

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

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота

другий (магістерський)

на тему: «Аналіз технологічних процесів в розділі оздоблювальних робіт
навісних вентилярованих фасадів»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1922-пцб-дн
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»

освітньої програми «Промислове і цивільне
будівництво»

Коплік В.Л.

Керівник доц., к.т.н. Самченко Р.В.

Рецензент доц., к.т.н. Полтавець М.О.

Запоріжжя
2023 рік

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЦБ
проф. Арутюнян І.А.
«12» 20 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Копліку Вячеславу Леонідовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Аналіз технологічних процесів в розділі оздоблювальних робіт навісних вентиляованих фасадів

Керівник роботи Самченко Роман Васильович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «01» травня 2023 року №635-с

2 Строк подання студентом роботи 19.02.2024 р.

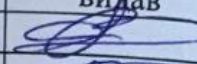
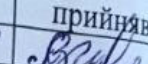
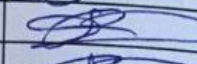
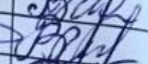
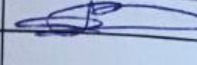

3 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливості розв'язання проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Виконати узагальнення вітчизняного та зарубіжного досвіду нвф. Дослідити фактори, що впливають на процес улаштування нвф. Удосконалити технологію виконання робіт. Виконати економічний аналіз запропонованої технології.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Від восьми графічних аркушів із результатами аналітичних обґрунтувань наукового напрямку досліджень, результатами

експериментальних досліджень, доказами оптимальності запропонованих методик, результатами чисельних розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень

6 Консультанти розділів роботи

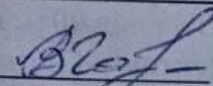
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Самченко Р.В., доц.		
Розділ 2	Самченко Р.В., доц.		
Розділ 3	Самченко Р.В., доц.		

7 Дата видачі завдання 19.05.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

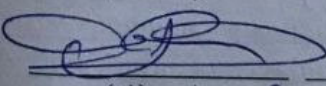
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1 Літературний огляд та теоретико-методологічні аспекти основ оздоблювальних робіт	22 жовтня	
2	Розділ 2 Дослідження технологічних процесів оздоблювальних робіт	20 листопада	
3	Розділ 3 Розрахунки підсистеми та теплоізоляції	26 січня	

Студент



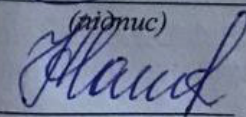
 (підпис) В.Л.Коплік
 (ініціали та прізвище)

Керівник роботи



 (підпис) Р.В. Самченко
 (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено



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

АНОТАЦІЯ

Коплік В. Л. Аналіз технологічних процесів в розділі оздоблювальних робіт навісних вентиляваних фасадів.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Р.В. Самченко. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут імені Ю.М. Потебні, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2023.

В роботі проведено аналіз технологічних процесів з утеплення зовнішніх стін будівель і споруд, розглянуті різні види готових виробів для заповнення отворів та оздоблювання готових стін з огляду на послідовність проектувальних робіт та доцільності вибору для інвестицій. Викритий детальний аналіз технологічного процесу по системі НВФ.

Ключові слова: навісні вентилявані фасади, витрати, фасадні системи, вироби заповнення отворів, проектування, інвестор.

Список публікацій магістранта:

Коплік В.Л., Самченко Р.В. Аналіз технологічних процесів в розділі оздоблювальних робіт навісних вентиляваних фасадів. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (17-20 жовтня 2023 р., м. Запоріжжя). Запоріжжя: ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ, 2023.

ABSTRAKT

Koplik V. L. Analysis of technological processes in the section of finishing works of hinged ventilated facades.

Qualifying thesis for obtaining a master's degree of higher education in specialty 192 - Construction and civil engineering, supervisor R.V. Samchenko. Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebny, Department of Industrial and Civil Engineering, 2023.

In the work, an analysis of technological processes for the insulation of the external walls of buildings and structures was carried out, various types of finished products for filling holes and decorating finished walls were considered, taking into account the sequence of design works and the feasibility of choosing for investments. A detailed analysis of the technological process according to the NVF system has been revealed.

Key words: hinged ventilated facades, costs, facade systems, hole filling products, design, investor.

List of publications of the master's student:

Koplik V.L., Samchenko R.V. Analysis of technological processes in the section of finishing works of hinged ventilated facades. Materials of the III All-Ukrainian scientific and practical conference with the participation of young scientists "Current issues of sustainable scientific, technical and socio-economic development of the regions of Ukraine" (October 17-20, 2023, Zaporizhzhia). Zaporizhzhia: INNI named after Yu.M. Potebni ZNU, 2023.

ЗМІСТ:

ВСТУП	7
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ТА ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОСНОВ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ	10
1.1 Суть (значення) оздоблювальних робіт	10
1.2 Види оздоблювальних робіт	12
1.3 Тенденції розвитку технологій виробництва в розрізі оздоблювальних робіт	14
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ	16
2.1 Аналіз передумов до вибору систем заповнення отворів	16
2.2 Аналіз технологічних процесів заповнення отворів готовими виробами	53
2.3 Аналіз технологічних процесів оздоблення стін «мокрими методами»	66
2.4 Аналіз технологічних процесів оздоблення стін та отворів навісними вентиляльованими фасадами	73
3 РОЗРАХУНКИ ПІДСИСТЕМИ ТА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ	81
3.1 Приклад розрахунку теплоізоляції для НВФ	81
3.2 Приклад розрахунку підсистеми та кріплення	84
3.3 Приклад розрахунку технологічного відходу матеріалу зовнішнього екрану	97
3.4 Паспорт облицювання навісного вентиляльованого фасаду	98
3.5 Приклад окремих вузлів на фасаді НВФ з нормами витрат матеріалів	106
ВИСНОВКИ	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	110

ВСТУП

Наразі в світі змінюється тенденції щодо вимог до матеріалів та технологій оздоблюваних фасадних робіт та вітражних конструкцій. Будівельній галузі слід готуватися до зміни клімату. Протягом тривалого часу акцент ставився на теплоізоляції та енергоефективності, наразі галузь звертає увагу на стійкість вікон, дверей та фасадних конструкцій до екстремальних погодних умов, таких як спека, повені, град і урагани.

Серед нагальних завдань, які будуть актуальними, слід виділити наступні:

- Захист від перегріву. В умовах зміни клімату, екстремальна спека стає більш поширеною та інтенсивною. Це вимагає нових заходів для забезпечення комфорту та безпеки, оскільки глобальна зміна клімату може призвести до серйозних наслідків для здоров'я.

- Стійкість до підвищеного рівня води. Зміна клімату створює загрозу для регіонів, які раніше не стикалися з проблемами повеней. Це вимагає розробки конструкцій, які витримують зміну рівня води та запобіжників повеней.

- Перегляд вимог до вітрових навантажень. Зміна клімату також впливає на вітрові навантаження, що вимагає перегляду вимог.

- Зламостійкість. У контексті граду та інших небезпек, стійкість вікон та фасадів стає додатково важливою. Також, війна в Україні актуалізувала питання вибухостійкості.

Тому в будівельній галузі розширюється «кліматично безпечних» будівельних продуктів, враховуючи ефективність, екологічність, стійкість до екстремальних погодних умов та можливості переробки. Розробляються методології оцінки «кліматичної безпеки».

Актуальність теми. Значне подорожчання енергоносіїв в останні роки вимагає значних змін в вимогах до теплоізоляції нових будівель і споруд, а

також термомодернізації існуючих, пошуку нових технологій спрямованих на зниження вартості оздоблювальних робіт на фасадахта використовуваних матеріалів. Кожний інвестор, до початку створення бізнес плану та ствердження інвестиційного кошторису ставить завдання для архітекторів та проектувальників розробляти індивідуальні архітектурні рішення з урахуванням зниження собівартості та підвищенням строку експлуатації і мінімізації витрат на обслуговування нового будівництва. Навісні вентилязовані фасади наразі є тим типом оздоблювальних робіт, який забезпечує одні з найкращих показників щодо витрат на обслуговування в процесі експлуатації.

В останні десятиліття в Україні, з появою таких матеріалів як пінобетон та газобетон масованим типом будівництва у житловому та комерційному секторах є зведення каркасних конструкцій з армованого бетону з заповненням світлопрозорими конструкціями та газобетоном. Завершальним етапом будівництва є зовнішнє оздоблювання стін.

Тому **метою роботи** є детальне дослідження технологічних процесів виробництва навісних вентилязованих фасадів, в поєднанні з послідовністю процесу проектування заповнення отворів в цілому, іншим видом оздоблення стін та заповнення отворів готовими виробами.

Об'єктом дослідження є навесні вентилязовані фасади.

Предметом дослідження є сучасні методи оздоблювальних робіт та заповнення отворів та аналіз матеріалів.

Задачі дослідження.

- Викрити основні переваги і недоліки різноманітних матеріалів та технологій заповнення отворів та оздоблюванні стін.

- Зробити аналіз матеріалів в розрізі їх вартості, умов та строку експлуатації, витрат на обслуговування, доцільності у використанні в будівництві комерційної та житлової нерухомості.

- Детально викрити всі технологічні процеси для монтажу НВФ з урахуванням конструкторських розробок, кошторису та якості виконання.

Методи дослідження:

- Розрахунок опору теплопередачі різними засобами опорядження зовнішніх стін та прорізів.
- Вивчення практики організації робіт при створенні навісних вентиляованих фасадів.
- Вивчення послідовності та необхідності детального проектування при виготовленні НВФ .

Наукова новизна. Спираючись на власний досвід створенні різноманітних навісних вентиляованих фасадів та аналізі сучасної інформації, їх ремонті та обслуговуванні викриваються ті особливості різноманітних матеріалів і технологій, які не викладаються в підручниках та ДБН, не висвітлюються у електронних ресурсах через небажання виносити на розголос недоліки при фінансуванні та експлуатації власниками будівель та споруд.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що до початку проектних робіт архітекторам та інвесторам значно полегшиться вибір методу оздоблювальних робіт та матеріалів з урахуванням економічної складової і експлуатаційних характеристик. Для проектувальників з'явиться можливість розробляти робочий проект спираючись не тільки на норми ДБН України, а й на викладені в цій роботі особливості трудовитрат різноманітних рішень по створенню фасадів.

Апробація роботи. Основні положення роботи опубліковані на III Всеукраїнській науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» у секції «Промислове та цивільне будівництво» (2023, м. Запоріжжя).

Структура роботи. Структурно робота складається з вступу, трьох розділів, висновків. Загальний обсяг 111 сторінок. Включає 33 рисунків, 3 таблиці, список використаних джерел з 16 пунктів.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ТА ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОСНОВ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ

1.1 Суть (значення) оздоблювальних робіт

Фронтал (походить від французького "facade", з англійського "face" - лице, лицьова сторона) - це зовнішнє відображення конкретного аспекту або секції будівлі. У вітчизняній архітектурі його також відомо як чоло (іноді "причілок"). Пропорції та оздоблення фронталу визначаються функціональним призначенням споруди та особливостями її просторового та конструктивного рішень. Вертикальна й горизонтальна сегментація, ритмічне чергування елементів, гармонійна координація - часто відтворюють характеристики просторового планування та будівельних особливостей, а обрані атрибути підсилюються застосуванням декоративних деталей. Фронталь має дві основні функції: він може відображати внутрішні простори, будучи, так би мовити, "обличчям" будівлі, і прикрашати її [1]. Фронталь взаємодіє з усіма компонентами споруди і оточуючим середовищем. Для різних фронталів існують такі назви:

- Залежно від їхньої ролі - головний (фронтальний), бічний (причілок) і задній (зачілок).

- Відповідно до орієнтації за сторонами світу - північний, південно-східний тощо.

- Відносно розташування - садовий, вуличний, внутрішній, парковий і т. Д.

Крім того, фронталь може бути класифікований:

- Відповідно до матеріалу, з якого вони зроблені (скло, сталь, бетон і т. Д.).

- Залежно від конструкції (подвійний, імітація фронтолю, який не несе будівельного навантаження, а служить для виконання певних функцій, наприклад, захист від впливу кліматичних чинників).

Часом термін "фронталь" використовується для малюнку або креслення загального вигляду будівлі або проекції зовнішнього вигляду на площину. Іноді фронталь вважається лише лицьовою, найяскравішою та найбільш прикрашеною частиною споруди.

Фасадизм — архітектурна та будівельна практика, що передбачає збереження лише зовнішньої оболонки будівлі, часто зберігаючи її фасад під час будівництва нової структури. Цей підхід може мати естетичні або історичні мотиви і застосовується, коли стара будівля втрачає свою функціональність, але її фасад має велике значення для збереження історичного обличчя місцевості. Використання фасадизму можливе у різних контекстах від реставрації до ревіталізації.

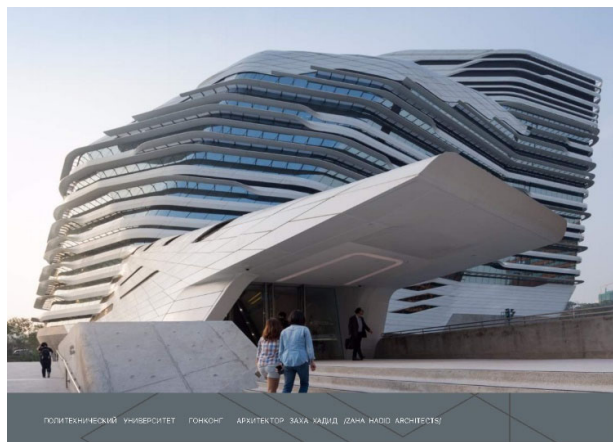


Рисунок 1.1 – Політехнічний університет, Гонконг, архітектор ZAHA HADID

Під час реставрації, особливу увагу приділяють збереженню історичного обліку будівлі, зокрема, її фасаду, який, якщо можливо, відновлюється або реконструюється. Цей підхід вимагає використання наукових методів та

відтворення всіх аспектів будівлі, включаючи матеріали та технології будівництва.

Реконструкція, реновація та ревіталізація вносять певні зміни у будівлю, зокрема, у її конструкцію та функціональне призначення. Реновація зазвичай включає капітальний ремонт та можливі зміни у будівлі без зміни її призначення, тоді як ревіталізація передбачає зміну функції споруди, що може охоплювати перетворення промислових підприємств у житлові комплекси або торгові центри.

Фасадизм, навпаки, фокусується лише на збереженні архітектурного обличчя будівлі, часто залишаючи за межами реконструкції інші її частини. Оздоблення фасадів, крім естетичної функції, також виконує захисну роль та може впливати на функціональність будівлі, що робить цей елемент будівництва важливим аспектом як для містобудівного планування, так і для збереження культурної спадщини.

1.2 Види оздоблювальних робіт

Зазвичай у будівництві та реконструкції об'єктів можна виділити два основних типи оздоблювальних робіт:

1. Склопрозорі конструкції.
2. Оздоблення зовнішніх стін.

Склопрозорі конструкції можуть бути розділені на два основних види:

- Навісні, що складаються з системи профілів та кріплень, які монтується на несучих залізобетонних перекриттях з подальшим заповненням склопакетами або іншими матеріалами ззовні. Ці системи відомі як стійково-ригельні і часто виготовляються з алюмінієвих або металевих профілів. Вони

використовуються для облаштування великих площ фасадів, де не можна встановити віконні конструкції.

- Віконно-вітражні конструкції, які встановлюються в прорізі стін з подальшим заповненням склопакетами або іншими матеріалами зсередини. Найпоширеніші матеріали для їх виготовлення - металопластикові профілі та алюмінієві. Ці конструкції мають менші розміри та можуть бути як великими заповненнями прорізів, так і звичайними вікнами та дверима.



Рисунок 1.2 – Бутік Dior, м. Сеул, Корея, архітектор CHRISTIAN DE PORTZAMPARK

Оздоблення зовнішніх стін також можна розділити на два типи:

- "Мокрі фасади", які передбачають закріплення утеплювача на стіну, а потім нанесення рідких сумішей для оштукатурювання та фарбування.

- Навісні вентилявані фасади (НВФ), які складаються з системи профілів, що монтується на стіну на певній відстані від матеріалу стіни або утеплювача з подальшим кріпленням зовнішнього екрану.

1.3 Тенденції розвитку технологій виробництва в розрізі оздоблювальних робіт

Щодо майбутніх тенденцій у сфері оздоблювальних робіт, перспективною є автоматизація за допомогою 3D-принтерів. Ці технології можуть забезпечити будівництво, виконуючи багато процесів автоматично: від створення несучого каркасу до стін, які не потребують окремих оздоблювальних робіт. Основна перевага полягає в швидкості будівництва та зменшенні витрат на робочу силу та обладнання. На сьогоднішній день ці технології ще не поширені в Україні через високу вартість принтерів, але перше застосування їх очікується в житловому будівництві, переважно для одно- або двоповерхових будинків. Проте для багатоповерхових та комерційних об'єктів ці технології ще не дозволяють використовувати широкий спектр матеріалів для створення різноманітних архітектурних форм [2].

