мм і не більше 120 мм).

Забороняється застосовувати при різанні касет, фасонних елементів, а також елементів під конструкції абразивний круг(болгарка).



Рисунок 2.5 -Монтаж початкової планки



Рисунок 2.6 - Монтаж фасонних елементів



Рисунок 2.7 - Монтаж фасадних касет МП 1005 (1000)





Рисунок 2.8 - Монтаж фасадних касет МП 2005 (2000)

Таблиця 2.1 - Операційна карта на улаштування вентиляованого фасаду

Найменування операцій	Механізми, пристосування, інструмент	Виконавці	Опис операції
1	2	3	4
Підготовка поверхні стін	Щітки дротяні, бруски обернути наждачним папером	Монтажник будівельних конструкцій : 3 розряди - 1(МЗ)	МЗ робить очищення стін проволочними щітками від пилу, бризок бетону
Розмітка поверхні фасаду під облицювання	Рулетка, рівень, шнур	Монтажник будівельних конструкцій : 5розр.-1(М1) 3 розр. - 1(МЗ)	До початку робіт по кутах фасаду мають бути винесені реперні і контрольні точки. М1, МЗ за допомогою рівня або рівня і будівельного шнура між контрольними точками в горизонтальному напрямі з кроком, встановленою в проекті, робить розмітку контрольних точок. МЗ фарбою їх відмічає

продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
Висвердлювання отворів під кріплення кронштейнів	Електродріль перфоратор	Монтажник будівельних конструкцій: 3 розр. - 1(М3)	М3 перфоратором висвердлює отвори по раніше нанесених мітках
Монтаж кронштейнів	Шуруповерт	Монтажник будівельних конструкцій 4 розр. - 1(М2) 3 розр. - 1(М3)	М2 встановлює прокладення і Кронштейни М3 кріпить кронштейни до стіни шурупами з дюбелями, дюбелі встановлюють на кронштейни через шайбу
Монтаж плит утеплювача і їх закріплення	Електродріль молоток шуруповерт ножі для різання плит	Монтажник будівельних конструкцій: 5 розр.-1(М1) 3 розр. - 1(М3)	М1, роблять розкладку плит утеплювача на стіні з підгонкою по місцю один до одного- М3 висвердлює отвір і кріпить утеплювач дюбелями

продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
<p>Укладання вітровлагозахисної плівки</p>	<p>Електродріль, молоток, стиплер, ніж</p>	<p>Монтажник будівельних конструкцій : 4 розр. - 1(М2) 3 розр. - 1(М3)</p>	<p>М2 робить розмітку, обрізання вітрозахисної плівки, прорізає місця проходу кронштейнів. М3 сполучає плівку по швах стиплером</p>
<p>Монтаж і кріплення профілів до кронштейнів</p>	<p>Електродріль Рівень</p>	<p>Монтажник будівельних конструкцій : 5 розр. - 1(М1) 4 розр. - 1(М2) 3 розр. - 1(М3)</p>	<p>М3 вставляє профіль в пази кронштейнів. М1 і М3 роблять рихтування крайніх профілів за допомогою рівня. М2 кріпить крайні профілю до кронштейнів. М1, М2 і М3 натягують волосінь між крайніми профілями, вирівнюють проміжні профілю і кріплять профілю до кронштейнів</p>



продовження таблиці 21

1	2	3	4
Установка початкової планки(для касет МП 2005(2000))	Електродріль, рівень	Монтажник будівельних конструкцій : 5розр. - 1(М1) 4 розр. - 1(М2) 3 розр. - 1(М3)	М1 і М3 встановлюють початкову планку на кріпильні профілю. За допомогою рівня роблять вирівнювання по горизонталі. М2 кріпить початкову планку до профілів
Установка цокольного зливу	Електродріль, рівень	Монтажник будівельних конструкцій : 5 розр. - 1(М1) 4 розр. - 1(М2) 3 розр. - 1(М3)	М1 і М3 встановлюють цокольний злив на кріпильні профілю. За допомогою рівня роблять вирівнювання по горизонталі. М2 кріпить цокольний злив до профілів
Монтаж фасадних касет МП 1005(1000)	Електродріль, рівень	Монтажник будівельних конструкцій : 5 розр. - 1(М1) 4 розр. - 1(М2) 3 розр. – 1(М3)	М3 знімає захисну плівку. М1 розмічає місця кріплення, за допомогою рівня вирівнює систему по горизонталі. М3 М2 встановлюють і кріплять фасадні касети самонарізаючими гвинтами

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
<p>Монтаж фасадних касет МП 2005(2000)</p>	<p>Електродріль рівень</p>	<p>Монтажник будівельних конструкцій: 5розр. - 1(М1) 4 розр. - 1(М2) 3розр. - 1(М3)</p>	<p>М3 знімає захисну плівку. М1 розмічає місця кріплення, при допомозі рівня вирівнює систему по горизонталі. М1 М2 М3 низ касети захищують за верх попередньої касети, верх касети кріплять самонарізаючими гвинтами до вертикальних профілів, що несуть</p>
<p>Монтаж кутових елементів вертикальних і горизонтальних укосів, віконного зливу і елементів обрамлень архітектурних виступів</p>	<p>Електродріль поліуретановий молоток, рейка рівень</p>	<p>Монтажник будівельних конструкцій: 5 розр.-1(М1) 4 розр. - 1(М2) 3 розр. - 1(М3)</p>	<p>М1 розмічає місця кріплення кутових, стикувальних елементів укосів М2 робить підгонку фасонних елементів М3 при допомозі саморізів кріпить фасонні елементи до профілів</p>

## 2.5 Контроль якості та правила приймання робіт

Контроль якості, підписання актів на приховані роботи і акту, про остаточне приймання фанерованих конструкцій повинні здійснюватися наступними посадовцями, що несуть юридичну відповідальність за якість робіт.

- інженерно-технічний персонал виконавця(майстер, виконроб), які повинні стежити за правильним виконанням усіх робіт, не допускати порушення технології і своєчасно виправляти допущені помилки, організувати колективний огляд і приймання прихованих робіт із складанням актів;

- проєктувальники - автори проєкту, які повинні стежити за правильним виконанням проєктних рішень по складу і якості виконання. З цією метою на будівельному майданчику має бути організований авторський нагляд з веденням журналу;

- представник технічного нагляду повинен регулярно стежити за правильністю виконання проєктних рішень, дотриманням технології виробництва робіт, брати участь в контролі за якістю і прийманні прихованих робіт. Представник технічного нагляду замовника має право заборонити виробництво робіт у разі виявлення обставин, що викликають погіршення якості.

Якість початкових матеріалів і комплектуючих виробів повинна гарантуватися постачальником. Параметри деталей, що поставляються, мають бути вказані в паспортах і повинні відповідати вимогам проєкту. Виробники робіт повинні дотримуватися правил зберігання, транспортування і використання матеріалів.

При прийманні облицювання і утеплення стін повинен здійснюватися поетапний приймальний контроль якості, службою контролю якості, виконання кожного з конструктивних елементів, із записом в журнал

робіт і складанням актів на приховані роботи. Обов'язковому проміжному огляду і прийманню із складанням акту на приховані роботи підлягають наступні роботи, конструкції і конструктивні елементи :

- підготовлені поверхні стін що підлягають облицюванню;
- несучий каркас;
- шар утеплювача і кріпильні елементи;
- облицювання фасадними касетами(завершальний акт).

Контроль якості і приймання виконання робіт по монтажу системи приведені в таблиці 2.2

Остаточне приймання вентиляованого фасаду з облицюванням фасадними касетами робиться усіма відповідальними за якість особами у присутності представника замовника і оформляється підписанням акту про приймання. До акту про остаточне приймання повинні прикладатися наступні документи:

- проектна документація;
- документи, що засвідчують якість матеріалів;
- акти на приховані роботи;
- журнал виробництва робіт, з вказівкою температурних і атмосферних умов, при яких виконувалися роботи.

Після введення об'єкту в експлуатацію підрядник зобов'язаний дати замовникові гарантійні зобов'язання на термін не менш 2-х років.

Таблиця 2.2 – Схема операційного контролю якості

Контрольовані операції	Вимоги	Способи і засоби контролю	Контроль	Залучені до контролю
1	2	3	4	5
Підготовка поверхні	Відсутність пилу, бризок, патьоків і розчинів	Візуально	Майстер	Інспектор, представник замовника
Глибина висвердлюваний отворів	+10мм	За допомогою підручних засобів, анкера	Майстер	Інспектор по технагляду
Відхилення осей отворів для анкера в стіні від намічених	±5 мм	Вимір лінійкою	Виконроб	Інспектор по технагляду
Вертикальність висвердлювання отворів	±5 мм	Вимір за допомогою схилю	Майстер	Інспектор по технагляду
Міра затягування анкерів	-	Зусилля майстра	Майстер	-
Кількість дюбелів на теплоізоляційну плиту	Не менше 5 шт. на плиту	Візуально	Виконроб	Інспектор по технагляду
Перепад між двома суміжними плитами	Не більше 1 мм	Вимір лінійкою, метром, щупом	Виконроб	Інспектор по технагляду
Наявність щілин між теплоізоляційними плитами	Не більше 3 мм	Вимір лінійкою, метром, щупом	Виконроб	Інспектор по технагляду
Облаштування вітрозахисту	-	Візуально	Майстер	Інспектор по технагляду
Наявність нахльостування у вітрозахисті	±10мм	Вимірювальні прилади	Майстер	Інспектор по технагляду

продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
Для тих, що вертикальних, що направляють в площини стіни : - Відхилення від разбивочних осей(рисок) - Відхилення від вертикальності	$\pm 10$ мм $\pm 2$ мм	Візуально, рулетка, схил, лазерний нівелір	Виконроб	Інспектор по технагляду
Перпендикулярно площини стіни: - Відхилення від вертикальності(горизонтальності) - Відхилення від проектної відстані між сусідніми профілями, що несуть	$\pm 1$ мм $\pm 5$ мм	Візуально, рулетка, схил, лазерний нівелір	Виконроб	Інспектор по технагляду
Для фасадної плити в площині стіни : - Відхилення від вертикальності - Відхилення від площинної - Уступ між суміжними плитами	$\pm 2$ мм(на 3 м довжини) $\pm 5$ мм(на 3 м довжини) $\pm 5$ мм(на 1 поверх)	Візуально, рулетка	Виконроб	Інспектор по технагляду Представник замовника
Для проміжку між плитами: - Відхилення від проектного проміжку - Відхилення від проектного положення проміжку(відхилення від вертикальності, горизонтальності, від заданого кута)	$\pm 1$ мм $\pm 10$ мм	Візуально, лазерний нівелір	Виконроб	Інспектор по технагляду Представник замовника
Для відстані між краєм плити і отворами для кріплення елементів(заклепки, гвинти)	$\pm 2$ мм	Візуально, рулетка	Виконроб	Інспектор по технагляду Представник замовника

## 2.6 Потреба в матеріально-технічних ресурсах

Відомість потреби в матеріалах, виробах і конструкціях приведена в таблиці 2.3.

Перелік машин, механізмів, устаткування, технологічного оснащення, інструменту, інвентаря і пристосувань приведений в таблиці 2.4.

Таблиця 2.3 - Відомість потреби в матеріалах, виробах і конструкціях

№ з/п	Найменування	Найменування і позначення нормативно технічного документу	Один. виміру.	Кількість на одиницю.
1	2	3	4	5
1	Фасадні касети МП 1005(1000)	«Композит-тест»	м <sup>2</sup>	1,0
2	Фасадні касети МП 2005(2000)	«Композит-тест»	м <sup>2</sup>	1,0
3	Шуруп з дюбелем(для кріплення кронштейнів анкер)	ГОСТ 1145	шт	2,1
4	Кронштейни	ГОСТ 13738	шт	2,1
5	Профілю КПШ- 90x1,2	ГОСТ 13738	М. п.	1,9
6	Профілю КПШ- 50x1,2	ГОСТ 13738	М. п.	0,95
7	Профілю КПГ60x44x3000	ГОСТ 13738	М. п.	1,4
8	Профілю КпZ 29x20x3000	ГОСТ 13738	М. п.	1,0
9	Паронитові прокладення	ГОСТ 481	шт	2,1
10	Гвинти 04.2x16	ГОСТ 1147	Шт	4,2
11	Анкер-дюбель тарілчастого типу	ГОСТ 10618 ГОСТ 1147	шт	8

## Продовження таблиці(3)

1	2	3	4	5
12	Гвинти , - самонарізаючи, 4.8x28 для МП 1005(1000) для МП 2005(2000)	ГОСТ 1147	Шт	1 2 6
13	Фасонні вироби	«Композит-тест»	М2	0,3
14	Заклепки	ГОСТ 10299	шт	3
15	Цокольний злив	«Композит-тест»	М. п	0,25
16	Початкова планка	«Композит-тест»	М. п.	0,25

Таблиця 2.4 - Перелік машин, механізмів, устаткування, технологічного оснащення, інструменту, інвентаря і пристосувань

Найменування	Марка або позначення	Призначення	Основні технічні характеристики	К-ть на ланку шт.
Рулетка будівельна в закритому корпусі	ГОСТ 7502-89 РЗ-20	Лінійні виміри	Діапазон вимірів(0-5000) мм, ц.д. 1 мм	2
Шнур розмічальний в корпусі	Покупний	Позначення розмічальної лінії на стінах	Довжина 25 м	2
Схил будівельний	СТБ 1111-98	Провішування вертикальних поверхонь і направляють	-	2
Косинець металевий	ГОСТ 3749-77	Виконання прямих кутів	-	2
Теодоліт	2Т-5К	Розмітка фасаду, перевірка вертикальності і горизонтальності ліній розмітки	-	1



## продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
Нівелір	Н-10 ГОСТ 10528-76	Винесення відміток на цоколі	-	1
Рейка дерев'яна	Індивідуальне виготовлення	Перевірка рівності поверхні	2м	2
Інвентарні трубчасті ліси	«Будмаш», Будтех-прогресс» та ін.	Для роботи на висоті	-	За розрахунком на захватку
Монтажний майданчик переставний з	ГОСТ 26887-86.	Робота на висоті	-	2
Перфоратор	« BOSCH», GBM - 2-24 DFR, або	Висвердлювання отворів в стіні фасаду	-	2
Електродріль	« BOSCH», PSB - 500 RE або аналогічний	Висвердлювання отворів під заклепки	-	2
Електропила	« BOSCH», або аналогічний	Розпилювання профілів, сайдингу	-	2
Гідрорівень	ГОСТ 9416-83	Розмітка фасаду, монтаж плит	-	1
Рівень	ГОСТ 9416-83	Розмітка фасаду, монтаж підсистеми і плит	-	1
Лобзик	TRION PS 300 EQ - Plus	Фігурне розпилюванн	-	1
Лопата	Покупний	Прибирання	-	3
Контейнер для сміття	Покупний	Збір сміття	1000x800x800мм	2
Шуруповерт	« BOSCH» або іншої марки	Закручування анкер-дюбелів	-570 Вт	2
Плоскогубці	ГОСТ 17439-79	Підгін металевих елементів	-	2
Молоток(500-600 г)	ГОСТ 11042-90	Забивання анкер-дюбеля в	0,4 кг	2
Ніж висувний(трапеція	ГОСТ 18975-73	Різання плит утеплювача	-	2

## продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
Волосінь	Д 1,5-2 мм	Розмітка фасаду, монтаж підсистеми		
Пила - ножівка	ГОСТ 41 56-93	Різання плит	-	2
Монтажний стіл	Індивідуальне виготовлення	Розкрій облицювальних елементів	-	2
Ящик для	покупний	Складування інструментів	-	2
Рукавиці, спеціальні рукавички	ГОСТ 20010-93	Захист рук	-	3
Окуляри захисні	ГОСТ 12.4.013- 85Е	Захист очей	-	3
Каска будівельна	ГОСТ 12 4 087- 84	Захист голови	-	3
Пояс запобіжний	ГОСТ 12. 4.089- 86	Страховка при роботі на висоті(люльці)	-	6
Костюм літній і зимовий.	ГОСТ 12.4.01 6- 83	Робочий одяг	-	3 3
Вогнегасник	ГОСТ 281 30-89	Засіб пожежогасінні	-	За розрахун ком

## 2.7 Вимоги з техніки безпеки

При виконанні робіт по облицюванню і утепленню стін фасадів будівель слід дотримуватися вимог ДБН А.3.2.2-2009[3] і інших нормативних документів.

Роботи повинні виконуватися спеціально навченими робітниками під керівництвом і контролем інженерний - технічних працівників. До виробництва робіт допускаються робітники, що пройшли медичний

огляд, комплекс інструктажів за правилами техніки безпеки і пожежної безпеки.

Про проведення інструктажів мають бути зроблені відмітки у спеціальних журналах з підписами проінструктованих. Журнали повинні зберігатися на об'єкті або у будівельній(ремонтною) організації.

Усі працівники мають бути навчені правилам гасіння пожежі і способам роботи з первинними засобами пожежогасіння.

Робітники повинні мати спецодяг, респіратори, каски запобіжні пояси, нешкідливі миючі засоби, захисні пасти і так далі, мати кваліфікацію що відповідає виконуваним роботам. Все роботи слід робити з інвентарних засобів підмашування.

Забороняється знаходитися на будівельному майданчику або в місцях складування елементів без будівельних касок.

Роботи по монтажу, складуванню, вантаженню і розвантаженню довгомірних металевих конструкцій(облицювальні панелі) слідує виконувати в рукавицях.

Усі роботи з мінераловатними утеплювачами слідує виконувати в захисних окулярах.

До роботи з механізованими ручними інструментами і механізмами допускаються робітники, що пройшли спеціальну підготовку.

Неприпустимо застосування несправних механізмів і несправного ручного механізованого інструменту. Перед початком зміни необхідно перевірити справність засобів підмашування, механізмів, інструментів і пристосувань. Усі виявлені дефекти мають бути усунені до початку робіт. При виявленні будь-яких несправностей в механізмах, засобах підмашування і інших пристосуваннях роботу слід негайно припинити.

При використанні вантажопідійомних машин і механізмів виконувати вимоги інструкцій з їх безпечної експлуатації і ПВР.

Пристосування, призначені для забезпечення безпеки працюючих і зручності роботи(люльки, ліси) повинні відповідати вимогам ГОСТ 27372-

87, ГОСТ 12.2.012-75, ГОСТ 27321-87, ГОСТ 24258-88 і ГОСТ 28012-89, а також інструкціям з експлуатації виробника.

У місцях підйому робітників на засоби підмашування мають бути вивішені плакати з вказівкою величини і схеми розміщення навантажень згідно ПВР і інструкцій з їх експлуатації.

Встановлені на будівельному об'єкті засоби малої механізації з напругою понад 42В мають бути заземлені. При дощі, снігу робота з електромеханізмами і інструментом на даху забороняється. Рубильники-пускатчі повинні поміщатися в тих, що закриваються кожухах. Електропідведення до машин і інструментів має бути за ізолюваною і заземленою і полягати в спеціальні шланги, а з'єднання ретельно за ізолювані.

У зоні виконання робіт забороняється присутність сторонніх.

При виконанні робіт матеріали не повинні потрапляти всередину експлуатованих приміщень, на балкони, лоджії, проходи і проїзди. У разі потреби слід застосовувати захисні і покривні матеріали.

Не допускається зберігання і складування матеріалів на засобах підмашування, а так само в підвалах, на сходових клітинах проходах та ін. місцях, доступних для сторонніх.

Перед початком робіт будівельний майданчик має бути підготовлена відповідно до діючих норм і правил обгороджена, обладнана тимчасовими будівлями, спорудами, складами інженерними мережами і ін. Мають бути позначені і підготовлені місця складування балонів з горючими газами і легкозаймистими матеріалами.

Забороняється проводити будь-які роботи за межами будівельного майданчика.

Забороняється розміщення будь-яких тимчасових об'єктів в протипожежних розривах, на експлуатованих проїздах і проходах.

Тимчасові будови повинні розташовуватися від інших будівель і споруд на відстані не менше 18м (крім випадків, коли по інших нормах

потрібно більший протипожежний розрив) або у протипожежних стін.