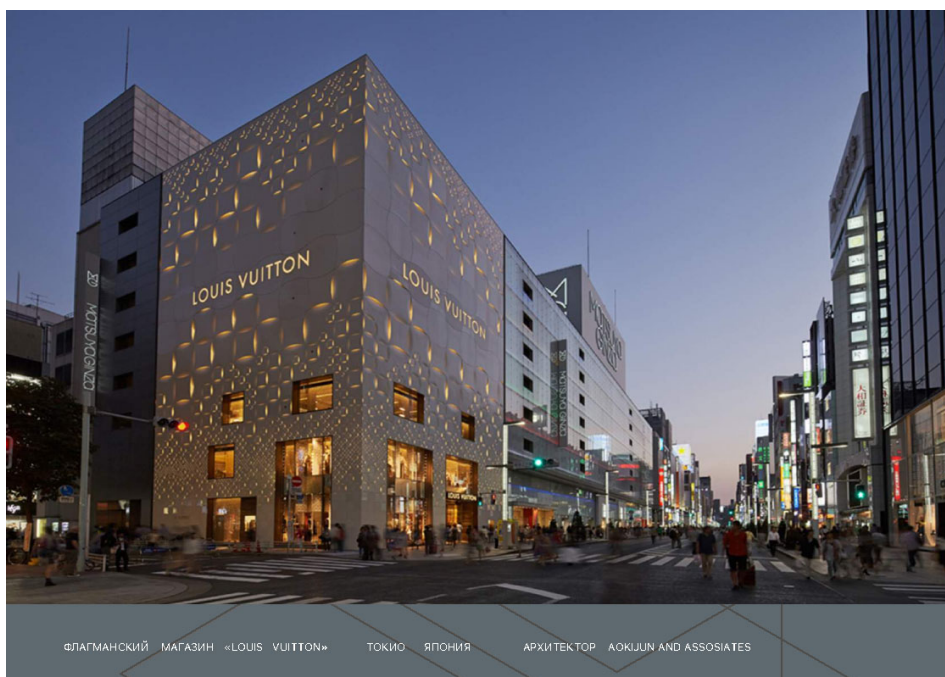


Рисунок 1.3 – Магазин LOUIS VUITTON, м. Токіо, Японія

Успішною технологією в сучасних умовах є швидкокомтовані конструкції, коли зовнішні стіни та віконні блоки виготовляються заводським способом та доставляються на місце монтажу. Це дозволяє значно прискорити процес будівництва та зменшити обсяг оздоблювальних робіт на місці. На жаль, українські підприємства, які могли б забезпечити такі модулі, поки що відсутні на ринку, і переважно займаються цим іноземні компанії.

У сфері реконструкцій житлових будівель найбільш поширеною технологією є "мокрі фасади". Це економічно вигідний спосіб оновлення зовнішнього вигляду будівлі, який поєднується з використанням віконно-вітражних конструкцій, переважно виготовлених з металопластикових профілів.

Під час будівництва елітних житлових будівель, торгово-розважальних та бізнес-центрів зазвичай використовують технологію навісних вентиляваних фасадів. Це обумовлено тривалим терміном експлуатації фасаду та надійним захистом стін. Варто відзначити, що стіни з вентиляваним фасадом є найбільш комфортними, оскільки вони не затримують вологу, а навпаки, допомагають у виведенні її надлишків на вулицю. Однією з головних переваг цієї технології є широкий вибір матеріалів для зовнішньої обробки, що дає можливість архітекторам втілювати найсміливіші ідеї. Зазвичай ця технологія оздоблювальних робіт поєднується зі стійково-ригельною системою створення світлопрозорих конструкцій. Паралельне застосування обумовлене узгодженістю матеріалів самонесучих конструкцій (зазвичай алюмінієві профілі), архітектурними рішеннями та технологічністю їх поєднання, особливо у вузлах з'єднання.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОЗДОБЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ

2.1 Аналіз передумов до вибору систем заповнення отворів

Перед розпочатком будівництва проектна організація виконує кілька послідовних кроків. По-перше, вона обирає кліматичну зону, де планується розміщення споруди, для визначення коефіцієнта опору теплопередачі. Раніше в Україні було три таких зони. З 1 липня 2013 року набули чинності поправки №1 до ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель». Згідно з наказом №82 Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, мінімально допустимі значення опору теплоізоляції огорожувальних конструкцій, вікон (R_q), а також розподіл території України на температурні зони були змінені. Зміни опору теплопередачі огорожувальних конструкцій у 2017 році відбулися лише для міжповерхового, горіщного перекриття та вхідних дверей. Тепер Україна поділена на дві кліматичні зони, кожна з яких характеризується різними значеннями опору теплопередачі.

Другим кроком є визначення кількості світлопрозорих конструкцій відповідно до архітектурного проекту та призначення приміщень у будівлі. Цей розрахунок виконується відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення" і застосовується до проектування освітлення на територіях, в приміщеннях нових та існуючих будівель і споруд для різних цілей: житлових, цивільних, виробничих, територій цивільного захисту, місць роботи на відкритих площах, промислових та сільськогосподарських підприємствах, залізничних коліях, об'єктах промисловості, міського освітлення, вулицях і дорогах, зелених зонах (парки, сквери, лісопарки), рекреаційних територіях,

курортних зонах, пляжах, пішохідних переходах, фасадах будівель, територіях навколо будівель, дитячих майданчиках, сміттєвих майданчиках, автостоянках і гаражах, автозаправних станціях, торгових площадках, ринках і кладовищах.

На третьому етапі відбирається оптимальний тип склопрозорих конструкцій, враховуючи доцільність використання навісних систем стійко-ригель та їхнє місце розташування [3]. Потім розробляються проекти віконно-дверних блоків з двох причин:

1. Технічно неможливо комбінувати різні типи склопрозорих конструкцій за матеріалами. Наприклад, в стійко-ригельному фасаді з алюмінію не можна встановити вікна або двері з металопластику, металу або дерева.

2. Вартість цього методу заповнення отворів найвища порівняно з іншими методами.

Після цього проектувальники визначають необхідну кількість віконно-дверних конструкцій для монтажу в отвір, з метою використання більш доступних матеріалів, наприклад, металопластикових конструкцій (див. рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Приклад металопластикових виробів в цеху з офісом у м. Запоріжжя, вул. Николая Краснова, 20

Після виконання цих робіт можна обрати проміжні "глухі" заповнення отворів для подальших оздоблювальних робіт. Тут слід звернути увагу на

готові вироби, які не потребують зовнішнього оздоблення. Серед найпоширеніших можна виділити:

- Склопрозорі конструкції.
- Сендвіч-панелі (рис.2.2).
- Інші готові глухі вироби різної конфігурації.

Склопрозорі конструкції можуть бути віконно-дверними (для монтажу в отвір) або стійко-ригельними (придатними для монтажу в отвір або в навіс).

Віконно-дверні конструкції поділяються на наступні групи:

- Двері.
 - Вікна.
- «Глухі» склопрозорі конструкції, які монтуються в отвір.



Рисунок 2.2 – Приклад використання сендвіч-панелей в цеху з офісом у м. Запоріжжя, вул. Николая Краснова, 20

Вибір матеріалів для конструкцій та їхнього заповнення (чи це будуть прозорі або не прозорі елементи) розпочинається з урахування архітектурних та економічних факторів. Найбільш популярними у використанні є металопластикові конструкції, які складаються з пластикового профілю

(виготовленого з полівінілхлориду, відомого як ПВХ), склопакета (або іншого наповнювача) та віконних фурнітур. ПВХ-профіль має внутрішні перегородки, які утворюють порожнини, або повітряні камери, і виготовляється з полівінілхлориду з додаванням необхідних компонентів для поліпшення його властивостей. Цей профіль підсилюється металевим вкладенням у вигляді П-подібних або прямокутних перегородок всередині, що надає йому стійкість і жорсткість. Такі вікна зазвичай називають металопластиковими. ПВХ-профіль використовується для виготовлення різних виробів, таких як віконні рами, підвіконня, москітні сітки і багато іншого. Важливо зазначити, що ПВХ-профіль не є чистим ПВХ, але складається з різних домішок і модифікаторів, які надають йому певні характеристики. Процес виробництва ПВХ-профілю полягає у тому, що розм'якшений матеріал видавлюється через спеціальний отвір певної форми за допомогою екструзії. Всі етапи виробництва ПВХ-профілю відповідають найвищим стандартам якості, встановленим Європейським союзом, і дотримуються з метою збереження навколишнього середовища.

Основна перевага використання металопластикових конструкцій полягає у їхній вартості та тривалості експлуатації, яка в середньому становить 30 років. Серед інших позитивних аспектів можна зазначити:

- Екологічність, оскільки у сучасних технологіях для стабілізації профілів використовують цинк та кальцій замість свинцю.
- Високий коефіцієнт опору теплопередачі, який залежить від кількості повітряних камер та товщини профілю.
- Механічна міцність, порівняно з деякими іншими матеріалами.
- Довгі інтервали між технічним обслуговуванням, аналогічні тим, що мають для алюмінієвих конструкцій.

Недоліки включають:

- Коротший термін експлуатації порівняно з алюмінієвими конструкціями.

- Обмежена кольорова гама, зазвичай обмежується білим, сірим або коричневим кольором, а для зовнішнього оздоблення використовується лише ламінація плівкою, яка має обмежений термін служби порівняно з іншими сучасними технологіями фарбування.

- Менша механічна міцність порівняно з алюмінієвими профілями, що обмежує максимальні розміри конструкцій, та може потребувати додаткових посилень для з'єднання профілів у випадку великих вітражних конструкцій, що може вплинути на зовнішній вигляд та кількість прозорих заповнень.

Зараз металопластикові вироби мають найбільший обсяг на ринку порівняно з іншими матеріалами. Більшість з них виготовляється в Україні, але внаслідок конкуренції вимоги до якості профілю на заводах, які його виробляють, знизилися. Профіль став більш крихким і тонким. Заводи, що виготовляють вироби, економлять наступним чином:

- Менш масивних металевих з'єднань, як от "копита" на кутах дверей.
- Застосування більш економних фурнітур.
- Зменшення товщини металу для певного виробу.
- Використання профілю в непризначених для нього цілях, наприклад, встановлення віконного профілю для виготовлення дверних конструкцій.

Ось деякі важливі моменти, які варто враховувати при виборі виробника:

- Перевірити, де саме можливо було зекономити на технології збирання, можна досить складно, іноді це стає очевидним лише під час експлуатації. Тому рекомендується обирати виробників, які вже мають позитивний досвід.

- Якість профілю зазвичай оцінюється монтажною організацією, яка забезпечить вам необхідну гарантію. Це служить основою для вибору бренду. Досліджувати всі бренди самостійно мало сенсу, оскільки досвідчена монтажна організація здатна зробити це за вас, враховуючи ваш бюджет і особливості об'єкту.

- Фурнітура для дверей та вікон є найбільш вразливою частиною, тому важливо обирати бренд, якому довіряєте. Хоча браки можуть траплятися з будь-якою дорогою продукцією, іноді навіть у високоякісних брендах. Таким чином, економія на фурнітурі не має сенсу, проте варто пам'ятати, що інші виробники постійно прагнуть покращувати якість без підвищення ціни.

- Станом на 2023 рік імпорт металопластикового профілю в Україну є досить обмеженим. Одним з визнаних брендів в цьому сегменті є RENAУ з Туреччини, яка займає преміум-сегмент ринку і має розвинуту дилерську мережу. Інші виробники виробляють профілі на своїх заводах в Україні. Таким чином, для елітної житлової забудови конкуруватимуть профілі RENAУ та елітні українські профілі (з шести камерами). Для бюджетного будівництва та комерційної нерухомості вираш буде за вітчизняними виробниками. Наприклад, мережа супермаркетів АТБ, яка спеціалізується на бюджетних товарах, використовує профіль RENAУ для своїх будівель.

Вибір матеріалів для замовника варто розглядати з декількох аспектів:

1. Не завжди можна зазначити, де саме було зекономлено на технології виготовлення готового виробу, оскільки це може стати очевидним лише під час експлуатації. Тому важливо обирати перевірених виробників.

2. Якість профілю може бути правильно оцінена лише монтажною організацією, яка надасть замовнику відповідну гарантію, що є основою для вибору бренду. Самостійне дослідження усіх брендів має невеликий сенс, оскільки стабільна монтажна компанія повинна взяти це на себе, враховуючи бюджет та особливості об'єкту.

3. Зважаючи на те, що фурнітура для дверей та вікон є найбільш уразливою частиною, її вибір має бути здійснений з урахуванням бренду. Недоліків може бути у будь-якій дорогій продукції, тому важливо враховувати якість.

4. На ринку виробництва металопластикового профілю, станом на 2023 рік, обсяг імпортованого профілю є невеликим. Єдиним відомим брендом є

REHAU з Туреччини, який успішно представлений на ринку преміального сегменту і має розвинену дилерську мережу. Інші виробники виготовляють профілі виключно на власних заводах в Україні. Тому, якщо об'єкт відноситься до елітної житлової забудови, конкуренція буде між REHAU та українськими елітними профілями. Для бюджетного будівництва та комерційної нерухомості краще обирати вітчизняних виробників.

Другим за популярністю матеріалом для виготовлення світлопрозорих виробів є алюміній та його сплави. Причиною такої широкої використання алюмінію є його низька вартість у порівнянні з іншими металами та механічні властивості.

Основні механічні характеристики алюмінію включають:

- Модуль пружності (Юнга) E , який визначає ступінь деформації при прикладенні зусиль. Для алюмінію чистотою 99,25 % при кімнатній температурі він становить 710 МН/м^2 , а для алюмінію з вмістом 99,98 % - лише 670 МН/м^2 .

- Стискувальна властивість алюмінію (V), яка визначає зміну об'єму при високому тиску порівняно з нормальним тиском (V_0).

Механічні властивості алюмінію суттєво залежать від кількості домішок, попередньої обробки та температури. Збільшення кількості домішок збільшує міцність, але зменшує пластичність.

Виробництво алюмінієвих профілів включає наступні етапи:

- Легування чушкового алюмінію з додаванням легуючих компонентів у плавильно-литвої печі для отримання заготовок.

- Гомогенізація заготовок для вирівнювання хімічного складу сплаву.

- Пресування заготовок для надання їм потрібної форми.

Завершальним кроком є захист профілю від атмосферних впливів та надання йому кольору за допомогою фарбування або анодування.

Анодування, відоме також як анодне окиснення, є процесом електролітичного окиснення металевої поверхні, що призводить до утворення

покриття у вигляді оксидної плівки з різноманітними захисними, декоративними або функціональними властивостями. У цьому процесі метал виступає як анод в електролізері, а утворена оксидна плівка має товщину від 1 до 200 мікрометрів [4].

Порошкове фарбування є технологією нанесення фарби на метал, де фарба представлена у вигляді порошку, що містить смолу, пігменти та різноманітні добавки. Ці добавки впливають на рівномірність розподілу фарби та формування плівки. Існує кілька методів нанесення порошку, серед яких найпоширенішими є електростатичний та трибостатичний. У процесі фарбування заряджені частинки порошку притягуються до металевої деталі і залишаються там до запікання виробу при температурі від 140 до 200 °С.

Підготовка поверхні профілю та її очищення механічними та хімічними засобами є початковим етапом як у анодуванні, так і у порошковому фарбуванні.

Методи підготовки хімічного оброблення можна розділити на дві основні категорії:

1. Постійна дія: Включає комплексні ванни або тунелі з великими резервуарами, обладнані фільтрувальними системами для очищення. В цих системах хімічні реагенти використовуються протягом багатьох циклів обробки.

2. Періодична дія: Включає обладнання для струменевого оброблення з невеликими резервуарами, де завжди заливаються свіжі хімічні реагенти в необхідній кількості для конкретної партії обробки.

Після нанесення захисного покриття на профіль та необхідного вальцювання проводиться операція зі зборки, відома як "скатка". Це останній етап технологічного процесу, коли з окремих пресованих алюмінієвих елементів (таких як внутрішня чаша, зовнішня чаша та термоміст) формується профільний виріб, придатний для виготовлення віконних і дверних

конструкцій. Суттєво, це операція закріплення кромки термомоста в пазах алюмінієвих чашок, що виконується на фальцевому механічному верстаті.

Профільні системи поділяються на два основних типи:

1. "Холодний" профіль: Використовується виключно всередині будівлі або в країнах з теплим кліматом.

2. "Теплий" профіль: Складається з двох різних частин профілю, з'єднаних між собою ПВХ або поліамідним термомостом. Ширина термомосту впливає на його теплоізоляційні властивості (чим він ширший, тим ефективніше утримує тепло і мінімізує тепловтрати з приміщення).

Крім того, як і в інших склопрозорих конструкціях, системи з алюмінієвого профілю містять комплектуючі для надійного кріплення заповнювальних матеріалів (скло, склопакет, штапик та інші) та встановлення фурнітури для відкривання.

Переваги використання виробів з алюмінієвих сплавів включають:

- Висока механічна міцність при низькій щільності, що сприяє виготовленню великих конструкцій з низьким використанням металу.
- Стійкість до атмосферних умов.
- Довговічність.
- Значні інтервали міжремонтних робіт порівняно з іншими матеріалами.
- Розширений діапазон температур експлуатації.
- Висока міцність при низькій вазі.
- Стійкість до корозії, деформації та інших шкідливих факторів.
- Екологічна чистота матеріалу, що не містить важких металів і залишається стійким при зміні температури.

Недоліки використання виробів з алюмінієвих сплавів включають:

- Порівняно низький модуль пружності.
- Високий коефіцієнт лінійного розширення.
- Складність виконання з'єднань.
- Висока теплопровідність.

Для замовника (інвестора):

- У порівнянні з металопластиковими виробами, алюмінієві світлопрозорі конструкції, що встановлюються у відкриті отвори, будуть коштувати принаймні на сто відсотків більше. Однак більший термін служби не компенсує таку різницю в вартості для будівельного об'єкту.

Існують технологічні особливості, згідно з якими необхідно використовувати світлопрозорі конструкції саме з алюмінію, це:

1. Двері та вікна, які монтується у систему алюмінієвого профілю з внутрішніми армуючими вставками. Є окремі випадки використання металопластику у таких ситуаціях, але це не ефективно з технологічної точки зору та призводить до скорочення терміну служби.

2. Архітектурні рішення, що потребують спеціальних кольорових варіантів, зважаючи на обмежений вибір кольорів плівок для ламінації, на відміну від можливостей порошкового фарбування.

3. Умови експлуатації, такі як високий потік людей (який потребує більшої міцності поверхні), підвищена температура у приміщенні та інші.

4. Автоматичні системи, такі як автоматичні двері.

5. Великі розміри отворів для дверей, вікон та нерухомих конструкцій через меншу міцність металопластику.

6. Естетика заповнення отворів, особливо при великих розмірах, де металопластикові конструкції об'єднуються спеціальними профілями, що візуально робить їх більш масивними.

У виборі виробника профільної системи варто враховувати наступне:

1. Наразі українські виробники успішно конкурують з відомими світовими брендами. Більшість їхніх систем є аналогами зарубіжних, але за надійністю практично не відрізняються. Такі виробники, як Алюмаш, КБЕ, БАРКС, Талісман та інші, можуть бути оптимальним вибором для бюджетних та комерційних проектів.

2. До початку конфлікту в Україні приходило багато турецьких виробників. Їхні системи, хоча й мали ціновий діапазон, подібний до вітчизняних, мали меншу термоізоляцію (через внутрішні стандарти країни). Після введення нового будівельного кодексу ця проблема посилилася, і тепер турецькі вироби для зовнішнього використання не відповідають вимогам, і на ринку залишилося лише кілька компаній.

3. Для високої теплоізоляції [5] (серія HI) чи елітних конструкцій можна розглядати німецькі бренди, такі як SHUECO (найдорожчий український бренд), REYNAERS (виробництво в Україні), ALUPROF (Польща), ALUMIL та Талісман. Важливо зазначити, що зовнішній вигляд профілю практично неможливо відрізнити, тому якість вікон базується на використаній фурнітурі.

4. Для місць з великим потоком людей, наприклад, заводів чи установ, краще використовувати вище згадані системи разом із високоякісною фурнітурою. Тут важливо звернути увагу на те, що фурнітуру можна встановлювати не тільки в алюмінієві, але й у металопластикові двері, що забезпечує значну економію.

Цільовий сегмент ринку визначається використаною фурнітурою, а компанії, які пропонують високоякісні рішення, забезпечують необхідний рівень безпеки та надійності.

Після вибору профільної системи для виготовлення віконно-вітражних конструкцій для її затвердження необхідно зробити розрахунок відповідності коефіцієнту опору теплопередачі до заданого в проекті. На відміну від інших готових оздоблювальних матеріалів, розрахунок енергоефективності склопрозорих конструкцій необхідно робити на кожну конкретну конфігурацію, тобто на кожний виріб. Принципово є розуміння, що чим більше площа склопакету в продукту однакової системи тим більше загальний коефіцієнт опору теплопередачі, тобто система завжди холодніша за склопакет. Розглянемо особливість розрахунку теплопровідності на прикладі алюмінієвихсклопрозорих вікон/

По перше, з'ясовується офіційна інформація від виробника скла щодо теплофізичних характеристик склопакета. Наприклад:

Загальна товщина = 48 mm

Вхідні дані:

Скло №1 6mm – FloatGlassExtraClear, ClimaGuardSolar (прозоре, з енергозберігаючим покриттям);

Скло №2 4mm – Float Glass Extra Clear (прозоре);

Скло №3 6mm – ClimaGuardN, FloatGlassExtraClear (прозоре, з м'яким енергозберігаючим покриттям).

Дистанційна рамка №1 18mm – 10% повітря, 90% аргон.

Дистанційна рамка №2 16mm – 10% повітря, 90% аргон.

Результати наведені на рис.2.3.

Слід зауважити, що ці дані не можливо застосувати, якщо використати для виготовлення склопакета іншого виробника скла, а також, як завжди під кожним таким розрахунком є припис: «даний розрахунок є орієнтовним і не надає гарантій на вироблений кінцевий продукт».

По друге, на програмному рівні розкладаються всі конструкції та закладаються дані для розрахунку від постачальника профілів. Наприклад, з

Видимий світло (ГОСТ Р 54164)		Сонячна енергія (ГОСТ Р 54164)	
Пропускання [%]	$t_y = 59,2$	Сонячний фактор [%]	$g = 38,1$
Відображення зовні [%]	$R_y = 28,2$	Коефіцієнт затінення [g/0,87]	$sc = 0,44$
Відображення зсередини [%]	$P = 23,8$	Пряме пропускання [%]	$T_e = 32,7$
Індекс кольору [%]	$R_a = 94,6$	Пряме відбиття зовні [%]	$P_e = 43,2$
Теплотех. характеристики (ГОСТ Р 54166)		Пряме відбиття зсередини [%]	$P_e = 39,6$
величина та декларована [Вт/м ² ·К]	$U_g = 0,5$	Поглинання [%]	$a = 24,1$
величина декларована [м ² ·К/Вт]	$R = 1,88$	Пропускання УФ-випромінювання [%]	$T_{uv} = 14,9$
різниця температур [АТ] $K = 15^\circ$		Коеф. передачі вторинного тепла [%]	$q_i = 5,4$
величина та проектна [Вт/м ² ·К]	$U_d = 0,7$	Інші дані	
величина R проектна [м ² ·К/Вт]	$R_a = 1,43$	Оцінний коефіцієнт звукоізоляції [dB]	$R_w = NPD$
різниця температур [АТ] $K = 44^\circ$		(EN 717-1)	$C = NPD$
швидкість вітру поблизу скління [М/С]	$v = 3,17$ по БНІП 23-01-99		$C_{tr} = NPD$
Кут монтажу [°]	$\alpha = 90^\circ$		

Дніпропетровськ

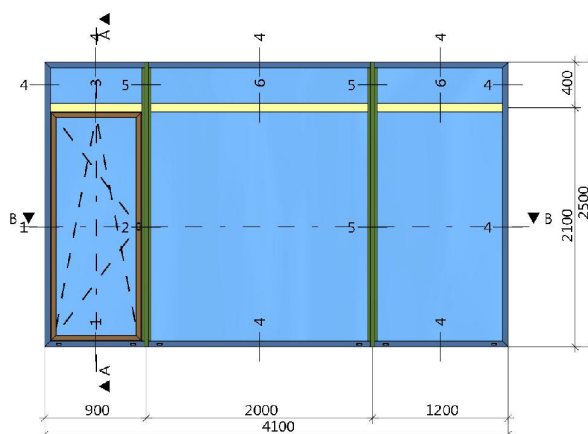
Величина R - опір теплопередачі центральної частини склопакета за ГОСТ Р 54166

Величина U – коефіцієнт теплопередачі центральної частини склопакета за ГОСТ Р 54166

Рисунок 2.3 – Теплофізичні характеристики склопакета

Таблиця 2.1 – Протокол показників U – Коротка форма

шт.	Опис	Розміри	Система	
1	Алюм. елемент	4 100,0 mm x 2 500,0 mm	Schüco AWS/ADS 70.HI	
1	Балк.дверь ПО DIN прав.	900,0 mm x 2 100,0 mm	Schüco AWS/ADS 70.HI	
1	Глухескління	2 000,0 mm x 2 100,0 mm	Schüco AWS/ADS 70.HI	
1	Глухескління	1 200,0 mm x 2 100,0 mm	Schüco AWS/ADS 70.HI	
1	Глухескління	900,0 mm x 400,0 mm	Schüco AWS/ADS 70.HI	
1	Глухескління	2 000,0 mm x 400,0 mm	Schüco AWS/ADS 70.HI	
1	Глухескління	1 200,0 mm x 400,0 mm	Schüco AWS/ADS 70.HI	
Профілі / комбінації				
		Uf Вт/(м2 К)	Площа рами м² Ширина об.частини x довжина	Відстан ь між ізолято
3 288112 / 288113 / 358240 / 358620		1,9+	0,102	РА
2 288112 / 288113 / 358620 / 358760		1,8+	0,267	РА
1 288112 / 358130 / 358620		1,7+	0,278	РА
6 288113 / 288113 / 358240		1,8+	0,236	РА
5 288113 / 288113 / 358760		1,7+	0,232	РА
4 288113 / 358130		1,6+	0,502	РА
Профілі / комбінації, усього		1,7	1,617	
Скління				
		Ug Вт/(м2 К)	Поверхня скла м²	Дистан ційнна
СПО 6 Solar-18Ar-4-16Ar-4 Low-E		0,6	8,632	ПВХ
Остекление, общее		0,6	8,632	
Обробка кромки склопакета				
		Psi Вт/(мК)	Довжина м	
СПО 6 Solar-18Ar-4-16Ar-4 Low-E		0,080	28,988	
Обработка кромки стеклопакета, всего		0,080	28,988	
Загальна поверхня м ²			10,250	
Частина рами			15,79 %	
Номін.знач. Uw				1,0
Розрахунок номінальних коеф. теплопровідності Uw для вікон и Ud для дверей згідно EN ISO 10077-1:2009. Розрахункові значення Uw,BW и Ud,BW для коеф.теплопровідності рівні номінальному				
+ = Для отримання коефіцієнта U для віконних систем розраховується коефіцієнт Uf для профілівізолятороміз політерміда. При використанні поліамідних ізоляторів будуються значення, які компенсуються за рахунок т додавання 0,1 или 0,2 Вт/(мК) до коефіцієнту Uf в залежностівід системи до завершального визначення. Коефіцієнт Uf підтверджується звітомповипробуванні в акредитованому випробувальній установі.				
Початкові дані розрахунку не були перевірені в Інституті ift Rosenheim і можуть використовуватися при наявностіснующого підтвердження в якості супроводжувальній документації. Відповідальність за достовірність вказаних даних іотриманих на їх основі результатів розрахункупокладається на				
Процедура розрахунку коеф. U в SchüCal за допомогою модуля розрахунківвід 20.06.2013 г. пройшла перевірку на достовірність в Інституті ift Rosenheim згідно припису ift WA-05/2.				



Снаружи
DIN EN 12519

Рисунок 2.4 – Характеристики склопакету

цим склопакетом (рис.2.4) розрахуємо коефіцієнт теплопередачі на програмному комплексі SCHUECO (SchueCalenterprise, версія 2016, R2 SP09):

Номер проекту: 2017/5/P314.2 Запоріжжя

Номер позиції: B2

Дата створення: 04.05.2017 (Administrator)

Позначення проекту: -

Позначення позиції: -

Останні зміни: 04.05.2017

І в завершенні розрахунку всіх склопрозорих конструкцій поодинці, складається підсумкова таблиця, яка потім докладається до робочого проекту:

Конструкції зі стійкими ригелями та склопрозорими елементами - це система елементів та з'єднань, яка може бути прикріплена до опорної структури як зовнішньо, так і всередині отвору. Основна мета таких систем - створення прозорих стін великої площі або їх використання у випадках, коли неможливо встановити віконно-дверні конструкції. Зазвичай профілі виготовляються з

Таблиця 2.2 – Протокол показників U – Коротка форма

Проект:	2017/5/P314.2 Запоріжжя					
Позиція	шт.	Поверхня еле мента (м²)	Загальна поверхня еле мента (м²)		Коеф. U (Вт/м²К)	Віднос. площа поверхні
в1.1	1	4,003	4,003		1,1	5,60 %
в1.2	1	19,279	19,279		1,0	26,96 %
в2	1	10,250	10,250		1,0	14,34 %
в2.1	1	5,425	5,425		1,1	7,59 %
дн1	1	5,175	5,175		1,3	7,24 %
дн2	1	1,890	1,890		1,6	2,64 %
ок1	1	1,080	1,080		1,3	1,51 %
ок2	1	4,170	4,170		0,86	5,83 %
ок3	1	1,980	1,980		1,3	2,77 %
ок4	1	3,300	3,300		1,1	4,62 %
ок5	1	1,320	1,320		1,1	1,85 %
ок6	1	8,125	8,125		1,1	11,36 %
ок7	1	5,500	5,500		1,0	7,69 %
Итого	13		71,498		1,1	100,00 %
Пов.рамы (ml)			13,911			19,46 %
Поверхня скла (ml)			57,587			80,54 %
Поверхня панелі (ml)			0,000			0,00 %

алюмінію, але існують також конструкції з нержавіючої сталі, які використовуються рідко через їх високу вартість. Процес постачання, технологія виробництва, фарбування та розрахунок коефіцієнта тепловіддачі аналогічні до алюмінієвих віконно-дверних конструкцій. Однак існують деякі відмінності, зокрема.

Проектування та розрахунок:

Кожен фасад розраховується індивідуально. Спочатку проектувальник (зазвичай це конструктор заводу-виробника або дистриб'ютора) на основі початкових даних (вітрове навантаження, моменти інерції профілів, розміри та вага склопакета або іншого заповнення, розміри ручок, несуча здатність аксесуарів, тип та кількість кріплень до опорних конструкцій) робить розрахунок моменту інерції для стійок та ригелів. Згідно з таблицею, яка визначає граничний прогин за формулою $f=H/300$ та вітрове навантаження $p=500$ Па, якщо вітрове навантаження вище або нижче 500 Па, необхідно

Таблиця 2.3 – Залежність кроку стійок від відстані між опорами стійок

		Крок стояків а (м)															
		0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
Відстань між опорами стійки Н(м)	2	11	13	16	18	20	22	25	27	29	31	33	36	38	40	42	45
	2.2	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	53	56	59
	2.4	19	23	27	31	35	39	42	46	50	54	58	62	66	69	73	77
	2.6	25	29	34	39	44	49	54	59	64	69	74	78	83	88	93	98
	2.8	31	37	43	49	55	61	67	73	80	86	92	98	104	110	116	123
	3	38	45	53	60	68	75	83	90	98	105	113	121	128	136	143	151
	3.2	46	55	64	73	82	91	101	110	119	128	137	146	155	165	174	183
	3.4	55	66	77	88	99	110	121	132	143	154	164	175	186	197	208	219
	3.6	65	78	91	104	117	130	143	156	169	182	195	208	221	234	247	260
	3.8	77	92	107	122	138	153	168	184	199	214	230	245	260	276	291	306
	4	89	107	125	143	161	179	196	214	232	250	268	286	304	321	339	357
	4.2	103	124	145	165	186	207	227	248	269	289	310	331	351	372	393	413
	4.4	119	143	166	190	214	238	261	285	309	333	356	380	404	428	452	475
	4.6	136	163	190	217	244	272	299	326	353	380	407	435	462	489	516	543
	4.8	154	185	216	247	278	309	339	370	401	432	463	494	525	555	586	617
	5	174	209	244	279	314	349	384	419	453	488	523	558	593	628	663	698
	5.2	196	235	275	314	353	392	432	471	510	549	588	628	667	706	745	785
	5.4	220	264	308	351	395	439	483	527	571	615	659	703	747	791	835	879
	5.6	245	294	343	392	441	490	539	588	637	686	735	784	833	882	931	980
	5.8	272	327	381	436	490	544	599	653	708	762	817	871	925	980	1034	1089
6	301	362	422	482	542	603	663	723	783	844	904	964	1024	1085	1145	1205	

застосувати відповідний коефіцієнт: $p/500$. Розрахунок виконується за різними формулами для однокрокової та двокрокової (нерозрізної) схеми.

Після таких розрахунків роблять вибір стійки та ригеля на основі даних конкретного виробника, а також підбирається вся комплектація. Слід зазначити, що розрахунок та проектування такого фасаду більш детальний та складний, на відміну від віконно-дверних конструкцій, де переважно всі технічні характеристики вже є константою.

Установка:

У випадку, коли склопакет або інше заповнення віконно-дверних конструкцій монтується всередині приміщення, елементи стійково-ригельної системи профілів монтується тільки ззовні. Технологічно можлива лише часткова передмонтажна підготовка в цехових умовах. Однак, важливим аспектом є правильно розроблений процес монтажу, який визначається

підрядною організацією: умови, терміни та обладнання для проведення монтажних робіт [6].

Для замовника (інвестора):

- Немає сенсу розглядати інший матеріал для стійково-ригельної системи, окрім алюмінію, який відзначається стійкістю та оптимальним співвідношенням ціни та якості. Металева система є альтернативою, але її застосування рекомендується лише у випадку вимог до пожежної безпеки.

- Склопакет є ключовим матеріалом з архітектурної точки зору на такому фасаді, проте ширина стійки та ригеля складає лише 50 мм.

- З точки зору енергоефективності, рекомендується використовувати систему, виготовлену в Україні, оскільки профілі з теплих країн мають обмежену теплоізоляцію через невеликий розмір терморозриву та недостатність ущільнювачів.

- На такому фасаді обмежена можливість навішування інших елементів, таких як рекламні вивіски або скляні козирки. Якщо це архітектурне рішення або вимога до подальшої експлуатації, необхідно внести відповідні зміни в проект для розрахунку підсилення конструкції.

- "Бюджетні" імпорتنі системи, зазвичай, фарбуються порошковим методом на заводі у білому кольорі. Проте при перефарбовуванні, що виконується не на заводі, може виникнути ризик непропорційного кольору у порівнянні з іншими системами від інших виробників. Це питання не стосується "елітних" виробників, які, як SCHUCO та REYNAERS, виготовляють свої вироби з урахуванням попередньої обробки та фарбування на власних сертифікованих лініях.

Іноді у процесі експлуатації деякі частини фасаду потрібно замінити або відновити. У таких ситуаціях вибір заводів в Україні є вигідним, оскільки невеликий обсяг не ускладнюється логістичними проблемами, які зазвичай супроводжуються зростанням вартості та складнощами у фарбуванні. Іноді завод рідко використовує певний колір, тому може затримувати поставки, і тоді

підрядник може придбати фарбу на заводі напряму, щоб уникнути відтінкових відмінностей, і фарбувати її в іншому місці.

Щодо кріплення, усі фасадні системи допускають використання лише нержавіючого кріплення за технологією монтажу. Це значно підвищує вартість фасаду, тому підрядники часто пропонують заміну на оцинковане кріплення, що зменшує витрати через його меншу ціну (практично у чотири рази) та кількість (тобто відходів, оскільки нержавіюче кріплення частіше ламається під час монтажу і не може бути використане повторно). Однак існують випадки, коли така заміна може призвести до проблем, особливо у зонах з агресивним середовищем. У таких випадках рекомендується використовувати тільки нержавіюче кріплення або, якщо це неможливо, оцинковане кріплення з дотриманням відповідних стандартів.

Фасади з наклоном вимагають специфічного заповнення. У таких випадках склопакет повинен мати особливу структуру: зовнішнє скло повинно бути термічно оброблене, а внутрішнє - складатися з тріплексного скла. Крім цього, обов'язковою є використання бутилової стрічки з алюмінієвим покриттям між склом з тепловим переривом та притисочною планкою.

Варто віддати перевагу виключно виробам з алюмінію для віконних та дверних конструкцій. Не рекомендується приймати рішення про встановлення елементів відкриття з інших матеріалів, крім алюмінію, оскільки ця економія може стати причиною проблем під час експлуатації.

Для проведення об'єктивного тендера на обсягові та складні роботи з фасадним склінням рекомендується замовити проект у монтажної компанії з потужним відділом конструювання. Це дозволить замовнику отримати детальні креслення з переліком матеріалів, які не будуть змінюватися під час прорахунків та виконання, на відміну від звичайного проектування.

Іноді виникають ситуації, коли необхідно замінити місцеві системи виробництва України на імпортні. Ось основні причини для таких змін:

1. Відсутність стійкої, що витримує навантаження. У таких випадках можна розглянути альтернативні варіанти, наприклад, встановлення вітрових ригелів з чорного металу або використання металевих труб всередині стійок, що є економічнішими рішеннями, ніж повна заміна системи.