Окремі блок - контейнерні будівлі допускається мати в розпорядженні групами не більше 10 в групі і площею не більше 800 м<sup>2</sup>. відстань між групами цих будівель і від них до інших будов слід приймати не менш 18 м.

При виробництві робіт по утепленню конструкцій, що захищають, на площі більше 1000 м<sup>2</sup>, із застосуванням пального або трудно горючого утеплювача, для цілей пожежогасінні слід передбачати облаштування тимчасового протипожежного водопроводу. Відстань між пожежними кранами слід приймати з умови подання води у будь-яку точку не менше чим двома струменями з витратою 5л/з кожна. Будівля і побутові приміщення мають бути забезпечені засобами пожежогасінні з розрахунку 2 вогнегасники на 100 м<sup>2</sup> поверхні, що утепляється одночасно, засобами зв'язку для виклику пожежної служби у разі виникнення пожежі використання первинних засобів пожежогасінні для господарських і інших потреб, не пов'язаних з гасінням пожежі, не допускається. Вогнегасники повинні завжди міститися в справному стані, періодично оглядатися, перевірятися і своєчасно перезаряджатися. При розставлянні вогнегасників необхідно виконувати умову, що відстань від можливого вогнища пожежі до місця розміщення вогнегасника не повинна перевищувати 20 м. У зимовий час(при температурі повітря нижче 1°С) вогнегасники необхідно зберігати в опалюваних приміщеннях, на дверях яких має бути напис «Вогнегасники».

Виконання робіт по облицюванню і утепленню з використанням горючих матеріалів одночасно із зварювальними і іншими роботами, що використовують відкритий вогонь, забороняється.

Забороняється палити і користуватися відкритим полум'ям в місцях зберігання і застосування горючих матеріалів.

При укладанні горючих матеріалів, а також при використанні устаткування, що має підвищену пожежну небезпеку, слід вивішувати стандартні знаки безпеки.

На місці виробництва робіт кількість горючих матеріалів(утеплювача) не повинна перевищувати змінної потреби. Після закінчення зміни, слід оглянути робочі місця і привести їх в протипожежний стан. Забороняється залишати невикористаний горючий матеріал усередині і на покриттях будівлі, на засобах підмашування, в протипожежних розривах.

При виявленні пожежі або ознак горіння(задимлення, запах гару, підвищення температури і тому подібне) необхідно негайно повідомити про це в пожежну службу, вжити усі можливі заходи по евакуації людей, гасінню пожежі і забезпеченню збереження матеріальних цінностей.

Правила техніки безпеки при роботі з риштувань. Стан лісів щоденний перед початком зміни повинен перевіряти майстер, виконроб або бригадир.

До монтажу і демонтажу риштувань допускаються робітники-монтажники, не молодше 18 років і не старше 60 років, які мають розряд не нижче третього. Вони повинні пройти ввідний і виробничий інструктаж, навчання по техніці безпеки.

До робіт по монтажу і демонтажу риштувань заввишки більше 15м допускають робітників, які пройшли спеціальний медичний огляд. Повторний інструктаж монтажникам риштувань проводять не рідше за раз в 3 місяці, додаткові при зміні умов роботи.

Повторна перевірка знань монтажника риштувань проводиться через кожні 12 місяців, а також при прийомі його з іншої організації і після перерви в роботі більше одного року.

Перед початком робіт монтажники повинні ознайомитися з проектом виробництва робіт на монтаж і демонтаж риштувань. Усі роботи слід вести в строгій відповідності його вказівкам.

Монтаж і демонтаж робиться під безпосереднім керівництвом інженерний - технічного працівника.

Робітники, що виконують монтаж і демонтаж риштувань на висоті, повинні мати запобіжні пояси і страхувальні вірьовки.

У кожному конкретному випадку виконроб вказує місця страховки і заносить їх в наряд на особливо небезпечні роботи.

Настили і сходи риштувань необхідно періодично очищати від сміття, залишків будівельних матеріалів.

Скупчення людей на риштувань не допускається.

При монтажі і демонтажі конструкцій риштувань слідує строго дотримуватися правил техніки безпеки відповідно до ДБН А.3.2.2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві»[3].

Настили риштувань і помістив заввишки більше 1,3 м від рівня землі або перекриття мають бути захищені перилами заввишки не менше 1,1 м, бортовою дошкою не менше 15 см. Трубчасті ліси мають бути заземлені і забезпечені грозозахистом.

При прийманні лісів мають бути перевірені:

- відповідність зібраного каркаса монтажним схемам проекту виробництва робіт;

- наявність зав'язків і кріплень що забезпечують стійкість;

- вузли кріплення;

- робочі настили і обгороджування;

- вертикальність стійок;

- надійність опорних майданчиків;

- заземлення;

- забезпечення відведення води від лісів;

- правильність установки блискавки прийменникова;

- наявність на місцях плакатів з схемами навантажень, вказівками про величину, що допускається.

Щодня перед початком зміни стан лісів повинні перевіряти виконавець робіт і майстер, керівний виконуваними з лісів роботами. Обов'язково, не рідше за 1 раз в 10 днів ліси перевіряються виконробом з інженером по техніці безпеки або головним інженером управління. Результати огляду повинні заноситися в «Журнал приймання і огляду засобів підмашування».

Риштування, з яких впродовж місяця і більше робота не виконувалася, а так само після дощу або відлиги, перед відновленням робіт піддаються прийманню повторно.

Дерев'яні щити настилу риштувань мають бути піддані глибокому просоченню вогнезахисним складом і антисептиками.

На риштуваннях мають бути передбачені місця для установки первинних засобів пожежогасіння.

Правила техніки безпеки при роботі з коліскою. Коліски будівельні повинні відповідати ДСТУ EN 14502-1:2019 Крани. Устаткування для підймання людей. Частина 1. Коліски підвісні (EN 14502-1:2010, IDT). Управління приводом повинно робитися з коліски шляхом безперервного натиснення на кнопку апарату управління. Коліски обладнуються обгороджуванням заввишки 1,2 м. Коліски обладналися робочими канатами і страхувальними канатами з ловцями. На консолях коліски встановлюються обмежувачі підйому по висоті сполученими з кінцевими вимикачами. Лебідки колісок обладналися двома автоматичними гальмами. Коліски перевіряються щодня, а також після кожної перестановки на нову захватку. Виконання інших робіт над коліскою і в районі установка консолей не допускається.

Після закінчення робіт і при перервах коліска опускається на землю і відключається від мережі. Вихід з коліски у віконні або дверні отвори будівлі на висоті не допускається.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях. У випадках виникнення пожежі :

- знеструмити устаткування і електроінструмент;
- оголосити пожежну тривогу;
- викликати пожежну команду;
- повідомити керівництво;
- приступити до гасіння пожежі за допомогою штатних засобів пожежогасіння.