2. Відсутність ригеля, що відповідає навантаженню. У цьому випадку можна використати оптимальний підхід, наприклад, підтримати ригель знизу, створивши підливку з бетону.

3. Для приватного будівництва рекомендується використовувати вітчизняні системи, які виготовлені з якісного алюмінієвого сплаву та відрізняються високою якістю. Однак ущільнювачі та термомости, які закупаються окремо, можуть бути менш якісними, що впливає на термо- та гідроізоляцію.

4. Існують елітні системи, де навіть самі гвинти постачаються в індивідуальних упаковках. Це зменшує ризик зовнішніх впливів на з'єднання під час монтажу.

5. Деякі системи, наприклад REYNAERS і SCHUCO, мають широкі можливості для конструктивних рішень.

6. Компанія SCHUCO оголосила про виробництво системи з вузьким ригелем шириною всього 30мм.

7. Потреба в складних архітектурних рішеннях, наприклад, встановлення автоматичних сонцезахисних жалюзі з алюмінію.

8. Необхідність використання систем з підвищеною теплоізоляцією, таких як системи з індексом НІ, які мають покращену теплоізоляцію.

Для всіх типів скляних конструкцій важливим компонентом є заповнення, яке включає:

- Склопакет - основний елемент.
- Непрозорі заповнення - допоміжний.

Склопакет складається з двох або трьох паралельних шарів скла, які з'єднані між собою за допомогою рамок, кутиків та герметиків. Між шарами

скла може бути заповнення повітрям або інертним газом, таким як аргон чи криптон, для підвищення енергоефективності. Склопакети можуть також містити вакуум всередині.

Метод кріплення склопакетів включає металеві або пластикові рамки. Пластикові рамки, відомі як "теплі", зменшують теплопровідність і утворення конденсату на внутрішній стороні вікна.

Склопакети позначаються наклейками, на яких вказано виробника, дату виготовлення, розмір і компоненти заповнення. Наприклад, формула може включати скло/марку, відстань/наповнення, товщину і розміри в міліметрах.

1. СПД – склопакет подвійний (2 камери),
2. 6 – товщина скла,
3. ESG – загартоване,
4. ClimaGuardTitan – прозоре, мультифункціональне, під загартування
5. 16 – дистанція між зовнішнім склом та внутрішнім,
6. Ar – заповнене газом аргон,
7. 4 – флоат-скло внутрішнє,
8. 14 - дистанція між внутрішнім склом та склом зсередини приміщення,
9. Ar – заповнене газом аргон,
- 10.6 – товщина скла,
- 11.ESG – загартоване,
- 12.ClimaGuardPremiumT – прозоре, енергоощадне, під загартування.

За своїм призначенням склопакети можна класифікувати наступним чином:

- Склопакети з підвищеною стійкістю до ударів.
- Енергоефективні склопакети.
- Склопакети з сонцезахисним покриттям.
- Звукоізоляційні склопакети.
- Комбіновані склопакети з різноманітними функціями.

Склопакети з підвищеною стійкістю до ударів використовуються у місцях, де існує підвищена небезпека, наприклад, на перших поверхах торгових центрів з великою кількістю відвідувачів, на нахилених фасадах та на промислових об'єктах. Це забезпечується за допомогою використання загартованого скла, триплексу або загартованого триплексу.

Загартоване скло отримується шляхом нагрівання до високої температури (650—680 °C) та швидкого охолодження. Цей процес створює механічні напруги в поверхневих шарах скла, що забезпечує підвищену міцність, термостійкість і безпеку при розбитті. Розбиваючись, загартоване скло руйнується на безліч дрібних осколків з тупими гранями, які не становлять серйозної загрози для безпеки. Це підтверджує високу ударну міцність цього скла. Загартоване скло має такі властивості, як висока стійкість до ударів, стійкість до термічних навантажень та безпека при розбитті. Його не можна різати або свердлити. Обладнане маркуванням буквами «ESG» [7].

Триплекс - це вид багатошарового скла, що складається з двох або більше шарів скла, що з'єднані між собою спеціальною полімерною плівкою, яка в здатна утримувати уламки при ударах, утворюючи характерну "павутину" тріщин. Зазвичай таке скло виготовляється шляхом пресування при підвищенні температури. Якість склеювання багатошарового скла залежить від якості клею (плівки) та підготовки поверхні. Якість поверхні скла визначається рівнем адгезії. При неправильній очистці поверхні може виникати утворення пазирів або областей з низькою міцністю склеювання. Для контролю якості поверхні використовуються прилади для вимірювання контактного кута змочування. Лінзована поверхня має бути гідрофобною для забезпечення належної якості готового склопакету, що характеризується досить малим контактним кутом. Маркується цифрами, наприклад, для скла товщиною 8 мм: 4.1.4. - де:

- 4 - товщина зовнішнього скла,
- 1 - товщина плівки,
- 4 - товщина внутрішнього скла.

Загартований триплекс - це попередньо оброблені два шари скла для виготовлення триплекса, що піддаються загартуванню. Маркується цифрами та буквами, наприклад, для скла товщиною 16 мм: 8ESG.8ESG.1. - де:

- 8ESG - товщина зовнішнього загартованого скла,
- 8ESG - товщина внутрішнього загартованого скла,
- 1 - товщина плівки.

Енергоефективні склопакети - це подвійні склопакети або склопакети, в яких використовуються листи скла з низькоемісійним покриттям для відбивання теплової енергії назад у приміщення. Покриття може бути різним, включаючи покриття з твердим покриттям, яке розташоване всередині склопакета, що маркується літерою "К".

Склопакети з м'яким покриттям, розташованим всередині, позначаються буквою "i" або "Low-E". Зазвичай вони використовуються при виробництві енергоощадних склопакетів з однією або двома камерами.

Склопакети з твердим покриттям, розташованим ззовні, позначаються як "ClimaGuard".

Сонцезахисні склопакети зменшують нагрівання приміщення від інфрачервоного випромінювання за допомогою рефлекторного скла або тонованого скла в масі.

Рефлекторне скло має тверде покриття з оксиду металу, нанесене на одну з поверхонь скла піролітичним методом. Воно має різні відтінки та виражений дзеркальний ефект і позначається різними назвами, такими як: "Solar", "SunStop", "StopSol", "SolarCool" і т. д.

Тоноване (забарвлене) скло в масі - це листове флоат-скло, в якому рідку склосировину забарвлюють оксидами металів для отримання певного кольору або відтінку. Основні кольори включають бронзовий, зелений, сірий і синій, а його маркування залежить від виробника, наприклад: "Bronze", "Sun Guard HP Neutral 60/40" і т. д.

Шумозахисні склопакети зменшують рівень шуму за рахунок різної конструкції, включаючи різну дистанцію між шарами скла та камерами, різну товщину скла і використання триплекса.

Комбіновані склопакети поєднують кілька функцій одночасно, включаючи енергозбереження, шумоізоляцію, захист від сонця, безпеку і архітектурні характеристики.

Непрозорі заповнення часто використовуються для того, щоб приховати певні архітектурні елементи від публічного огляду або для інших цілей. Найпоширеніші типи таких заповнень на сьогодні включають:

1. Штадур, який є заводськими виробами з полістиролу та пластику, часто білого кольору, але може бути покритий спеціальними плівками для зміни кольору.

2. Сендвіч-панелі, які складаються з полістиролу та листового металевих оцинкованого листа з обох боків і мають різні кольори залежно від виробника.

3. Склопакети з емальованим склом, де зовнішнє або внутрішнє скло має непрозоре покриття.

4. Склопакети зі склом "сатин", яке забезпечує непрозорість.

5. Нестандартні заповнення, які часто виготовляються компаніями для економії коштів або для відповідності конкретним архітектурним або технічним вимогам. Наприклад, такі заповнення можуть включати флоат-скло та алюмінієві композитні панелі (АКП), скло з покриттям плівкою, склеєний пінополістирол з АКП або металевий оцинкований лист.

Для приватних замовників, які можуть бажати зменшити видимість внутрішнього приміщення ззовні, рекомендується розглянути використання склопакетів з рефлекторним покриттям, тонованими склами або тонованими склами з рефлектором. Проте, слід мати на увазі, що така стратегія може не завжди бути успішною, оскільки натуральне освітлення є важливим для комфортного перебування в приміщенні. Також варто зауважити, що на сьогоднішній день не існує склопакетів, які були б абсолютно непрозорими з

обох сторін. Тому для досягнення максимальної прозорості і ефективності рекомендується встановлювати прозорі склопакети, у той час як нові технології продовжують розвиватися.

Для максимального підвищення шумоізоляції можна використовувати наступні методи:

1. Різні товщини скла в склопакеті, наприклад, 6 мм ззовні, 4 мм всередині, і знову 6 мм всередині.

2. Різні дистанції в камерах: перша камера, наприклад, 16 мм, наступна - 14 мм.

3. Використання скла триплексу (найбільш ефективний спосіб).

- Дотримання норм енергоефективності згідно ДБН можливе лише з використанням двох енергоощадних стекол. Проте, дія покриття не працюватиме, якщо вони будуть розташовані поруч одне з одним; між ними потрібно встановити звичайне флоат-скло. На сьогоднішній день виконання норм ДБН можливе лише для двокамерних склопакетів.

- Флоат-скло - це плоске, безбарвне скло, що виготовляється методом безперервного відливу силікатної суміші на рідкий шар олова, яке охолоджується. Воно не завжди маркується позначкою про своє застосування, оскільки флоат-скло є стандартом для всіх типів скла в будівництві.

Тоноване скло:

1. При виборі тону скла варто бути уважним, оскільки під час експлуатації склопакет може пошкодитися, і його доведеться замінити. Рекомендується замовляти тоноване скло від європейського виробника, який має стабільну присутність на українському ринку.

2. Важливо враховувати, що зразок скла може виглядати по-іншому на фасаді в поєднанні з іншими склами склопакету. Рекомендується звернутися до професійного архітектора.

3. Використання тонованого скла на вулиці може спричинити "термошок" у певних умовах. Рекомендація полягає в тому, щоб використовувати тоноване скло з рефлектором або загартувати його.

Розрахунок міцності склопакета - це завдання без однозначної формули. Зазвичай, виробники склопакетів встановлюють певні вимоги щодо товщини скла, щоб забезпечити необхідну міцність та дотриматися стандартів безпеки. Через це, українські виробники можуть застосовувати різні підходи до розрахунку, аби забезпечити високу якість своєї продукції та відповідати гарантійним вимогам. Щоб уникнути різноманітності товщин скла в одному фасаді, рекомендується розраховувати міцність склопакета, виходячи з найбільшого за розміром, враховуючи його геометричну форму. Для замовника важливо довіряти професіоналізму монтажної організації та дотримуватися її рекомендацій для забезпечення надійності та гарантії якості.

Загартоване скло використовується не лише для забезпечення безпеки, але й для уникнення термошоку та зміцнення склопакета. Проте, важливо враховувати візуальний ефект загартованого скла, оскільки під час процесу загартування в печі на валах може виникнути деформація поверхні, що призводить до ефекту "пральної дошки". Різноманітність розмірів скла та різні технології загартування можуть призвести до візуальних відмінностей між склопакетами на фасаді. Рекомендація полягає у тому, щоб перед використанням склопакета з загартованим склом оглянути вже встановлені об'єкти для утворення власної думки щодо його зовнішнього вигляду.

Ризики саморуйнування загартованого скла. У навколишньому середовищі можуть виникнути ситуації, коли загартоване скло виявить схильність до саморуйнування, що пов'язане з можливим наявністю металевих включень у масі скла. Для виявлення потенційно проблемних аркушів скла виробники можуть провести додаткове тестування, відоме як "штучне старіння" або термічне тестування (Heat Soak Test). Хоча такі випадки досить рідкі, на заводах Європейського Союзу процес виготовлення загартованого скла вже має

високий стандарт якості. З огляду на складність визначення причин саморуйнування та вартість проведення тестів, вкладення коштів у Heat Soak Test може бути неефективним з точки зору вартості та практичної користі.

Особливості скла триплекс. Потрібно враховувати, що прозорість склопакета із скла триплексу може бути меншою порівняно зі звичайним склом через технологію його виробництва, що включає склеювання з плівкою.

Мультифункціональні склопакети. Однією з переваг розвитку технологій виробництва стекла є можливість отримання мультифункціонального покриття, яке може бути застосоване як для звичайного, так і для загартованого скла. Враховуючи їх відносну доступність, доцільно розглядати використання мультифункціональних склопакетів для оптимізації теплового режиму приміщення та зниження витрат на опалення та кондиціонування.

Економічність формул склопакетів. Ураховуючи зростання витрат на енергоносії та енергію, вибір економічної формули склопакета може значно вплинути на вартість будівельного фасаду. Рекомендація полягає в тому, щоб слідувати порадам монтажних організацій для знаходження оптимальних цінових рішень та вибору формул склопакетів, які відповідають конкретним потребам проекту, з урахуванням фінансових можливостей.

Непрозорі заповнення. Рекомендація: хоча їх використання у фасаді зазвичай обмежене і використовується переважно для декоративних цілей, важливо звертати увагу на необхідність збереження тепла [8].

Сендвіч-панелі - це будівельний матеріал з трьох шарів: два листи жорсткого матеріалу (такого як метал, ПВХ, ДВП, магнезитова плита) та шар утеплювача між ними. Усі компоненти сендвіч-панелей з'єднуються за допомогою гарячого або холодного пресування. Ці панелі можуть бути як для покрівлі, так і для стін. У житловому будівництві вони застосовуються для швидкого будівництва каркасних будинків. Структурно-ізольована панель (SIP) використовується для цієї мети та складається з двох орієнтовано-стружкових плит (ОСП або OSB), між якими розташований шар твердого утеплювача

(пінополістиролу) або пінополіуретану (ППУ), що закріплюється під тиском. У сфері комерційного будівництва сендвіч-панелі широко використовуються для зведення швидкозбудованих споруд на базі металевого каркаса, таких як промислові цехи, автомийки, торгові центри, сільськогосподарські споруди та інші. Для відмічення зовнішнього покриття таких будівель часто використовуються сендвіч-панелі з металевим покриттям. Технологія виготовлення сендвіч-панелей з використанням наповнювачів, таких як пінополіізоціанурат (ПІЦ) і пінополіуретан (ППУ), з'явилася у 1970-х роках. На початку 1990-х років з'явилися перші сендвіч-панелі, виготовлені з наповнювачем із пінополіуретану, які встановлювалися як кінцевий продукт. До кінця 1990-х такі панелі вже склали 40% ринку сендвіч-панелей. Стінні сендвіч-панелі за типом зовнішнього профілю можуть бути гладкими, мають простий профіль або декоративний профіль, наприклад, сайдинговий. Покрівельні сендвіч-панелі можуть мати профільовану структуру з обох боків або лише з одного зовнішнього боку. У якості утеплювача використовують:

У комерційному будівництві сендвіч-панелі використовуються для швидкого будівництва на металевому каркасі, таке використання розповсюджене у промислових цехах, автомийках, торгових центрах, сільськогосподарських будівлях, спортивних спорудах та інших об'єктах. Сендвіч-панелі з металевим покриттям часто використовуються як зовнішнє покриття таких будівель. Технологія виробництва сендвіч-панелей з використанням наповнювачів, таких як пінополіізоціанурат (ПІЦ) і пінополіуретан (ППУ), була започаткована у 1970-х роках. Сендвіч-панелі з наповнювачем з пінополіуретану стали популярними в початку 1990-х років, займаючи значну частину ринку до кінця цього десятиліття. Стінні сендвіч-панелі можуть мати гладку, просту профільовану або декоративну структуру, таку як сайдинг. Покрівельні сендвіч-панелі можуть бути профільованими з обох боків або тільки з одного зовнішнього боку. У якості утеплювача використовуються:

- Мінеральна вата (базальтове волокно).
- Пінополіуретан ППУ (поліізоціанурат ПІЦ).
- Пінополістирол;
- Поліізоціанурат;
- Скловолокно.

Мінеральна вата (базальтове волокно) є одним з найбільш популярних матеріалів для утеплення сендвіч-панелей. Вона виготовляється з силікатних розплавів гірських порід, шлаків або їх комбінацій. Зазвичай панелі з мінеральною ватою використовуються для спорудження простих будівель, які потребують швидкого ремонту. Мінеральна вата має властивості, які роблять її цінною: вона не підтримує горіння, має високі показники теплоізоляції та звукоізоляції, стійка до температурних коливань та впливу агресивних речовин. Крім того, вона характеризується невеликою густиною ($75-125 \text{ кг/м}^3$), низьким коефіцієнтом теплопровідності ($0,045-0,050 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$) при температурі $25 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$), вогнестійкістю, морозостійкістю та низькою гігроскопічністю.

Пінополіуретан (ППУ) має пористу структуру, що характеризується унікальним поєднанням легкості та міцності. Він демонструє високу стійкість до вологості навколишнього середовища, що робить його дуже довговічним у експлуатації. Сендвіч-панелі, утеплені пінополіуретаном, забезпечують ефективну гідроізоляцію та теплоізоляцію. Він не приваблює плісняву, грибок, комах або гризунів, і має відмінну стійкість до біологічних агентів. ППУ відноситься до важкогорючих матеріалів, особливо його вид, поліізоціанурат (ПІЦ). Під впливом відкритого вогню ПІЦ утворює вуглецевий шар, що перешкоджає подальшому поширенню вогню та сприяє самозатуханню матеріалу.

Пінополістирол також має пористу структуру і використовується як легкий утеплювач. Він широко застосовується у будівництві цехів, складських приміщень, торгових павільйонів, холодильних камер, а також у будівництві

дач і житлових будинків за «канадською технологією». Сендвіч-панелі, утеплені пінополістиролом, монтується та демонтується швидко.

Поліізоціанурат (PIR) є матеріалом для теплоізоляції сендвіч-панелей, що складається переважно з закритих пор. Він має низький коефіцієнт теплопровідності ($\lambda=0,021$ Вт/м*С). Основна відмінність між PIR та пінополіуретаном (ППУ) полягає в тому, що PIR можна використовувати при температурі до 140 градусів вище нуля. PIR можна розглядати як один із видів ППУ, оскільки він має підвищену стійкість до вогню. При загорянні зовнішній шар матеріалу перетворюється на вуглецеву матрицю з пористою структурою, що захищає внутрішні шари від подальшого горіння.

Скловолокно є специфічним матеріалом, який виготовляють із дуже тонких скляних ниток. Панелі зі скловолокна особливо популярні через їхні звукопоглинальні властивості. Загалом, скловолокно подібне до базальтових волокон: воно негорюче, екологічно чисте, зручне для транспортування та монтажу, а також має хорошу стійкість до дії хімічних речовин. Проте сендвіч-панелі зі скловолокна не можна використовувати за температур більше ніж 40 °С.

Зазвичай зовнішні шари сендвіч-панелей виготовляються з оцинкованої сталі, хоча також можуть бути виготовлені з інших матеріалів, таких як композити на основі деревної стружки. Важливим аспектом для покриття зі сталі є склад додаткового покриття, якість якого суттєво впливає на характеристики сендвіч-панелей, такі як термін служби, стійкість до вицвітання і т. д. Основні матеріали, які використовуються для покриття сендвіч-панелей, включають:

- Оцинкована сталь.
- Алюцинк.
- кортен (Cor-ten, кортенова сталь).
- Гіпсокартон.
- Пластизол.

- Полідифторіонад.
- Поліестер.
- Пурал.

В Україні широко використовуються сендвіч-панелі з оцинкованої сталі, що мають наповнювач з мінеральної вати та покриття з поліестеру (PE). У контексті майбутнього розвитку сендвіч-панелей одним із перспективних напрямів є створення панелей, які можуть генерувати електроенергію. Наприклад, у Швейцарії вже з 2009 року була розроблена технологія виробництва сендвіч-панелей з фотоелементом Flexcell, що вбудований у шар склопластику. Внутрішня частина таких панелей заповнена спіненим полімером.

Однією з ключових переваг сендвіч-панелей є швидкість будівництва об'єкта в цілому. До інших переваг можна віднести:

- Встановлення не залежить від температурних умов.
- Низьке навантаження на фундамент, що призводить до зменшення витрат на будівельні роботи.
- Можливість використання в галузях харчової промисловості та медичних установах.
- Відсутність реакції на хімічно агресивні речовини або біологічні чинники, такі як пліснява або грибок.

Серед недоліків сендвіч-панелей можна відзначити:

- Суворі вимоги до геометрії підоснови для монтажу та завищені вимоги до зварювання несучих металевих опор, що вимагає участі кваліфікованого персоналу монтажників та інженерно-технічного персоналу.
- Складні вузли з'єднання сендвіч-панелей з віконними та дверними конструкціями та їх ущільнення.
- Високі вимоги до геометрії сендвіч-панелей на стадії виробництва.
- Обмеження у створенні нестандартних архітектурних форм.

В Україні процес монтажу сендвіч-панелей має вже відпрацьовані технології, і багато організацій мають власний досвід, який дозволяє забезпечити оптимальні витрати часу і праці. Вартість монтажу для замовника враховує витрати на підйимально-транспортне обладнання, монтажні роботи зі спеціальних лісів або люльок, і можливі корекції несучих металевих конструкцій. Тому для точного розрахунку вартості робіт необхідне попереднє обстеження умов роботи та стану каркаса будівлі, інакше можуть з'явитися додаткові роботи, які не передбачені узгодженою кошторисною документацією.

Існує багато різних конфігурацій та розробок для заповнення великих отворів у будівлях каркасного типу. Наприклад, конструкції для багатоповерхових житлових будинків. Середній розмір таких конструкцій становить 3000мм x 6000мм. Вони складаються з внутрішнього шару гіпсокартону, який попередньо оздоблюється шпаклівкою, та зовнішнього шару з будь-якого матеріалу, який монтується за технологією навісного вентильованого фасаду. В такі конструкції вбудовані вікна. Вони доставляються на будівельний майданчик звичайним транспортом і піднімаються на поверх краном для подальшого монтажу. Цей процес займає приблизно 10-15 хвилин за участю спеціальних кріплень, встановлених заздалегідь. Під час монтажу внутрішніх шарів потрібен лише шпаклювання стиків та фарбування, а для зовнішніх шарів встановлюються спеціальні планки на стиках, які герметизуються і утеплюються за допомогою альпіністів або з будівельних лісів [9].

Такий тип будівництва часто характеризується високою швидкістю та економічністю. У виробничих цехах можна забезпечити необхідну кількість матеріалів та обладнання, організувати логістику та автоматизувати деякі процеси, що дозволяє значно знизити витрати на будівництво.

Серед різних технологій та матеріалів будівництва стін, які потребують подальшого оздоблення, можна виділити три найпоширеніші:

- Газобетон.

- ВСК панелі.

- СП панелі.

Газобетон - це вид пористого бетону; будівельний матеріал, що представляє собою штучний камінь з порами діаметром 1-3 мм, які рівномірно розподілені по всьому об'єму. При виробництві газобетону використовуються різні складові, такі як цемент, кварцовий пісок, спеціалізований газоутворювач та іноді гіпс, вапно, або промислові відходи, такі як зола або шлаки металургійних виробництв. Газоутворення у суміші відбувається під впливом газоутворювача, який зазвичай містить дрібнодисперсний алюміній та лужний цементний або вапняний розчин. Ця реакція призводить до утворення газоподібного водню, який спінює цементний розчин, та алюмінатів кальцію. Щоб уникнути пилу, пилоподібний алюміній зазвичай замінюють алюмінієвими пастами та суспензіями.

Сухі інгредієнти, які перед використанням потрібно змішати з водою, заливаються у форму. Реакція між лужним водним розчином гідроксиду кальцію та газоутворювачем викликає виділення водню, який "спінює" суміш. В результаті суміш збільшує свій обсяг і стає подібною до тіста. Після того, як цементний розчин затвердіє, моноліт виймають з форми і розрізають на блоки, плити або панелі. Ці заготовки потім піддаються обробці водяною парою в автоклаві, щоб надати їм остаточну міцність, або сушаться у спеціальних сушильних камерах. Залежно від процесу остаточної обробки, газобетон поділяється на "автоклавний" і "неавтоклавний".

Газобетон легко обробляється за допомогою звичайних сталевих інструментів: його можна пилити, свердлити, стругати, навіть без застосування спеціальних напайок. В нього також легко вбиваються цвяхи, скоби та інші кріпильні засоби. З часом газобетон стає ще твердішим. Цей матеріал не горить, оскільки він складається лише з мінеральних компонентів. Також він має меншу природну радіоактивність порівняно зі звичайним бетоном, оскільки не

містить гранітного щебеню та слюди, які можуть містити високі концентрації торію та урану.

Класифікація газобетонів здійснюється відповідно до їх призначення та умов твердіння. За призначенням газобетон може бути поділений на такі категорії:

- Конструкційні.
- Конструкційно-теплоізоляційні.
- Теплоізоляційні.

За умовами твердіння розрізняються:

- Автоклавні (з синтезного твердіння) - які тверднуть у середовищі насиченої пари під тиском, що перевищує атмосферний.

- Неавтоклавні (гідратаційного твердіння) - які тверднуть в природних умовах, електропрогріванні або в середовищі насиченої пари за атмосферного тиску.

За видом основного в'язучого газобетони поділяються на такі:

- На вапняних в'язучих, які містять вапно-кипілку більше 50% за масою, а також шлак та гіпс або додатково цемент до 15% за масою.

- На цементних в'язучих, у складі яких портландцементу міститься 50% і більше за масою.

- На змішаних в'язучих, що включають портландцементу від 15 до 50% за масою, а також вапно, шлак або їх комбінацію.

- На шлакових в'язучих, де вміст шлаку становить більше 50% за масою, у поєднанні з вапном, гіпсом або лугом.

- На зольних в'язучих, у яких вміст високолузних золів становить 50% і більше за масою.

За типом кремнеземистого компонента можна розділити наступні категорії газобетону:

- Газобетон, виготовлений з природних матеріалів, таких як тонкомолотий кварцовий пісок та інші види піску.

- Газобетон, виготовлений з вторинних продуктів промисловості, таких як зола від теплових електростанцій, зола від гідроочищення, а також вторинні продукти збагачення різних руд та відходи від виробництва феросплавів.

Головні переваги газобетону включають:

- Низька вартість виробництва, оскільки для його виготовлення потрібно менше цементу, ніж для звичайного бетону.

- Легкість обробки, що робить його схожим до дерева: газобетон легко пиляється та свердлиться.

- Невелика вага, що сприяє зменшенню витрат на фундамент та несучі конструкції.

Серед недоліків можна виділити наступне:

- Крихкість. Хоча стіни з газобетону не пошкоджуються механічно, окремі блоки можуть бути крихкими і вимагати обережного використання, оскільки вони можуть легко розіб'ється або ламаються.

- Гігроскопічність. Пориста структура газобетону, яка забезпечує хорошу циркуляцію повітря та має високий коефіцієнт теплопровідності, також швидко вбирає вологу. Це означає, що потрібно дбати про відповідне оздоблення, незалежно від того, чи використовуються мокрі процеси чи системи вентиляції.

При виборі щільності газобетонних блоків для зовнішнього оздоблення важливо врахувати їхню вагу та методи монтажу. На сьогодні газобетон є найпопулярнішим матеріалом у будівництві будь-яких об'єктів: від житлових будинків до промислових споруд. Головну частину використання складають будівельні блоки для стін і перегородок, а також зброєні елементи, такі як перемички та перекриття. У будівництві невеликих приватних будинків можна використовувати газобетонні блоки як матеріал для зовнішніх стін, особливо при будівництві трьохповерхових або нижче. У випадку багатоповерхових каркасно-монолітних будинків, де блоки використовуються як огорожувальні конструкції, обмеження на кількість поверхів практично відсутнє.

Щодо зовнішнього оздоблення, часто стикаються з неправильним вибором щільності газобетону. Це може бути в результаті неувважності при розрахунках ваги та потрібних кріплень для матеріалу на етапі проектування, або через економію при покупці менш щільного газобетону замовником чи підрядником. Зазвичай перед монтажем зовнішнього оздоблення проводяться випробування кріплень на міцність, а якщо результат виявляється невдалим, це може призвести до збільшення витрат на матеріали для кріплення (наприклад, хімічні анкери, додаткове кріплення піною-клеєм) або до збільшення трудовитрат, коли потрібно використовувати додаткові засоби кріплення як ззовні, так і з середини конструкції.

Враховуючи вищевикладене, для зменшення витрат при використанні газобетону як зовнішньої стіни, необхідно на етапі проектування визначити оптимальний метод зовнішнього оздоблення та правильно підібрати щільність матеріалу.

Внутрішня стінова касета (ВСК панелі) - це структурний матеріал з тонколистової пофарбованої сталі, який виробляється методом холодного прокату з полімерним покриттям. Розміри та товщина металу стінових панелей варіюються в залежності від розташування несучих металевих колон та відстані між ними. Конфігурація касет спеціально розроблена під розмір мінеральної вати згідно з українськими стандартами (ширина 600 мм). Глибина від 90 до 200 мм дозволяє забезпечити необхідний коефіцієнт опору теплопередачі. У стандартному комплекті є спеціальні елементи для уникнення утворення містків холоду та впливу вологи всередину, а також технологічні рішення для монтажу віконних і дверних конструкцій з металу, алюмінію або металопластику.

ВСК-панелі представляють собою альтернативу сендвіч-панелям, що мають аналогічні переваги та недоліки для швидкого монтажу будівель та споруд, за винятком:

- Відсутність утворення мостків холоду забезпечується завдяки просіданню утеплювача, оскільки кожна плита утеплювача шириною 600 мм розміщується у власній касеті, що усуває вертикальний тиск на неї.

- Зниження вартості досягається через можливість використання мінераловатних плит з меншою щільністю, наприклад, 30 кг/м³ (звичайно за умови використання вітрозахисної плівки).

- Початок внутрішніх будівельних робіт може бути прискорений, оскільки монтаж ВСК-панелей відбувається швидше, що дозволяє одночасно завершувати зовнішнє оздоблення та внутрішні роботи.

- Використання механізмів для підйому вантажів стає більш ефективним за рахунок меншої ваги та часу, що потрібного для монтажу.

- Можливість перфорації касети дозволяє зменшити відбивання звуку, оскільки поверхня касети не відображає його як відбивний екран, а замість цього пропускає його через отвори, забезпечені в тілі утеплювача, що в свою чергу поглинає звук. Це особливо важливо при будівництві та проектуванні приміщень з підвищеним рівнем шуму.

Основною перевагою ВСК-панелей над сендвіч-панелями полягає в можливості створення навісного вентилязованого фасаду, використовуючи різні матеріали для зовнішнього оздоблення. СІП-панелі є ще одним поширеним методом будівництва стін для подальшого оздоблення. Ці панелі є термоізолюваними та можуть складатися з цементно-стружкових плит (СРВ) або орієнтованих стружкових плит (OSB), які з'єднуються з термоізоляційним шаром пінополістиролу. Товщина зазвичай становить 160 мм або 200 мм, а розміри - 1250 мм в ширину і до 2,5 метрів в довжину (іноді 2,8 м). Випробування в Університеті Суррея показали, що ці панелі мають в п'ять разів більшу міцність, ніж будівельна конструкція з дерев'яного каркасу. Вони мають високі теплові властивості, гідроізоляційну мембрану та можуть бути поставлені з вже встановленими вікнами та дверима, облицьовані гіпсокартоном і електропроводкою, що робить їх готовими до використання. Ці

панелі можуть бути облицьовані різними матеріалами, такими як цегла, дерево, сайдинг і т. д. Показники несучої здатності залежать від товщини панелі, що дозволяє максимально використовувати простір у приміщенні. Їх можна з'єднувати за допомогою сполучних SIP-шпонок для зменшення теплових мостів, а внутрішній шар є 100% вторинним матеріалом, який можна повторно використовувати [9].

Серед переваг СІП-панелей можна виділити наступне:

- Виготовлення панелей на заводах, що дозволяє виконати в них прорізи для вікон та дверей, вирівняти внутрішню поверхню гіпсокартоном, вкласти канали для електропроводки та використовувати САПР (систему автоматизованого проектування).

- Швидкість монтажу на будівельному об'єкті.

- Низька вага, що значно зменшує витрати на фундамент.

- Екологічність, оскільки це стіни з деревини, при цьому використовується менше деревини до 60% у порівнянні з традиційною каркасною будівництвом.

Недоліки СІП-панелей включають:

- Обмеженість у висоті будівлі через технологічні особливості.

- Менша стійкість до сейсмічних умов порівняно з іншими сучасними технологіями.

- Гарантовані показники зовнішнього оздоблення можливі лише за умови створення "мокрих фасадів", що ставить під сумнів можливість застосування навісно-вентильованих фасадів.

- Сумнівна стійкість до гризунів.

Хоча ця технологія має свої переваги та замовників, недоліки значно обмежують її можливості в будівництві.

На цьому етапі створені всі передумови для вибору фасадних систем заповнення отворів. Починаються архітектурні роботи з Замовником по підборі матеріалів оздоблення та систем. Важливою є рекомендація архітектора та

оцінка вартості матеріалів та монтажних робіт для прийняття рішення. Коли проект великий, слід розглянути інвесторський кошторис для оцінки загальної вартості будівництва та прийняття рішення.

2.2 Аналіз технологічних процесів заповнення отворів готовими виробами

Монтаж вікон та склопрозорих конструкцій включає такі етапи:

- Перевірка відповідності габаритних розмірів віконного виробу і віконного отвору.

- Демонтаж штапиків та склопакетів.

- Монтаж підставочного профілю або підкладки до рами вікна.

Вибір методу кріплення віконного блоку в отворі і відповідне свердлення отворів у віконній коробці для монтажних дюбелів або анкерних пластин.

Якщо використовуються монтажні дюбелі, потрібно свердлити отвори відповідного діаметру за відмітками і продуті їх, щоб уникнути потрапляння металевої та ПВХ стружки у компоненти фурнітури виробу.

При монтажі на анкерні пластини їх встановлюють у визначені місця і закріплюють саморізами.

Конструкції встановлюються таким чином, щоб відхилення сторін коробок від вертикалі та горизонталі не перевищувало 1,5 мм на 1 м довжини та 3 мм на висоту виробу. Потім їх тимчасово фіксують установочними клинами. При монтажі пластикових вікон в одному приміщенні важливо перевірити рівень по горизонталі між сусідніми прорізами.

Заборонено передавати силові навантаження на монтажний шов. Для цього використовують опорні (несучі) колодки з полімерних матеріалів або дерева твердих порід, просоченого захисними засобами.

У разі необхідності виймати виріб з отвору із свердлінням отворів для вибраного типу кріплення віконного блоку за відмітками. Потім видаляється захисна плівка з лицьових поверхонь коробки.

Далі монтується дюбель з використанням силіконового герметика. При затягуванні працюють шурупвертом з опорою, щоб уникнути викривлення рами. При наявності глухого скління встановлюються склопакети, а потім монтується стулка, яку перевіряють на правильну роботу.

Пластикові вікна монтується на піноутеплювач по всьому периметру отвору рівномірним шаром. При широких монтажних швах піна наноситься поетапно з інтервалом у 15 хвилин і з повторним зволоженням.

При монтажі пластикових вікон (рис.2.5) з використанням штукатурних розчинів і герметиків зовнішній шар монтажного шва покривається паропроникною штукатуркою або герметиком.



Рисунок 2.5 – Монтаж вікон у приватному будинку, Запорізька область,
с. Степове

Встановлюється відлив до підставкового профілю. У відсутність підставкового профілю відлив кріпиться саморізами до коробки з обов'язковим ущільненням стику. Рекомендоване застосування пінопласту знизу відливу. Зазор між капельником і стіною має бути не менше 20 мм. Торці відливів бажано направити на зовнішні укоси.

Підвіконня встановлюється на піну. Перед установкою наноситься смужка силікону в районі контакту з рамою. Потім підвіконня за рівнем вводиться під раму і знизу підбивається клинами, а при необхідності розпирається зверху. Якщо відстань між підвіконням і нижньою частиною отвору велика, її можна скоротити цементним розчином.