У разі порушення технологічного процесу:

- припинити роботу;
- оповістити інших працівників про небезпеку;
- покинути небезпечну зону;
- повідомити керівництво про подію;
- захистити небезпечну зону;
- продовжувати роботи дозволяється тільки після усунення порушення

з дозволу керівника робіт.

При нещасному випадку:

- припинити роботу, відключити електроінструмент;
- надати потерпілому долікарську допомогу;
- викликати швидку медичну допомогу;
- повідомити керівництво про нещасний випадок;
- забезпечити збереження місця події без змін до закінчення роботи

комісії з розслідування, якщо це не погрожує поширенню аварії і здоров'ю інших працівників.

## **2.8 Калькуляція трудових витрат**

Технологічна карта розроблена на улаштування вентилязованих фасадів з облицюванням фасадними касетами. Нормативи витрат праці приведені з розрахунку зміни тривалістю 8 годин. У витратах праці врахований час на підготовче - завершальні роботи(ПЗР), технологічні перерви, витрати часу на відпочинок і особисті потреби. Нормами враховані, але не обумовлені у складі робіт дрібні допоміжні і підготовчі операції, що є невід'ємною частиною технологічного процесу. Калькуляція витрат праці на облаштування вентилязованих фасадів з облицюванням фасадними касетами(панелями) при будівництві, ремонті і реконструкції промислових, громадських і житлових будівель

Таблиця 2.5 - Калькуляція витрат праці на встановлення і розбирання риштувань

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг м	Норма часу на одиницю виміру, люд.-год маш. – год.	Склад ланки			Витрати праці на увесь об'єм, люд.-год маш.-год
						Професія	Розряд	Кіл.	
1.	Е6-1 т.2табл. 1,2 додаток.	Встановлення і розбирання риштувань	1 м <sup>2</sup>	1	0,40	Монтажник	4р 3р 2р	1 2 1	0,40
Разом:									0,40

Таблиця 2.6 - Калькуляція витрат праці на підготовчі роботи по очищенню стінних поверхонь

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг м	Норма часу на одиницю виміру, люд.-год	Склад ланки			Витрати праці на увесь об'єм, люд.-год
						Професія	Розряд	Кіл.	
1.	Е 20-1-189 т.3 п. 1	Підготовка поверхні стін	100м <sup>2</sup>	1	2,0	Монтажник	2р	1	2,0
Разом:									2,0

Таблиця 2.7 - Калькуляція витрат праці на розмітку поверхні стіни, під монтаж фасадної системи з облицюванням з облицюванням фасадними касетами(панелями).

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг м	Норма часу на одиницю виміру, люд.-год/ маш.-год.	Склад ланки			Витрати праці на увесь об'єм, люд.-год маш. - год
						Професія	Розряд	Кіл-ть	
1.	НЗТ т.А1	Розбиття на проміжні точки по захваткам; розмітка точок під виконання отворів для кріпильних кронштейнів до стіни	100 отвір	1	22,00/ 0,18	Монтажник	5р 3р	1 1	22.00 /0,18
Разом									22,00 /0,18

Таблиця 2.8 - Калькуляція витрат праці на свердління отворів в цегляній стіні фасаду

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг м	Норма часу на одиницю виміру, люд.-год/ маш.-год.	Склад ланки			Витрати праці на увесь об'єм, люд.-год
						Професія	розряд	Кол.	
1.	Е9-1-46 Т. 1 п. 1д	Свердління отворів в цегляній стіні по готовій розмітці	100 отв	1	2,3//2,3	Монтажник	3р	1	2,3/2,3
Разом:									2,3/2,3

Таблиця 2.9 - Калькуляція витрат праці на монтаж і кріплення кронштейнів в стіні

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг	Норма часу на одиницю виміру, чел.-час маш.-год.	Склад ланки			Витрати праці на увесь об'єм, люд.-год маш.- год.
						Професія	разряд	Кол.	
1.	НЗТ т.А2	Монтаж і кріплення кронштейнів в стіні фасаду	100 кронштейнов	1	10.00/0,40	Монтажник	4р 3р	1 1	10.00 /0,40
Разом:									10.00 /0,40

Таблиця 2.10 - Калькуляція витрат праці на кріплення плит утеплювача дюбелями до цегляної поверхні стін

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм	Норма часу на одиницю виміру, люд.-год маш.-год	Склад ланки			Витрати праці на увесь об'єм, люд.-год маш.-год
						Професія	Розряд	Кіл.	
1.	НЗТ т. А3	Монтаж плит утеплювача	100м2	1	23,40	Монтажник	5р 3р	1 1	23,40
2.	НЗТ т. А 6 п.1	Свердління отворів в цегляній стіні	10 отв	8,0	3,00 3,00	Монтажник	3р	1	24,00 24,00
3.	НЗТ т. А 6 п.2	Установка дюбелів в готовий отвір із закріпленням	10 шт	8,0	2,90	Монтажник	3р	1	23,20
4.	Е 1-19 2а, 26(К=2)	Перенесення плит утеплювача до місця виробництва робіт	1т	0,412	1,98	Підсобний робітник	1р	1	0,816
5.	Е 1-19 2а, 26(К=2)	Перенесення дюбелів до місця виробництва робіт	1т	0,0244	1,98	Підсобний робітник	1р	1	0,048
Разом:									71.464
									24,00

Таблиця 2.11 - Калькуляція витрат праці на укладання вітровлагозахисної плівки

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм	Норма часу на одиницю виміру, люд.-год маш.-год	Склад ланки			Витрати праці на увесь об'єм, люд.-год маш.-год
						Професія	Розряд	Кіл.	
1.	НЗТ т.А4	Укладання вітровлагозахисної плівки	100 м <sup>2</sup>	1	5,80	Монтажник	4р 3р	1 1	5,80
Разом:									5,80

Таблиця 2.12 - Калькуляція витрат праці на кріплення профілів КПП, орієнтованих горизонтально до кронштейнів

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм	Норма часу на одиницю виміру, чел.-час маш.год.	Склад ланки			Витрати праці на увесь об'єм, чел.-час маш.год.
						професія	Розряд	Кіло к	
1.	НТЗ т А8	Монтаж і кріплення профілів до кронштейна.	100 шт	1	36,11 /0,97	Монтажник	5 4 3	1 1 1	36.11/ 0,97
2.	Е1 - 19 п. 2а	Перенесення профілів	1 т	0,19	1,2	Підсобний робітник	1	1	0,23
Разом:									36.34/ 0,97

Таблиця 2 13 - Калькуляція витрат праці на кріплення профілів КПП, орієнтованих вертикально до кронштейнів  
на 100 кронштейнів

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг	Норма часу на одиницю виміру, люд.-час маш.-год.	Склад ланки			Витрати праці на увесь об'єм, люд.-час маш. год
						Професія	Роз ряд	Кіло к	
1.	НТЗ т А9	Монтаж і кріплення профілів до кронштейна.	100 шт	1	22.96/ 0,55	Монтажник	5 р 4 р 3р	1 1 1	22.96 /0,55
2.	Е1 - 19 п. 2а	Перенесення профілів	1 т	0,19	1,2	Підсобний робітник	1р	1	0,23
	Разом:								23.19/ 0,97

Таблиця 2.14 - Калькуляція витрат праці на установку цокольного зливу

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг	Норма часу на одиницю виміру, чол.-год маш.-год.	Склад ланки			Витрати праці на увесь об'єм, чол.-год маш.-год.
						Професія	Розряд	Кіло к	
1.	НЗТТ.А10	Установка цокольного зливу	100 м.п.	1	24.05 1,25	Монтажник	5р 4р 3р	1 1 1	24.05 1,25
2.	Е1 - 19 п. 2а	Перенесення цокольного зливу	1 т	0,44	1,2	Підсобний робітник	1р	1	0,53
Разом:									24.58

Таблиця 2.15 - Калькуляція витрат праці на установку початкової планки для монтажу фасадних касет

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг	Норма часу на одиницю виміру, чел.-час маш.год.	Склад ланки			Витрати праці на увесь об'єм, чел.-час маш.год.
						Професія	Розряд	Кіл	
1.	НЗТ т.А11	Установка початкової планки	100 м.п.	1	24.43/ 1,30	Монтажник	5р 4р 3р	1 1 1	24.43/ 1,30
2.	Е1 - 19 п. 2а	Перенесення початкової планки	1 т	0,44	1,2	Підсобний робітник	1р	1	0,53
Разом:									24.96 /1,30



Таблиця 2.16 - Калькуляція витрат праці на монтаж фасадних касет

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг	Норма часу на одиницю виміру, люд.-год	Склад ланки			Витрати праці на увесь об'єм, люд.-год маш.-год.
						Професія	Роз ряд	Кіло к	
					маш.-год.				
1.	НТЗтА13	Монтаж фасадних касет МП 2005(2000)	100 м2	1	52,84 /8,87	Монтажник	5р 4р 3р	1 1 1	52,84 8,87
2.	Е1 - 19 п. 2а	Перенесення фасадних касет МП 2005(2000)	1 т	0,85	1,2	Підсобний робітник	1р	1	1,02
Разом:									53.86 /8,87

Таблиця 2.17 - Калькуляція витрат праці на монтаж кутових елементів, вертикальних і горизонтальних укосів, віконного відливу і архітектурних виступів

№	Обґрунтування	Найменування робіт	Од. вим.	Обсяг	Норма часу на одиницю виміру, чел.-час маш.-год.	Склад ланки			Витрати праці на увесь об'єм, чел.-час маш.-год.
						Професія	Розряд	Кіло к	
1.	НТЗ т А11	Монтаж кутових елементів, вертикальних і горизонтальних укосів, віконного відливу і архітектурних виступів	100 м.п.	1	60.18 /3,50	Монтажник	5 р 3рр	1 1	60.18/ 3,50
2.	Е1 - 19 п. 2а	Піднесення кутових елементів, вертикальних і горизонтальних укосів, віконного відливу і архітектурних виступів	1 т	0,043	1,2	Підсобний робітник	1	1	0,052
Разом:									60.812/3,44

### 3 АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ УЛАШТУВАННЯ СУЧАСНИХ ФАСАДНИХ СИСТЕМ

#### 3.1 Розрахунок вартості облицювання фасаду будівлі фасадними касетами

Проаналізуємо економічну ефективність застосування вентилярованих фасадних систем на прикладі розрахунку вартості матеріалів і робіт для облицювання фасаду будівлі фасадними касетами.

Таблиця 3.1 - Вартість матеріалів і робіт для облицювання фасаду будівлі фасадними касетами на 1м<sup>2</sup>

Найменування	Код	Од. виміру	Кіл-ть	Ціна	Вартість
Панелі МП2005 (875x1700мм) з покриттям ПВДФ	МП 2000-1,2	кв. м	1,00	310,00	310,00
Упаковка для панелей		шт.	0,01	220,00	2,20
Кронштейн	ККУ120-2	шт.	2,53	25,40	64,3
Комплект кріплення для кронштейна	8*80цинк	шт.	2,53	15,50	39,20
Кріпильний профіль г-подібний	КПГ/3	шт.	0,40	55,00	22,00
Кріпильний профіль основний	КПШ90/3	шт.	0,30	82,00	24,60
Кріпильний профіль проміжний	КПШ50/3	шт.	0,22	64,00	14,10
Декоративна накладка 0,09*3/0,5мм		кв.м	0,09	176,00	15,80
Саморіз оцинкований 4.8x28		шт.	7,00	3,50	24,50
Утеплювач Роквул Лайт Батс 100		уп.	0,34	524,00	178,20
Вітрозахист Тувек 75 м <sup>2</sup>		кв.м.	0,02	1025,00	20,50
Монтаж		кв.м	1	500,00	800,00
Разом					1515,10

У вартість не включені фасонні елементи(обрамлення отворів), проєктні, роботи з обміром , а так само вартість доставки матеріалу.

### 3.2 Розрахунок вартості облицювання фасаду «мокрого типу»

Технологія утеплення «мокрим способом» має на увазі під собою утеплення зовнішніх несучих стін, створюючи на них багат шаровий і укріплений пиріг, з використанням штукатурки, мастики та спеціалізованих клейових складів, що зачиняються звичайною водою.

Таблиця 3.2 - Вартість матеріалів і робіт для облицювання фасаду будівлі скріпленою теплоізоляцією на 1м<sup>2</sup>

Найменування продукції	Вага/уп./шт.	Ціна уп. грн	Витрата на 1 м.кв.	Ціна 1 м.кв. грн.
Ceresit СТ35(короїд, біла) зерно 2,5	25,00	242,0	3,00	28,80
Фарба фасадна (кольорова)	45,00	1589,20	0,35	125,00
Утеплювач	м.куб.	240,00	0,05	55,00
Штукатурно-клейова суміш	25,00	162,40	6	70,00
Сітка армує Фасад 5*5 100см*50п.м.	50 м.кв.	638,00	1	76,56
Фасадний дюбель ЛІ - 10*120, сердечник поліпроп.(500 шт./уп.)	500,00	212,23	5	10,00
Фасадна акрилова грунтовка	10,00	1371,20 р	0,25	34,28
Вартість робіт		350	1	350
Разом				749,58

Обсяги робіт визначимо у відповідності з конструктивними рішеннями об'єкту будівництва. Витрата матеріалів прийнята за даними проєктно-технологічної документації.