Монтаж дверей

Монтаж розпашних дверей включає наступні кроки:

- Перевірка отвору для дверей і вирівнювання його країв і поверхонь.
- Перевірка всіх компонентів конструкції на виявлення пошкоджень та забезпечення їх справності.
- Ущільнення швів з оптимальною шириною від 10 до 20 мм (не більше 30 мм).
- Вибір сумісних матеріалів для ущільнення швів з матеріалом і покриттям дверей.
- Встановлення дверної коробки (рами) в отвір і вирівнювання за допомогою клинів.
- Свердління отворів для рами і монтаж дюбелів.
- Монтаж скляних дверей (рис.2.6) на петлях з зануренням швелера на рівень підлоги.
- Вивіряння дверей за допомогою рівня та схилу.
- Встановлення монтажної пластини в паз профілю косяка і приварювання до закладної деталі.
- Захист поверхні дверей від спалювання під час зварювання.
- Перевірка роботи ручок та замків і їх регулювання при необхідності.
- Герметизація вільного простору між коробкою і отвором за допомогою монтажної піни.
- Залишення на добу для затвердіння піни, обрізання надлишків та заштукатурювання вушок.

Монтаж маятникових дверей включає наступні кроки:



Рисунок 2.6 – Скляні вікна на об'єкті «Капітальний ремонт будівлі АТБ
Инв. №0017 по вул. Блакитна, 4 в м. Запоріжжя»

- Установка дверей в отвір стіни з заглибленням труб до рівня підлоги.
- Перевірка вертикальності та горизонтальності сторін дверної коробки за допомогою рівня.
- Відхилення не повинні перевищувати 1,5 мм на 1 метр довжини.
- Фіксація дверей в отворі.
- Закриття отворів в одвірку за допомогою заглушок (якщо використовуються дюбелі).
- Перевірка і забезпечення співвісності осей закривача дверей і верхньої петлі за допомогою шаблону.
- Регулювання положення полотен дверей для забезпечення рівномірного прилягання стулок.
- Ущільнення стику відповідно до інструкцій щодо використання матеріалу.

Щодо монтажу стійково-ригельної системи, підготовка перед монтажем включає:

- Підготовку огорожувальних установок, включаючи отвори, стіни та металоконструкції, які мають контакт з цеглою, бетоном або металом. Важливо забезпечити захист цих конструкцій від корозії.

- Перед початком монтажу конструкцій необхідно здійснити прийом та підготовку отворів.

- Перевірити розміри прорізів, перекриттів та наявність закладних деталей згідно з нормативно-технічною документацією. Закладні деталі кріпити відповідно до вимог виробника системи.

- Відхилення у розташуванні закладних деталей не повинні перевищувати +/- 5 мм. У разі будь-яких відхилень від технічної документації потрібно скласти акт за участю замовника і генпідрядника.

- Проводити роботи, пов'язані з "мокрими" процесами, поблизу приміщень, включених до отворів.

- При монтажі навісних будівельних конструкцій використовувати анкерні гвинти М12 згідно з технічною документацією щодо кількості та розташування монтажних вузлів.

- Перед початком монтажу підготувати майданчик для збору елементів у монтажні марки та забезпечити необхідні інструменти та пристрої для проведення робіт, а також вантажопідйомні механізми.

- Зберігання елементів вікон, вітрин, вітражів, дверей та скляних дахів має відбуватися в упакованому вигляді на дерев'яних підкладках у сухих складських приміщеннях з твердим покриттям підлоги. Не допускається зберігання елементів алюмінієвих конструкцій на відкритих майданчиках.

- Для монтажу будівельних алюмінієвих конструкцій слід дотримуватися вимог монтажних схем згідно з документацією КМабо КМД, відповідно до проекту.

- На заздалегідь підготовленому майданчику слід встановити підставки для зборки вітражів або монтажних секцій (марок), оббиті м'яким матеріалом, щоб уникнути пошкодження покриття конструкцій.

- За допомогою маркування на упаковці визначаються елементи зібраного вітражу (монтажної марки).

- Згідно зі складальним кресленням на підставці спочатку розкладаються крайні, а потім середні стійки так, щоб П-подібні закладні деталі на стійках були напроти одна одної; перевіряється якість кріплення П-подібних закладних (при необхідності підтягнути самонарізні гвинти).

- Далі до стійок приєднуються горизонтальні елементи-ригелі через П-образні закладні деталі так, щоб отвори на ригелях збігалися з отворами, виконаними в закладній деталі; ригелі кріпляться до закладних деталей двома самонарізними гвинтами.

- У випадку з'єднання стійкого похилого ригеля, замість П-подібної закладної застосовується підковоподібна закладна деталь.

- До крайніх стійок кріплять нащільник (куточок 20x1.5) згідно з документацією КМ або КМД [10].

- Після вивірки вітражу за допомогою рівня, сталеві пластини вітражу приварюють до закладних деталей отвору. Вітраж кріпиться за допомогою спеціальних монтажних вузлів згідно з проектом. Нижній монтажний вузол представляє собою сталеву пластину, прикріплену до нерухокої закладної деталі, яка встановлена в порожнині профілю. Верхній монтажний вузол виконаний рухомим для вибірки зазорів по отвору та компенсації температурних розширень.

- Під час зварювання вітража слід уникати попадання іскор та окатів за допомогою негорючого матеріалу, наприклад, мокрої кошми.

- Під час монтажу навісного вітража монтажна марка кріпиться на чотири ремонтні вузли, які попередньо встановлюються на перекритті або стіні будівлі. Вузли кріпляться анкерними гвинтами М12 та гайками, а також може використовуватись пружинна шайба. Крім того, конструкція дозволяє регулювати положення монтажної марки в трьох площинах.

- З'єднання монтажних марок відбувається шляхом зчленування нижньої марки з верхньою за допомогою направляючих поверхонь закладних деталей. Між стійками залишається проміжок, який після монтажу заповнюється силіконовим герметиком.

- Монтаж в горизонтальній площині здійснюється шляхом приєднання додаткових ригелів і монтажних марок з однієї до іншої сторони від встановленої раніше марки.

- Перед встановленням склопакетів або іншого заповнення, дві пластмасові підкладки розміщуються в пази нижнього ригеля на відстані 150 мм від кожної.

- Заповнення встановлюється на опорні підкладки за допомогою вакуумних присосок.

- Нижній та верхній ригелі кріпляться притисками з встановленим ущільнювачем та закріплюються самонарізними гвинтами.

- Притиски на стійки встановлюються лише після повного скління. Після встановлення всіх притисків, кришки закриваються. На крайніх ригелях та стійках під притисками встановлюються проставки та нащільники з оцинкованого сталевих листа або іншого матеріалу.

- Провести герметизацію по периметру отвору, рекомендується використовувати поліуретан, трикомпонентні герметики для фасадів або гумові прокладки. Пароізоляція для розділення зовнішнього та внутрішнього повітря може бути забезпечена за допомогою ізобутилової стрічки. Зазори між вікном і отвором мають бути не менше 25 мм, щоб уникнути промерзання.

- Змонтувати вікно в такому порядку:

1. Встановити фрамугу в отвір вікна.
2. Регулювати проміжок 4 мм по периметру за допомогою щупа.
3. Перевірити положення.
4. Закріпити самонарізними гвинтами по периметру.
5. Заглушити отвори пробками.

6. Встановити притискачі та кришки.
7. Регулювати рівномірний притиск фрамуги та фурнітури за допомогою ексцентрикових втулок та важелів.
8. Перевірити плавність руху фурнітури трикратним відкриванням і закриттям.
9. Ущільнити зазор між фрамугою та вікном.
10. Встановити важільний перехідник для переходу приводу керування вікном.
11. У випадку перепаду висоти більше 70 мм, встановити перехідник у вигляді гнучкої тяги для здійснення переходу приводу керування вікном.

Встановити двері вітражу, заглибивши їх рівно до поверхні чистої підлоги. Переконайтеся, що двері розташовані вертикально та горизонтально, забезпечивши зазор 4 мм по всьому периметру. Допустиме відхилення не повинно перевищувати 1,5 мм на 1 метр довжини. Після цього встановити склопакети вітражу і закріпити їх притисками разом зі встановленими дверима кришками. Здійснити регулювання положення дверей за допомогою петель для однакового притиску дверей [11]. Ущільнити проміжок між вітражем і дверима за допомогою ущільнювача вздовж всього периметру, використовуючи закатний ролик.

При монтажі сендвіч-панелей, спочатку вибрати панелі з відповідним коефіцієнтом опору теплопередачі. Звернути увагу на те, що навіть якщо постачальники намагаються переконати у якості своїх наповнювачів, важливо орієнтуватися на вартість та якість панелей. Наповнювачі можуть впливати на вагу панелей, але це не завжди впливає на вартість монтажу. Необхідно вибирати наповнювачі з урахуванням їх вартості та якості, щоб уникнути додаткових витрат та збільшення трудовитрат персоналу.

1. При виборі проектної організації, важливо враховувати кваліфікацію проектанта для розробки детального проекту. Це дозволить зменшити витрати на логістику, монтажні роботи та матеріальні ресурси. Детальний проект має

містити всі необхідні допуски та вказівки щодо монтажу металоконструкцій. Крім того, варто розглянути можливість заміни дорогих оцинкованих елементів каркасу на конструкції з чорного металу для монтажу панелей.

2. Увага також повинна бути приділена кольоровому рішенню в архітектурному проекті. Кожен виробник сендвіч-панелей має свою власну палітру кольорів, і важливо враховувати це при виборі кольору. Крім того, необхідно враховувати кольори всіх деталей фасаду, включаючи добірні елементи та віконно-вітражні конструкції.

3. Одним з важливих аспектів є товщина металу на зовнішній та внутрішній сторонах сендвіч-панелей. Вона може варіюватися від 0,35 мм до 0,7 мм і потрібно враховувати це при виборі кріплення до панелей.

4. Товщина металу на зовнішній та внутрішній стороні. Вона може бути від 0,35мм до 0,7мм. Це слід розглядати в контексті елементів фасаду та внутрішнього оздоблення, як необхідно буде кріпити до сендвіч-панелі.

У подальшому підрядна фірма або постачальник аналізують тип, розміри та кількість панелей згідно з проектом. Після цього підрядник проводить геодезичні роботи для визначення відхилень у геометрії та розмірах несучих конструкцій відносно проекту та вимог монтажу конкретного виробника. Наступним кроком є внесення змін до проекту щодо кількості та розташування панелей, а також до матеріалів оцинкованої підсистеми для оптимального монтажу. Тут важливо враховувати, що виготовлення панелей потребує попереднього замовлення та певного часу, і їх ціна залежить від обсягу замовлення. Тому доцільно зробити замовлення та оплату до початку геодезичних робіт, але потрібно бути готовим до можливих змін у кількості та номенклатурі панелей. Це може викликати проблеми з надлишком або нестачею панелей, що може уповільнити процес монтажу. Також слід враховувати, що деякі підприємства, працюючи за європейською системою, можуть перераховувати вартість панелей на більшу сторону в перерахунку на квадратний метр.

Перед початком монтажу сендвіч-панелей виконуються підготовчі заходи на будівельному майданчику:

- Встановлюють риштування, колиски або інші засоби для робіт на висоті.
- Розміщують та підготовлюють місця для піддонів з урахуванням панелей, які будуть монтуватися у відповідній зоні фасаду, та можливості роботи механізмів підйому та монтажників. Також важливо правильно зберігати панелі до монтажу, уникнути пошкоджень, забруднень та вологи.
- Огороджують територію та забезпечують безпеку з питань охорони праці.

Поставку панелей на монтажну зону здійснюють за допомогою вантажопідйомних механізмів, використовуючи такі засоби:

- Траверси зі спеціальними захватами, що запобігають пошкодженню панелей. Це найпоширеніший метод. Використання страхувальних ременів необхідно для запобігання падінню панелі під час підйому за допомогою механічних захватів.
- Вакуумні присоски, що є безпечним і ефективним методом, але можливо використовувати лише для панелей з гладкою поверхнею. Перед використанням вакуумних присосок необхідно видалити захисну плівку з металевої поверхні панелі.

Перед початком горизонтального монтажу сендвіч-панелей необхідно підняти панель у вертикальне положення. Це можна зробити, поставивши панель на прокладки, розміщені рівномірно по всій довжині панелі. Важливо уникати деформації замків під час цього процесу.

При вертикальному монтажі використовується механічний захват, який кріпиться до панелей за допомогою свердління. Після встановлення панелей в їх проектне положення необхідно закрити залишкові отвори за допомогою кріпильних елементів або декоративних елементів.

Стикування панелей повинно проводитися строго вертикально, заборонено стикувати панелі під кутом одна до одної для уникнення деформації.

Всі роботи з різання та свердління панелей повинні виконуватися тільки інструментом, що дозволяє "холодну" обробку, таким як вібраційні або ручні ножиці.

Монтаж розпочинається з перевірки рівня цоколя відповідно до горизонталі та вертикалі. Потім мітять місце під отвір та висвердлюють болт. Після цього між підшоною та опорною конструкцією вкладають прокладку з термостійкого матеріалу. Торці панелей у місцях стику ізолюють за допомогою бутил каучукової стрічки. Після закріплення всіх самонарізних гвинтів прокладки видаляють і переходять до фіксації наступного блоку. Після завершення монтажу віконно-дверної групи та добірних елементів видаляють захисну плівку з панелей, вікон і дверей протягом максимум місяця після монтажу. Якщо виникає необхідність, поверхню слід очистити від пилу та бруду мильним розчином. У разі потрапляння монтажної піни на лицеву панель без плівки її слід негайно видалити за допомогою спеціального засобу, наприклад, змивки для піни.

Установка внутрішніх стінових касет (ВСК панелей) починається з вибору відповідно до заданого коефіцієнту опору теплопередачі. Цей вибір враховує:

- товщину базальтової вати,
- матеріал, що використовується для зовнішнього екрану навісного вентилязованого фасаду, вказаний у проекті,
- розрахунок вітрового навантаження,
- крок опорних колон (металевих або залізобетонних) по всіх фасадам, який для даної технології не перевищує 9 метрів,
- навантаження на внутрішні сторони касет відповідно до технічних особливостей експлуатації об'єкта.

З урахуванням цих даних визначається глибина касети (від 100 мм до 150 мм), товщина сталі (від 0,7 мм до 1 мм) та довжина панелей для конкретного сегмента фасаду. Крім того, відповідно до проекту обирається колір внутрішньої сторони панелей.

Підготовка будівельного майданчика та обробка матеріалу мають такі ж особливості, що й для монтажу сендвіч-панелей.

Монтажні роботи виконуються у такій послідовності:

- монтаж цокольної планки (виготовленої на заводі виробника),
- ізоляція касети від колони шляхом проклеювання двох спеціальних ущільнювачів вертикальних розміром 20 мм на 600 мм (можлива також проклейка алюмінієвої стрічки вздовж вертикального з'єднання касет). Ці ущільнювачі повністю повторюють геометрію внутрішньої поверхні касети та захищають конструкцію від потрапляння пари всередину та виконують роль демпфіруючої прокладки [12].

- Починають з кріплення стартової панелі, а потім монтується кожна наступна. Касети прив'язуються до колони знизу вгору. Кількість кріплень до колони залежить від розрахунків, але рекомендується використовувати три самонарізи або турбовінти (три точки кріплення) з обох боків касети в кожній хвилі, яка прилягає до колони.

- Горизонтальні ущільнювачі завширшки 20 мм та товщиною 5 мм наклеюються між стіновими касетами.

- Касети з'єднуються між собою саморізами на відстані кожних 600 мм.

- Для усунення "холодних містків" між касетою та фасадним покриттям на зовнішньому краї касети накладається термопрокладка шириною 50 мм та товщиною 5 мм.

- У касету вкладається плитний мінераловатний утеплювач (базальтовий або скловолоконний) з об'ємною густиною від 30 до 80 кг/м³.

- Утеплювач захищається вітрозахисною плівкою, можливо також використання утеплювача з кешованою поверхнею.

- Монтується віконно-дверна конструкція з термо- та гідроізоляцією.
- На горизонтальні направляючі касет кріпляться вертикальні направляючі підконструкції.

- Встановлюється матеріал зовнішнього екрану.

- Монтується добірна оцинкована сталь: відливи, стикові планки між екраном фасаду та віконно-дверними конструкціями та покрівлею.

Також, як і у випадку з використанням сендвіч-панелей, потрібно дотримуватися наступних вимог і рекомендацій під час монтажу ВСК-панелей:

- При транспортуванні важливо використовувати автомобіль зі знімними стійками для полегшення завантаження і розвантаження, а також уникати виступів касет за межі автомобіля, щоб уникнути їх пошкодження.

- Касети у заводській упаковці мають зберігатися згідно з загальними правилами зберігання, прийнятими постачальником.

- Навіть невеликі пошкодження покриття під час монтажу слід виправити за допомогою спеціальної фарби після очищення поверхні від бруду та пилу.

- Стальні ошурки, що утворюються після різання та закручування самонарізів, слід видалити м'якою щіткою, щоб уникнути пошкодження поверхні касети.

- Після видалення захисної плівки слід очистити забруднену поверхню мильним засобом або іншим чистильним засобом, попередньо перевіривши його на невеликій області, щоб переконатися, що покриття не пошкодиться.

У технології монтажу ВСК-панелей є такі особливості:

- Касети слід кріпити за допомогою ременів до дерев'яного каркасу, в який вони упаковані.

- Матеріал підконструкції для навісного вентильованого фасаду рекомендується використовувати з оцинкованої сталі, щоб забезпечити однакове термічне розширення матеріалів.

2.3 Аналіз технологічних процесів оздоблення стін «мокрими методами»

Існує два типи матеріалів для теплоізоляції, які використовуються при оздобленні стін «мокрими методами»: мінераловатні та полістирольні плити. Кожен з них має свої переваги та недоліки, які можуть визначити вибір системи. Основні сфери застосування та доцільність використання матеріалів залежать від їхніх характеристик:

- Пожежна безпека: Мінераловатні плити мають групу горючості НГ, що повністю відповідає нормам пожежної безпеки при облицюванні зовнішніх стін згідно з ДБН, де вказано, що всі матеріали повинні мати групу горючості не менше Г1. Полістирольні плити, наприклад, пінопласт, відповідають цим вимогам умовно, тобто тільки за умови додавання спеціальних домішок. Однак на практиці будівельники часто використовують звичайний пінопласт, приховуючи фактичну характеристику пінополістиролу.