### 3.3 Техніко-економічне обґрунтування варіантів конструктивних рішень

Кошторисна собівартість варіантів конструктивних рішень з врахуванням місця будівництва.

$$C_1 = 1515 \times 1245 = 1886175 \text{ грн}$$

$$C_2 = 749,58 \times 1245 = 933227,1 \text{ грн}$$

Знаходимо тривалість зведення конструкції.

$$t = \frac{m}{N \times n \times s} \quad (3.1)$$

$$t_1 = \frac{3518,26}{8 \times 16 \times 1} = 27,5 \text{ днів} = 0,09 \text{ року}$$

$$t_2 = \frac{5974,76}{8 \times 16 \times 1} = 46,7 \text{ днів} = 0,15 \text{ року}$$

Визначимо величину основних виробничих фондів.

З основних виробничих фондів умовно враховуємо тільки ті машини, які приймають участь в процесі зведення конструкції. При улаштуванні облицювання фасаду кран не використовується.

Визначили величину оборотних засобів, які приймають участь у процесі зведення конструкцій з врахуванням показника обертаємості.

Середньорічна величина оборотних засобів будівельної організації .

$$\Phi_{об} = \frac{1,06 \times C}{t \times n} \quad (3.2)$$

$$\Phi_{об1} = \frac{1,06 \times 1515}{0,09 \times 3} = 5194,78 \text{ грн}$$

$$\Phi_{об2} = \frac{1,06 \times 749,58}{0,15 \times 3} = 1765,68 \text{ грн}$$

Коефіцієнт врахування зміни пори року служби нового плану споруди у порівнянні з базовим (строк служби – 50 років)

$$\varphi = \frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n} = \frac{1,3846}{6,8436} = 0,2023$$

Приведені затрати по варіантам, що порівнюються, конструктивного рішення:

$$П = [C + E_n (\Phi_{np} + \Phi_{об})] \times \varphi + 1.06 \times \frac{1}{E_{np}} \times \left( P \times \frac{C}{100} \right) \quad (3.3)$$

де  $E_n=12$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності в будівництві;

$E_{np}=0.08$  – нормативний коефіцієнт приведення наступних затрат.

$P=0.7$  – відчислення на ремонт та утримання конструкцій у відсотках від кошторисної вартості:

$$\begin{aligned} П_1 &= [1515 + 0,15(0 + 5194,78)]0,2023 + 1.06 \times \frac{1}{0,08} \times \left( 0,7 \times \frac{1515}{100} \right) \\ &= 604,64 \text{грн} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} П_2 &= [749,58 + 0,15(0 + 1765,68)]0,2023 + 1.06 \times \frac{1}{0,08} \times \left( 0,7 \times \frac{749,58}{100} \right) \\ &= 274,74 \text{грн} \end{aligned}$$

Таблиця 3.3 - Основні техніко-економічні показники

№ п/п	Назва показника	одиниця	Варіанти	
			1	2
1	Кошторисна вартість облицювання стін	грн.	1515	749,58
2	Трудомісткість зведення стіни	люд.-год.	3518,26	5974,76
3	Тривалість зведення стіни	дні	27,5	46,7
4	Річні приведені витрати	грн.	604,64	274,74

Аналіз проєктних рішень. Порівнюючи варіанти улаштування фасадних систем доводить, що кошторисна вартість першого варіанту більше чим першого на 765,42 грн, що складає 49%. Але трудомісткість першого варіанту значно менша другого на 2456,5 чол.-год., що складає 58.8% У зв'язку з цим тривалість виконання робіт улаштування стіни з вентиляльованим фасадом значно нижча в порівнянні зі зведенням другого варіанта.

Однією з найкращих якостей фасадної системи є наявність повітряного прошарку у вентиляльованому фасаді, яка принципово відрізняє його від інших типів фасадів, оскільки внутрішня волога вільно видаляється в навколишнє середовище. Вентиляльований повітряний прошарок знижує також і тепловтрати в опалювальний період, тому що температура повітря в ній декілька вище, ніж зовні. У свою чергу, зовнішній екран з оздоблювальних матеріалів захищає розташований за ним шар теплоізоляції, а також саму стіну, від атмосферних впливів. Влітку він виконує функцію сонцезахисного екрану, що відображає значну частину падаючого на нього потоку променистої енергії.

Для забезпечення пожежної безпеки в систему навісних фасадів включаються матеріали і вироби, що належать до категорії негорючих (НГ) або важкогорючих (П), що перешкоджають поширенню вогню. Крім того, відповідно до існуючих нормативних документів, системи вентиляльованих фасадів повинні проходити обов'язкові пожежні випробування, на яких визначається максимальна висота застосування системи та її пожежна придатність.

Отже з технічних та естетичних міркувань приймаємо цегляну стіну з вентиляльованим фасадом, який облицьовується фасадними касетами.

## ВИСНОВКИ

1. Системи вентилюваних фасадів пройшли на українському ринку великий шлях. З'явившись в нашій країні близько 10 років тому, вони були чимось на зразок екзотики, доступною заможним замовникам. Поступово зростало коло замовників, які вибирали цей варіант оздоблення фасаду, з'являлася додаткова технічна інформація, відпрацьовувалася система сертифікації і контролю якості. На даний момент ця область є однією з найбільш розвинених і, одночасно, суворо регламентованих і контрольованих в будівництві.

2. З недавнього часу в Україні з'явилися технічні норми, що вимагають зведення будівель з ефективним використанням енергії. Задачу їх проєктування і будівництва можна успішно вирішувати при здійсненні певної схеми захисних конструкцій, через яку у будь-який час в період експлуатації будівлі і за будь-яких погодних умов здійснюватимуться стійкі процеси потоку тепла, вологості і повітря. Найбільш перспективною технологією оздоблення є система навісних вентилюваних фасадів з повітряним прошарком. Конструкції навісних вентилюваних фасадів дозволяють ефективно вирішувати завдання енергозбереження, а наявність великої кількості матеріалів різноманітного кольору і фактури, використовуваних для виконання зовнішнього оздоблення, що дозволяє значно підвищити архітектурну привабливість будівель.

3. Вентилюваний фасад виконує три основні функції: захисну, утеплення та звукоізоляції.

Захисну функцію виконує облицювальний матеріал, який окрім декоративної функції ще захищає стіни від опадів і механічних дій. Утеплення завдяки шару теплоізоляції, такі будинки перетворюються на своєрідні термоса. Взимку вони остигають в 5-6 разів повільніше не утеплених будинків, а влітку зберігають усередині будівлі прохолоду, дозволяючи економити на



кондиціонуванні. Вентильовані фасади мають підвищену звукоізоляцію, за рахунок ефекту подвійного звукопоглинання. Його створюють облицювальний матеріал і шар щільного утеплювача. В порівнянні із звичайними фасадами звукоізолюючі показники вище в 1,5-2 рази.

4. У вентильованому фасаді окремі шари конструкції розташовуються таким чином (від внутрішньої поверхні до зовнішньої): конструкція (стіна), що захищає, теплоізоляція, повітряний прошарок, захисний екран. Така схема є оптимальною, оскільки шари різних матеріалів до повітряного прошарку розташовуються у міру зменшення коефіцієнтів теплопровідності і збільшення коефіцієнтів паропронименості.

5. Встановлено що використання НВФ дозволяє знизити трудомісткість робіт до 0,47 - 1,74 люд.-змін на 1 кв. м площі фасаду, що з урахуванням процесів експлуатації та ремонту на 4-6% ефективніше в порівнянні з існуючими порівнянними традиційними методами улаштування фасадів без вентильованих зазорів.

6. Підвищення вимог до теплозахисту будівель, необхідність збільшення терміну збереження експлуатаційних якостей будівельних конструкцій, поліпшення санітарно-гігієнічних властивостей і комфортності приміщень, постійне впровадження в будівельній галузі сучасних технологій і матеріалів і, безумовно, прагнення архітекторів до нових рішень - ось основні причини застосування систем навісних вентильованих фасадів. Крім того, експлуатація, догляд, і поточний ремонт таких фасадів (у порівнянні з традиційними варіантами облицювання) більш прості й економічні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арутюнян І.А., Данкевич Н.О. Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень в будівництві. навч.-метод. посібник для студ. ЗДІА спец. 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ден. та заоч. форм навчання. Запоріжжя: ЗДІА, 2018. 131 с.
2. ДБН В.2.2-17:2006 Будинки і споруди. Доступність будинків і споруд для мало мобільних груп населення. [Чинні з 2007-05-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2007. 21с.
3. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2012-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 94 с
4. ДБН А.3.1-5-2016. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2016-05-05] Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 52 с.
5. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 27 с.
6. ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013. Настанова щодо проведення робіт з улаштуванням ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель будівель і споруд. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. 88 с.
7. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожеж. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с.
8. ДСТУ-Н Б В.1.1-34:2013. Настанова з розрахунку та проектування звукоізоляції огорожувальних конструкцій житлового і громадських будинків. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіонбуд України, 2014. 88с.

9. ДСТУ ISO 9001: 2015 Система управління якістю. Вимоги: - [Чинний від 2015–12–31]. Вид. офіц. Київ : ДП УкрНДНЦ, 2016. 31 с.
10. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель. [Чинний від 2016–00–01]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіонбуд України, 2015. 29с.
11. ДБН В.2.6-33:2008 Конструкції будинків і споруд Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації [Чинні з 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіонбуд України, 2009.21с.
12. ДБН Б А.2.2-8:2010 Проектування. Розділ «Ефективність» у складі проектної документації об'єктів.. [Чинні з 2011-06-01]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіонбуд України, 2010. 47с.
13. ДСТУ Б.В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2014–01-01]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіонбуд України, 2014. 71 с.
14. ДСТУ–Н Б В.2.6-203:2015. Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажу будівельних конструкцій. [Чинний від 2016–04–01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України , 2015. 62 с.
15. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022–09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України , 2022. 27 с.
16. Загородній А.Г., Стадницький Ю.І. Економічне обґрунтування вибору оптимальних технологічних рішень в будівництві : навч. посібник. Львів : Львівська політехніка, 1995. 103 с.
17. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей: Навчальний посібник. Київ: Основа, 2001.336с.
18. Кривенко П.В., Пушкарьова Е.К., Барановський В.Б. Будівельне матеріалознавство. підручник. Київ: Либідь, 2012 245 с.

19. Козик В.В., Гавриляк А.С., Петрушка Т.О. Організація будівництва : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 256 с.
20. Кизима В.П., Яковчук В.В, Люльчик О.В. Теплоізоляційні та гідроізоляційні роботи у будівництві : навч. посіб. Рівне : Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування, 2010. 256 с.
21. Конструктивно-технологічні рішення вентильованих фасадних / О.П. Конончук URL: <http://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=137213> (дата звернення 11.09.2023).
22. Наукові основи розвитку будівельної галузі України монографія /за ред. І. А. Арутюнян. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 460 с.
23. Організація будівництва : підручник / за ред. С.А. Ушацького. Київ : Кондор, 2007. 521 с.
24. Павлов І.Д., Терех М.Д., Полтавець М.О. Оптимізація управлінських рішень в будівництві: навч.-метод. посібник. ЗДІА. Запоріжжя: ЗДІА, 2016. 73 с.
25. Пушкарьова К.К. Сучасні українські будівельні матеріали, виробы та конструкції. Київ: Асоціація «ВСВБМВ», 2012. 664 с.
26. Про енергетичну ефективність будівель: Директива Європейського Парламенту та Ради Європейського Союзу 2010/31/ЄС // Офіційний вісник Європейського Союзу, 2010. 32 с.
27. Про енергетичну ефективність будівель: проект Закону України від 11.07.2016 р. № 4941, станом на 2 серпня 2016 р. URL:: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=59631](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=59631).
28. Сучасні технології в будівництві : підручник / за. ред. О.І. Менеїлюка. Київ : Освіта України, 2011. 534 с.
29. Сучасні теплоізоляційні матеріали URL: <http://www.termolife.com.ua/pages/89/> (дата звернення 12.09.2023).

30. Сучасні конструктивно-технологічні рішення фасадних систем. Загальні положення/ О.П. Конончук URL: <http://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=137214> (дата звернення 12.09.2023).
31. Технологія монтажу будівельних конструкцій: Навчальний посібник/ за ред. В.К. Черненка. Київ: 2010 372 с.
32. Технологія будівельного виробництва: підручник / за ред. В.К. Чернетка, М.Г. Ярмолена. Київ: Вища шк., 2002. 430 с.
33. Технологія будівельного виробництва практикум. навч. посібник для вnz / за ред. М. Г. Ярмоленко. Київ : Вища школа, 2007. 207 с.
34. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: Практичний посібник. Видання 3-тє, актуалізоване. / за ред.. Бригілевича В. Львів, 2016. 186 с.
35. Теплоаудит URL: <http://ua.polifasadkiiev.com/teploaudit.html> (дата звернення 10.09.2023).
36. УкрТеплоізоляція. URL :<http://ukrteploizolyatsiya.com.ua> (дата звернення 10.09.2023).
37. Чернявський В.В. Кліматичні фактори впливу на теплоізоляційні фасадні системи з тонким штукатурним шаром. *Містобудування та територіальне планування*. 2010. №37. с. 559-564.
38. Юхименко А. І. Енергозбереження та термомодернізація будівель і споруд: навч.-метод. посібник для магістрів ЗДІА спец. 192 "Будівництво та цивільна інженерія" освітньої програми "Промислове і цивільне будівництво" ден. та заоч. форм навчання . Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 90 с.
39. Якіменко О.В. Технологія будівельного виробництва : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 410 с.
40. Якісна Теплоізоляція. Принципи інтегрованого термічного захисту URL: <http://passivehouse-igua.com/passivehouse/passive-house-integrated-thermal-protection/> (дата звернення 13.09.2023).