- Вага: Мінераловатні плити, які можуть мати щільність від 140 г/м³, потребують більшої товщини для забезпечення необхідного коефіцієнта опору теплопередачі і, відповідно, мають більшу вагу. Полістирольні плити мають значно кращі теплоізоляційні характеристики при меншій вазі.

- Паропроникність: Мінераловатні плити, які мають високу паропроникність, переважно використовуються для оздоблення основних стін у новобудовах та при термомодернізації будівель, оскільки дозволяють стінам «дихати». Полістирольні плити ефективно використовуються для утеплення фундаменту та цоколя, де потрібно уникнути проникнення вологи ззовні.

- Витрати. Утеплення фасаду за допомогою мінеральної вати є значно витратнішим у порівнянні з пінополістирольними плитами через використання більш дорогих матеріалів, таких як фарби, клей та шпатлівки на основі мінерально-силікатних або ще дорожчих силіконових. У випадку з фасадами,

утепленими пінополістирольними плитами, використовуються більш доступні акрилові матеріали.

- Умови виконання оздоблювальних робіт: всі операції, пов'язані з улаштуванням зовнішньої скріпленої теплоізоляції будівельних конструкцій, повинні проводитися за температури навколишнього середовища не нижче +5 °С. Проте не рекомендується працювати при температурі вище +25 °С та під впливом сильного вітру. Висока температура та інтенсивний вітер спричиняють швидке випаровування води з розчинних сумішей, що негативно впливає на процес висихання модифікованих розчинних сумішей на основі мінеральних зв'язувачів. Виконання робіт при прямому сонячному світлі також не рекомендується. Зовнішню скріплену ізоляцію можна робити за умови відносної вологості повітря не вище 80%. Працювати під дощем та негайно після дощу не допускається. Шари полімерно-мінеральних розчинних сумішей (клеї, штукатурка), нанесені на поверхню, слід захищати від дощу, сильного вітру та прямих сонячних променів за допомогою густої сітки, яка розтягнута на будівельній риштуванні. Роботу з використанням кольорових декоративних полімерно-мінеральних штукатурних сумішей варто проводити при температурі навколишнього середовища не нижче +10 °С.

Монтажні процеси:

- У разі, якщо планується встановлення зовнішньої скріпленої теплоізоляції на об'єкті нового будівництва, роботи можна почати лише після завершення монтажу покрівлі, встановлення вікон та дверей, проведення всіх комунікаційних робіт та встановлення всіх необхідних елементів, таких як підмащування, будівельні ліси, колеса тощо.

- Підготовка поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій до проведення робіт. Під час термомодернізації будинку або споруди необхідно передбачити попередню перевірку основи, на якій буде монтуватися теплоізоляція. Це означає визначення матеріалу конструкцій, їх міцності, виявлення будь-яких пошкоджень чи забруднень на поверхні, оцінку міцності

зчеплення опоряджувальних шарів з основою. Штукатурка або облицювання перевіряються на ділянки, де опоряджувальний шар відшаровується від основи, зазвичай за допомогою простукування (по цих ділянках чути глухий звук). Опоряджувальні шари, які втратили зчеплення з основою, видаляються за допомогою машин для сколювання бетону. Великі тріщини, які не розширюються, а також вибоїни, розчищаються від часток матеріалу, що пошкоджені, і ґрунтуються. Тріщини підмазуються шпателем, спочатку поперечно, а потім вдовж їхньої довжини, зрівняно з поверхнею конструкції. Тріщини шириною до 2 мм і дрібні подряпини не залишаються заповненими розчином. Нерівності поверхні глибиною і висотою до 10 мм не коригуються. Глибокі вириви ґрунтуються. Фарбові покриття з низькою паропроникністю видаляються. Після очищення поверхню промивають струменем води під тиском і залишають до просушування. Паропроникні фарбові покриття перевіряють на взаємодію з клейовим розчином. Якщо вони не сумісні, їх слід видалити одним із доступних методів. Для цього можна використовувати органічні або неорганічні змивачі з подальшим механічним очищенням поверхні. Місця з появою мохів, рослинності або грибків очищують щітками, обробляють спеціальним препаратом і залишають до висихання. Якщо стінові конструкції піддалися ремонту або обробці спеціальними засобами, роботи з установлення скріпленої теплоізоляції можуть початися не раніше, ніж через тиждень після завершення підготовчих заходів [13].

Монтаж металевих профілів з перфорованими полицями на цоколь має на меті закріплення першого ряду теплоізоляційних плит на певній висоті, створення прямої та рівної кромки системи та захист плит від можливих пошкоджень під час монтажу та експлуатації. Для цього використовуються профілі з нерівнополицевою конфігурацією, де висота полиць, паралельних цоколю, не перевищує $1/3$ висоти полиць, які кріпляться на цоколі. Ширина полиць, на які плити опираються торцем, повинна відповідати товщині плити і зазначається в проекті. Профілі кріплять так, щоб полиця, що розміщується

перпендикулярно до цоколя, знаходилася нижче за мінімально допустимою відстанню від перекриття між підвалом і першим поверхом будинку, яка становить не менше 50 см. Кріплення профілів починається з торця будинку, а перед цим торці профілів, які з'єднуються на торці будівлі, піддають обрізці. Полиці, що розміщуються паралельно цоколю, обрізають під кутом 90°, а ті, що розміщуються перпендикулярно, - під кутом 45°.

- Приготування клейової розчини з сухої суміші та води проводиться у пластмасовій посудині. Спочатку в посудину наливається необхідна кількість води, а потім поступово додається суха суміш, при цьому постійно здійснюється перемішування. Процес перемішування триває до отримання однорідної маси, після чого перемішування припиняється, і розчину залишають у спокої на п'ять хвилин. Потім перемішування продовжується ще дві хвилини. У разі, якщо розчин занадто загустів, його можна розріджувати за допомогою низькообертового дреля з рамною насадкою. Важливо не використовувати воду для розрідження, оскільки це може негативно позначитися на міцності клейового розчину та спричинити збільшення усадки. Для подачі клейового розчину на місце робіт використовують підіймач або лебідку з блоками, закріпленими на певній висоті, а також можуть підносити розчин уручну.

- Глибокопроникна ґрунтовка використовується для підготовки поверхні зовнішніх стін. Це дозволяє зміцнити основу та підвищити міцність зчеплення клейового розчину з поверхнею конструкції. У разі, якщо теплоізоляційні плити кріпляться до основи з матеріалів, що легко вбирають воду (наприклад, легкий бетон, глиняна цегла, газоблок), глибокопроникна ґрунтовка допомагає знизити поглинання води основою з клейового розчину.

Нанесення клейової суміші на зворотний бік теплоізоляційних плит та їх приклеювання до поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій виконується з урахуванням рівня нерівностей на поверхні. На мінераловатні плити розчин наносять однорідним шаром, а на пінополістирольні - за допомогою зубчастого шпателя, якщо нерівності до 5 мм. При нерівностях до

10 мм розчин наносять смугами на пінополістирольну плиту, уникаючи повітряних пробок. Якщо нерівності досягають 15 мм, застосовують коржі та смуги з переривчастими з'єднаннями по периметру плити. Кількість клейової суміші обирають так, щоб після притиснення плити до основи вона покривала принаймні 70% поверхні зчеплення. Пливу приклеюють до основи протягом 20 хвилин після нанесення розчину. Для забезпечення щільного прилягання її притискають до поверхні основи, а потім вирівнюють штукатурною теркою. Після приклеювання плиту необхідно утримувати нерухомо, щоб зберегти міцність з'єднання з основою. Якщо плита не приклеїлася належним чином, необхідно відірвати її, очистити як поверхню плити, так і поверхню конструкції від залишків клейової розчинної суміші, а потім знову приклеїти плиту, покривши тильний бік свіжим шаром клейової розчинної суміші. Плити теплоізоляції закріплюються на конструкції знизу вгору, розміщуючи перший ряд плит на профілях з перфорованими полицями так, щоб вертикальні шви між ними були зміщені. На торцях будівлі або споруди також слід зміщувати торці плит. Ширина шва між плитами теплоізоляції не повинна перевищувати 2 мм; якщо ширина шва більше 2 мм, використовують смуги з того ж матеріалу для заповнення цього шва. Якщо на швах суміжних плит є нерівності, їх можна видалити дерев'яною теркою з наждачним папером. У випадку, якщо на краях плит або на їх поверхні є вириви або виступи, цю частину плити вирізають ножом і вставляють на її місце добре вирізаний шматок плити з того ж матеріалу. Теплоізоляційні плити в місцях примикання слід підігнати до дверних і віконних рам, забезпечуючи їх герметичне прилягання. Як ущільнювальний матеріал між віконними і дверними рамами та мінеральними плитами теплоізоляції можна використовувати еластичний акриловий герметик.

Кріплення теплоізоляційних плит до стін за допомогою дюбелів виконується з урахуванням попереднього зашліфування стиків між плитами. Зазвичай цю процедуру проводять через 2-3 дні, але цей термін може бути скорочений при використанні швидкотвердіючих сумішей. Для зашліфування

поверхні використовується дерев'яна терка з грубим наждачним папером. Після цього, не раніше ніж за 3 доби після приклеювання плит, їх фіксують до зовнішніх конструкцій дюбелями з метою забезпечення надійності і міцності утеплення. Кількість дюбелів розраховується відповідно до конкретних умов будівництва.

Підготовка до влаштування армованого захисного штукатурного шару передбачає додаткове армування кутів віконних і дверних блоків за допомогою вставок розміром 250 x 350 мм, щоб уникнути появи тріщин. Далі кути зміцнюються перфорованими металевими кутиками, які вклеюються за допомогою розчинної суміші на всі віконні й дверні укоси. Також слід зазначити необхідність додаткового зміцнення захисного шару стін першого поверху, щоб захистити теплоізоляційні плити від механічних пошкоджень. Починають улаштовувати армований [14] захисний штукатурний шар після закріплення плит утеплювача дюбелями. Робочу поверхню стін розбивають на захватки та карти, з урахуванням розмірів і характеристик застосовуваних засобів підмащування. Під час виконання робіт з фасадним утеплення встановлюють висоту карт так, щоб вона дорівнювала висоті одного рівня, а ширина визначається довжиною коліски. Перед початком приготування розчинних сумішей рекомендується використовувати полімерні контейнери та низькообертові дрилі з різними насадками або спеціальні змішувачі. На поверхню утеплювача наносять шар захисної штукатурної суміші і рівномірно розподіляють його по всій площі захватки. Товщина шару не повинна перевищувати 2 мм. Верхній шар захисного розчину наносять на торцеву поверхню плити для захисту від опадів під час виконання робіт. Після цього накладають склосітку, заглиблюючи її в розчин та уникнувши утворення складок чи розривів. Сітку розміщують смугами відверху донизу, накладаючи кожен на попередню. На торцях будинку передбачають напусток склосітки не менше ніж на 100 мм на кожній стіні. На утеплювачі поблизу віконних і дверних отворів закріплюють косі вставки зі склосітки розміром не менше ніж

250 x 350 мм. По вертикальних торцях першого поверху будинку, на поверхні утеплювача поблизу віконних і дверних отворів, одночасно з нанесенням другого шару захисного розчину, закріплюють кутові профілі з перфорованими стінками розміром 25 x 25 мм. Перед установленням кутових профілів їх обрізають таким чином, щоб полицки внутрішніх профілів були обрізані перпендикулярно до краю, а полицки зовнішніх профілів - під кутом 45° до осі. Нижній край склосітки заводять на торець теплоізоляційних плит, цокольний профіль і на поверхню цоколя. Другий шар захисного розчину укладають так само, як і перший.

При нанесенні другого шару слід перевіряти, щоб головки дюбелів були приховані, а кути були чітко відформовані. Для цього використовується кутова терка. Товщина першого і другого армованих захисних шарів має складати не менше 2 мм з допустимим відхиленням 10%. Для контролю за відхиленнями застосовується метод вимірювання, який включає не менше п'яти вимірів на кожні 100 м² поверхні. Допустимі відхилення по горизонталі становлять $\pm 7\%$, по вертикалі - $\pm 5\%$, які контролюються за допомогою двометрової рейки та набору щупів, проводячи не менше п'яти вимірів на кожні 100 м² поверхні. Деформаційні шви заповнюють герметиком не менше ніж через 7 днів після нанесення другого шару штукатурної розчини. Під час герметизації важливо, щоб вологість штукатурки не перевищувала 2%. Роботи з герметизації виконуються за температур навколишнього середовища від 10 до 30 °С. Герметик вводять у деформаційний шов ручним шприцом для мастикації.

Коли розчин готовий, його наносять на поверхню плит, а потім армують склосіткою. Оцинковані або алюмінієві кутики з перфорованими полицями кріплять на торцях першого поверху будинку та на торцях віконних і дверних прорізів по всьому фасаду.

- Улаштування деформаційних швів між плитами утеплювача.
- Герметизація місць дотику теплоізоляційних плит із покрівлею.
- Ґрунтування поверхні утеплювача застосуванням ґрунтовки.

- Нанесення декоративних покривів на підготовлену поверхню. Матеріали для цього можуть включати сухі полімерно-цементні суміші, полімерні композиції з мінеральними наповнювачами та фасадні фарби. Нанесення розчинної суміші виконують шпателем або нержавіючою сталлюю теркою. Якщо розчинна суміш згортається, її додатково змішують дрилем з рамною насадкою. Роботу на одній поверхні варто виконувати без перерви, забезпечуючи мокре на мокре нанесення. Якщо потрібно припинити роботу, на місці перерви наклеюють клейку стрічку, на яку наносять штукатурку. Перед продовженням роботи стрічку видаляють. Сухі мінеральні декоративні покриття можна фарбувати силікатною фарбою, наносячи фарбу щіткою двічі. Фарбу можна розбавити водою для нанесення першого шару. Технологія застосування декоративних полімерних покриттів (акрилові, силікатні та силіконові) аналогічна, за винятком того, що вони надходять у готовому вигляді й потребують лише перемішування перед застосуванням [15].

- Зміцнення в нижній частині віконних прорізів металевих козирків
- Влаштування навісу з гідроізоляцією, з'єднаною з покрівлею.
- Демонтаж підмащення, будівельних лісів, колисок

тощо.

2.4 Аналіз технологічних процесів оздоблення стін та отворів навісними вентиляльованими фасадами (НВФ)

Перед вибором матеріалу для зовнішнього екрану та під конструкції необхідно провести теплотехнічний аналіз для визначення оптимальної товщини теплоізоляції. Цей аналіз важливий як для нових будівель, так і для об'єктів, що потребують термомодернізації. Після визначення необхідної товщини ізоляційного матеріалу можна перейти до вибору зовнішнього

покриття, враховуючи вагу з теплоізоляцією та без неї, яка може коливатися від 7 до 100 кг/м². Варіанти матеріалів розглядаються в порядку виключення за вагою, потім за експлуатаційними характеристиками і, нарешті, за архітектурними властивостями та вартістю, враховуючи витрати на матеріал, підконструкцію та монтажні роботи. Основні критерії для визначення матеріалу включають:

1. Вага: Це першочерговий фактор, що враховується як для будівель, які планується термомодернізувати, так і для нових конструкцій. Для існуючих будівель та споруд вага включає такі аспекти, як навантаження на фундамент та здатність матеріалу, з якого викладені зовнішні стіни, забезпечити надійне кріплення підконструкції до навантажень на вертикальну площину (дюбелі, анкери, шпильки, хімічні анкери і т. д.).

2. Умови експлуатації: Цей аспект враховує різноманітні умови, які можуть суттєво вплинути на вибір матеріалу. Наприклад, морське повітря негативно впливає на метал (чорний або оцинкований), деякі природні та синтетичні матеріали. Сильні вітри та сейсмічні зони також можуть обмежити використання різних матеріалів.

3. Архітектурні рішення та вартість: Це невід'ємний етап проектування, де створення унікальної архітектури може вимагати використання різноманітних матеріалів. Однак їх вартість може змусити інвестора шукати альтернативи.

Вибір матеріалу для зовнішнього екрану буде визначений наступними чинниками:

1. Тип теплоізоляційного матеріалу: Якщо теплоізоляція буде видимою або може відчувати пряме вплив опадів через фасадний екран, рекомендується використовувати вітробар'єр. У випадку, коли такі умови відсутні, можна використовувати мінераловатні плити з кешованою поверхнею.

2. Спосіб кріплення екрану до підконструкції: Це можуть бути видимі або приховані кріплення. До видимих кріплень відносяться самонарізні гвинти, заклепки, цвяхи, а до прихованих - кляймери, аграфи та інші деталі, які розташовані під пази або відверстиями.

3. Варіанти матеріалу підконструкції: Вони можуть включати деревину, оцинкований метал або алюміній.

4. Конструкція підконструкції: Це означає несучі профілі, їх розташування в просторі та способи їх з'єднання між собою.

5. Технологія та вартість монтажних робіт: Після вибору зовнішнього екрану починається процес конструювання та розрахунку підконструкції. На початковому етапі робиться розрахунок всіх профілів з урахуванням їх розмірів, інтервалів теплорозривів та навантажень. Ці розрахунки можуть здійснюватися постачальниками систем або монтажними організаціями з використанням власного інженерно-технічного персоналу або спеціалізованого програмного забезпечення. Також постачальник підконструкції може здійснювати технічний нагляд за відповідністю матеріалів та їх розташуванням на фасаді.

Наступним кроком є розробка паспорту фасаду, яка включає в себе базовий проект облицювання з врахуванням особливостей матеріалу зовнішнього екрану. Підрядна організація складає цей паспорт, вказуючи зовнішній вигляд, матеріали та вузли з'єднання з іншими системами заповнення отворів, типові розміри та матеріали підкладки та теплоізоляції. Пакет документів погоджується з головним архітектором проекту, технічним наглядом та замовником і є частиною договору на монтаж зовнішнього екрану.

Далі проводиться розрахунок технічних відходів основного матеріалу зовнішнього екрану та матеріалів сполучення з готовими виробами для заповнення отворів або фасадів мокрого типу. Також затверджуються технологічні відходи для нестандартних вузлів облицювання, які розробляються або коригуються під час виконання робіт. Ці документи

використовуються для коригування інвестиційного кошторису та затвердження договору з чітким переліком матеріальних ресурсів та їх вартості.

Після цього розробляється технологічна карта робіт, на основі якої складаються графіки виконання конкретних видів робіт, постачання матеріалів та послідовність будівельних операцій на майданчику.

Перед тим як розпочати роботу на об'єкті, монтажна організація здійснює заходи з охорони праці:

1. Проведення навчання майстрів ділянок та інших інженерно-технічних робітників (далі - ІТР), які будуть зайняті в монтажних роботах на об'єкті, з питань загальної охорони праці. Таке навчання може проводити лише сертифікована організація, чинне посвідчення якої діє протягом 3 років.

2. Організація навчання монтажників або проведення іспитів щодо роботи з електроінструментом, роботи на висоті з риштувань та спеціальних підйомників (будівельних кранах), верхолазних робіт і групи електробезпеки (не нижче 2-го рівня). Перше навчання проводиться спеціалізованою організацією, а потім може бути атестація на підприємстві кваліфікаційною комісією, що складається з трьох працівників або представників, які мають відповідну кваліфікацію та проходили навчання з питань загальної охорони праці.

3. Проведення експертного огляду всіх підйомно-транспортних механізмів, встановлених на об'єкті, з проведенням випробувань. Такі висновки і дозволи може видавати тільки сертифікована організація.

4. Атестація всіх інших засобів, які будуть використовуватися для монтажних робіт на об'єкті: будівельних риштувань, підмостків, монтажних поясів, електричного та пневматичного інструменту та іншого обладнання.

5. Проведення внутрішніх та загальних інструктажів, першинних та періодичних з питань техніки безпеки на об'єкті з оформленням відповідних документів (журналів, протоколів і т.д.).

6. Кожного робочого дня працівники монтажної організації отримують наряд-допуск від відповідальної особи.

Постачання матеріалів на територію будівельного майданчику включає вхідний контроль матеріалів та виробів, які будуть використовуватися на об'єкті. Цей контроль здійснюється шляхом перевірки наданих документів та проведення контрольних випробувань у випадках потреби, з попереднім затвердженням виробника.

Перед початком монтажних робіт на об'єкті встановлюються певні умови:

- Виконання робіт заборонено у випадку відсутності покрівель та стін, які захищають від опадів, під час дощу або густого туману, а також при температурі навколишнього повітря нижче встановлених норм з охорони праці в будівництві чи в разі відсутності будівельної готовності.

Всі монтажні роботи з фасадними системами повинні відповідати вимогам нормативних документів, таких як ДСТУ В.2.6-35:2008, а також рекомендаціям щодо проектування та монтажу багатошарових систем зовнішньої ізоляції фасадів будівель та технічним умовам розробників систем.

На будівлях, які підлягають реконструкції, монтажні роботи починаються з очищення фасаду від штукатурки, фарби та інших сипучих елементів. Також важливо демонтувати спеціальні пристрої, які перешкоджають належному приляганню теплоізоляції відповідно до вимог ДБН.

Перед встановленням будівельної спецтехніки або риштувань, будівельний об'єкт розбивається на захвати. Кількість та розмір захоплень у кожному конкретному випадку визначається з урахуванням різних чинників, таких як розміри фасадів будівлі, кількість та обладнання монтажників, наявність будівельної техніки, умови поставок матеріалів та обладнання та інші. Захват може охоплювати весь фасад або розділятися на декілька захоплень у вертикальному напрямку враховуючи наявність проміжних карнизів або поясів. Також у горизонтальному напрямку захват може

охоплювати весь фасад, одну секцію або використовувати інші способи поділу фасаду.

1. Конструювання та моделювання враховують реальний стан поверхні підоздоблювання на об'єкті, включаючи такі етапи як розмітка основи в вертикальній та горизонтальній площинах, встановлення базових міток та маяків, визначення та розмітка ліній сполучення облицювання з дахом та іншими заповненнями отворів. Розмітка проводиться з використанням геодезичних приладів, рівня та схилу. Де наряду з цим, розмітка в зоні кінцевих плит перекриття виконується з урахуванням розташування вибраних анкерів (дюбелів).

2. Підготовка поверхні до монтажу полягає в проведенні всіх необхідних заходів з використанням цементних розчинів для вирівнювання стін у впадинах, заповнення тріщин та інших пошкоджених поверхонь відповідно до вимог монтажу теплоізоляції, як визначено відповідними будівельними нормами

3. Монтаж кронштейнів передбачає маркування місць кріплення кронштейнів на фасаді будівлі за допомогою маркера, зокрема місць отворів. Для кріплення кронштейнів до основи використовуються анкерні болти, тип яких визначається на етапі проектування, з обов'язковим проведенням випробувань на міцність безпосередньо на несучих стінах будівлі. Монтаж кронштейнів та вертикальних профілів в межах захвату може здійснюватися знизу вгору або навпаки, залежно від прийнятих технологічних рішень. Вибір типу кронштейну (великий, середній або малий) для конкретного місця будівлі здійснюється згідно з проектною документацією. Для зменшення теплопередачі між кронштейном і основою встановлюється термоміст. Несучі кронштейни є найбільш навантаженими елементами каркаса, тому що вони сприймають вітрове навантаження та вагу підконструкції. У випадку, коли кронштейн є опорним, кріплення встановлюються в пази (ковзне кріплення).

4. Монтаж технологічних кронштейнів проводиться перед установкою на фасаді систем кондиціонування, навісів, зовнішньої реклами, водостічної системи та інших елементів. Ці кронштейни ретельно розроблені так, щоб мати достатню міцність та забезпечувати необхідну відстань від зовнішнього екрану облицювання.

5. Монтаж протипожежного відсікання на фасаді відповідає нормам, встановленим ДБН. За допомогою дюбелів діаметром 6x80 монтується короби з оцинкованої сталі товщиною не менше 0,55 мм до стіни будівлі. Крок кріплення зверху становить трохи більше 400 мм, а з боку - трохи більше 600 мм.

6. Монтаж теплоізоляції включає в себе кріплення мінераловатних плит утеплювача до стін будівлі за допомогою пластмасових дюбелів тарілчастого типу з розпірними стрижнями. Довжина дюбелів визначається товщиною утеплювача, яка зазначена в проєкті. Плити утеплювача кріпляться починаючи з нижнього ряду та рухаючись вгору, щільно одна до одної, з уникненням порожнеч у швах. У випадку виявлення порожнеч, вони заповнюються тим самим матеріалом.

7. Монтаж вітрозахисної плівки виконується з використанням натягу, розкочуючи її вертикально (або горизонтально) по поверхні утеплювача. При виході кронштейнів, плівка обрізається. Далі утеплювач разом з плівкою фіксуються за допомогою відповідної кількості дюбелів до стіни, згідно з проєктом. Мінімальна відстань між дюбелями та краєм плівки становить не менше 70 мм. Нахльостування плівок складає 150 мм. Рекомендується розташовувати дюбелі у місцях перехльостування плівки для кращої фіксації. Дозволяється проклеювання стрічками, які мають бутил-каучукову основу, в місцях виходу кронштейнів та перехльостування плівок [16]. У разі розриву полотна можна використовувати аналогічні стрічки для проклеювання. Плівка повинна повністю покривати поверхню утеплювача, включаючи торці, тому вона підгинається під утеплювач.

8. Монтаж профілів підсистеми проводиться лише після установки плит утеплювача. Під час монтажу необхідно контролювати вертикальність або горизонтальність та відстань між суміжними профілями для дотримання проектних розмірів. Стикування профілів здійснюється з урахуванням зазорів згідно з проектом, для компенсації температурних деформацій. Після монтажу профілів проводиться перевірка та, при необхідності, коригування геометрії несучих конструкцій підсистеми.

9. Поставлення захисту від гризунів проводиться одночасно з монтажем профілів у зоні монтажу, що включає нижню частину стіни, наприклад, поблизу цоколя. Для цього встановлюється перфорований профіль, який перекриває повітряний зазор між облицювальною плитою і утеплювачем знизу.

10. Установка зовнішнього екрану здійснюється відповідно до проекту. Вона включає в себе монтаж матеріалу зовнішнього екрану та елементів з'єднання з вікнами, дверима та фасадами іншого матеріалу або площини. Проводяться роботи з герметизації екрану в місцях з'єднання з іншими виробами, які вже змонтовані в отворах, покрівлі та цоколі, а також з різних кронштейнів, які проходять через екран на зовнішній стороні. При необхідності здійснюється фарбування кріплень фасадного екрану, що видимі ззовні.

3 РОЗРАХУНКИ ПІДСИСТЕМИ ТА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ

3.1 Приклад розрахунку теплоізоляції для НВФ

Об'єкт: «Термомодернізація приватного будинку в м. Запоріжжя». Фото об'єкту наведено на рисунку 3.1.

Фасад: навісний вентиляований фасад з облицюванням фіброцементними плитами НІСНІА. Підсистема метал оцинкований.

Тип будівництва: реконструкція

Розрахунок здійснив: ІТР ТОВ «Сіріус».

Монтаж виконав: ТОВ «Сіріус».

Технічний нагляд: Замовник.

Основні дані для розрахунку системи утеплення:

1. Знаходження об'єкта: м. Запоріжжя
2. Типа будівлі: житловий
3. Параметри повітря для розрахунку системи утеплення всередині будинку встановлюються відповідно до вимог ДБН В.2.2-15:2019:

внутрішня температура повітря	твн – 20 °С (293 К)
відносна вологість повітря	фвн – 55%.
4. Режим вологого в приміщенні, який встановлюється відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 виходячи з температури і вологості всередині будинку - нормальний;
5. Існуюча конструкція стіни:

Споруда з пустотної керамічної цегли щільністю 1400 кг/м ³ на цементно-пісчаному розчині
Цементно-вапняна штукатурка щільністю 1700 кг/м ³
6. Параметри існуючої конструкції:



Рисунок 3.1 – Термомодернізація приватного будинку в м. Запоріжжя

Товщина цегляної кладки	$\delta_2 - 0,38$ м
Товщина шару штукатурки	$\delta_1 - 0,02$ м
Теплопровідність цегляної кладки	$\lambda_2 - 0,64$ Вт/(м*К)
Теплопровідність штукатурки	$\lambda_1 - 0,87$ Вт/(м*К)

Розрахунок системи утеплення зовнішній огорожувальній конструкції будівлі. Визначаємо кількість градусодіб опалення для температурної зони II по формулі:

$$S = (t_{вн} - t_{от.пер}) \xi_{от.пер}$$

$$t_{вн} = 293 \text{ К (} 20 \text{ °С)}$$

$$t_{от.пер} = (273,0 - 1,1) \text{ К} = 271,9 \text{ К}$$

фот.пер. беремо з таблиці «Кліматичне районування території України за температурними зонами». Для Запоріжжя складає 187 суток.

$$S=3945,7.$$

Визначаємо мінімально доступне значення спротиву теплопередачі огорожувальної конструкції, що для зони II складає $2,8 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

В розрахунок прикладу беремо цегляну стіну в півтори цегли з шаром штукатурки і зробимо розрахунок необхідного шару теплоізоляції з мінеральної вати.

1. Розраховуємо зведений спротив теплопередачі огорожувальної конструкції по формулі:

$$R_{\Sigma \text{сс}} = 1/L_{\text{вн}} + \sum (R_i F_i / F_{\Sigma}) + 1/L_{\text{зов}}$$

$$R_0 \text{ існ} = 1/8,7 + 0,02/0,87 + 0,38/0,64 + 1/23 = 0,115 + 0,023 + 0,59 + 0,043 = 0,77 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

2. Розраховуємо необхідне значення підсилення теплозахисту зовнішній огорожувальній конструкції будівлі:

$$\Delta R = R_{\text{qmin}} - R_0 \text{ суц} = 2,8 - 0,77 = 2,03 \text{ м}^2\text{К/Вт}.$$

3. Виходячи з основної формули робимо розрахунок товщини теплоізоляції:

Мінвата, компанії Техноніколь, плити Техновент, розміри:

Довжина 1000 мм, 1200 мм.

Ширина 600 мм

Товщина 50-250 мм, крок 10 мм.

Теплопровідність не більш як $0,043 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{С)}$

$$p(\text{м}) = R_k = 2,03 * 0,43 = 0,087 \text{ м}$$

По даному розрахунку товщина теплоізоляції на цегляну стіну в півтори цегли з шаром штукатурки, необхідні мінераловатні плити мінімальної товщини 87мм.

Для даного об'єкту приймаємо мін вату Техновент товщиною 100 мм.

3.2 Приклад розрахунку підсистеми та кріплення

Об'єкт: «Торгово-гостинний комплекс, розташований за адресою: м. Одеса, ул. Генуезька, 24Д». Об'єкт наведено на рисунку 3.2.

Фасад: навісний вентиляований фасад з облицюванням склофібробетоном.

Підсистема анодований алюміній, постачальник компанія HILTI

Розрахунок виконано на програмному забезпеченні компанії HILTI.

Розрахунок здійснив: ТОВ «Сіріус-Проф».

Технічний нагляд за використаними матеріалами: компанія HILTI.

Технічний нагляд за розташуванням кронштейнів: компанія HILTI

Технічний нагляд на об'єкті: внутрішня служба компанії Кадорр



Рисунок 3.1 – «Торгово-гостинний комплекс, розташований за адресою: м. Одеса, ул. Генуезька, 24Д»


PROFIS Facade 2.4.2
www.hilti.com

Компанія:
 Адрес: м. Одеса, вул. Генуезська, 24д
 Телефон | Факс |
 E-Mail:

Сторінка: 2
 Проект:
 Місцезнаходження
 Дата: 4/22/2016
 Автор проекта: ТОВ Сіріус-Проф

1 Вхідні дані
1.1 Дані по геометрії будівлі

Довжина будівлі:	40.000 m
Ширина будівлі:	20.000 m
Высота будівлі:	15.200 m
Высота поверха	3.000 m
Площа фасада:	0.0 m ²

1.2 Базовий матеріал

Тип матеріала:	Бетон
Матеріал:	B25
Товщина матеріала:	180.0 mm
Товщина утеплювача:	100.0 mm
Відст. від стіны до обл.:	250.0 mm
Вітрозахист:	<input checked="" type="checkbox"/>
Товщина ненесучого шару:	0.0 mm

1.3 Фасад

Розташування:	Горизонтально
Фасад, Виробник:	Другі, FunderMAX
Довжина x Ширина x Товщина:	1200.0 mm x 600.0 mm x 14.0 mm
Вага:	27.500 kg/m ²
Назва, Вид кріплення:	Exterior, Заклепки и самірези: Видимий

Вводні дані результати повинні бути перевірені на дійсність PROFIS Facade
 © 2012 EUROFOX GmbH. Gewerbestraße 10. AT-2821 Lanzenkirchen

Рисунок 3.2 – Розрахунок підсистеми та кріплення у програмному комплексі



www.hilti.com

PROFIS Facade 2.4.2

Компанія:
 Адрес: м. Одеса, вул. Генуезська, 24д
 Телефон | Факс |
 E-Mail:

Сторінка: 3
 Проект:
 Місцезнаходження
 Дата: 4/22/2016
 Автор проекта: ТОВ Сіріус-Проф

2 Навантаження

2.1 Вітрове навантаження

Страна (Регион), Підходящий стандарт: Україна, DBN В.1.2-2:2006, DSTU В В.2.6-35:2008

Нормативне значення вітрового тиску:
 $W_{m(+)} = W_0 \cdot C_{aer,(+)} \cdot C_h \cdot C_{ed} \cdot C_{dir} \cdot C_d$
 $W_{m(-)} = W_0 \cdot C_{aer,(-)} \cdot C_h \cdot C_{ed} \cdot C_{dir} \cdot C_d$

Вітрової район: 3
 Максимальний тиск вітра w_0 : 0.500 kN/m²
 Макс вітрове навантаження (с урах. ожеледиці) w_0 : 0.350 kN/m²
 Висота: 50.000 м, $C_{aer} = 1.00$, $C_{ed} = 1$, $C_{dir} = 1$, $C_d = 1$
 Тип місцевості: IV
 Момент коливань: ≥ 0.250 s

Позитивне і негативне (отсос) тиск вітру, коефіцієнти

Висота	Площа	C_h	$C_{aer,+}$	$C_{aer,-}$	W_{m+}	W_{m-}
					W_{b+}	W_{b-}
0.000 м - 5.000 м	Угол	0.60	0.80	-2.00	0.240 kN/m ²	-0.600 kN/m ²
					0.168 kN/m ²	-0.420 kN/m ²
0.000 м - 5.000 м	Рядова зона	0.60	0.80	-0.80	0.240 kN/m ²	-0.240 kN/m ²
					0.168 kN/m ²	-0.168 kN/m ²
5.000 м - 10.000 м	Кут	1.00	0.80	-2.00	0.400 kN/m ²	-1.000 kN/m ²
					0.280 kN/m ²	-0.700 kN/m ²
5.000 м - 10.000 м	Рядова зона	1.00	0.80	-0.80	0.400 kN/m ²	-0.400 kN/m ²
					0.280 kN/m ²	-0.280 kN/m ²
10.000 м - 15.200 м	Кут	1.21	0.80	-2.00	0.483 kN/m ²	-1.208 kN/m ²
					0.338 kN/m ²	-0.846 kN/m ²
10.000 м - 15.200 м	Рядова зона	1.21	0.80	-0.80	0.483 kN/m ²	-0.483 kN/m ²
					0.338 kN/m ²	-0.338 kN/m ²

2.2 Навантаження від власної ваги

Вага фасада, Навантаження 27.500 kg/m², 0.270 kN/m²

2.3 Обледеніння навантаження

Вкл. Обледеніння навантаження: Так

Нормативне значення обледеніння навантаження: $G_s = b \cdot k \cdot \mu_2 \cdot \rho \cdot g$

Щільність криги, Коефіцієнт обледеніння площі, Коефіцієнт висотності: $\rho = 0.90$ g/cm³, $\mu_2 = 0.60$, $k = 1.10$

Обмерзлий район, Товщина криги: $V, b = 28.0$ mm

Двустороннє обледеніння: $2.0 \cdot G_s = 0.328$ kN/m²

Вводіть дані і результати повинні бути перевірені на дійсність! PROFIS Facade
 © 2012 EUROFOX GmbH, Gewerbepark 10, AT-2821 Larzenkirchen

Рисунок 3.3 – Розрахунок підсистеми та кріплення у програмному комплексі



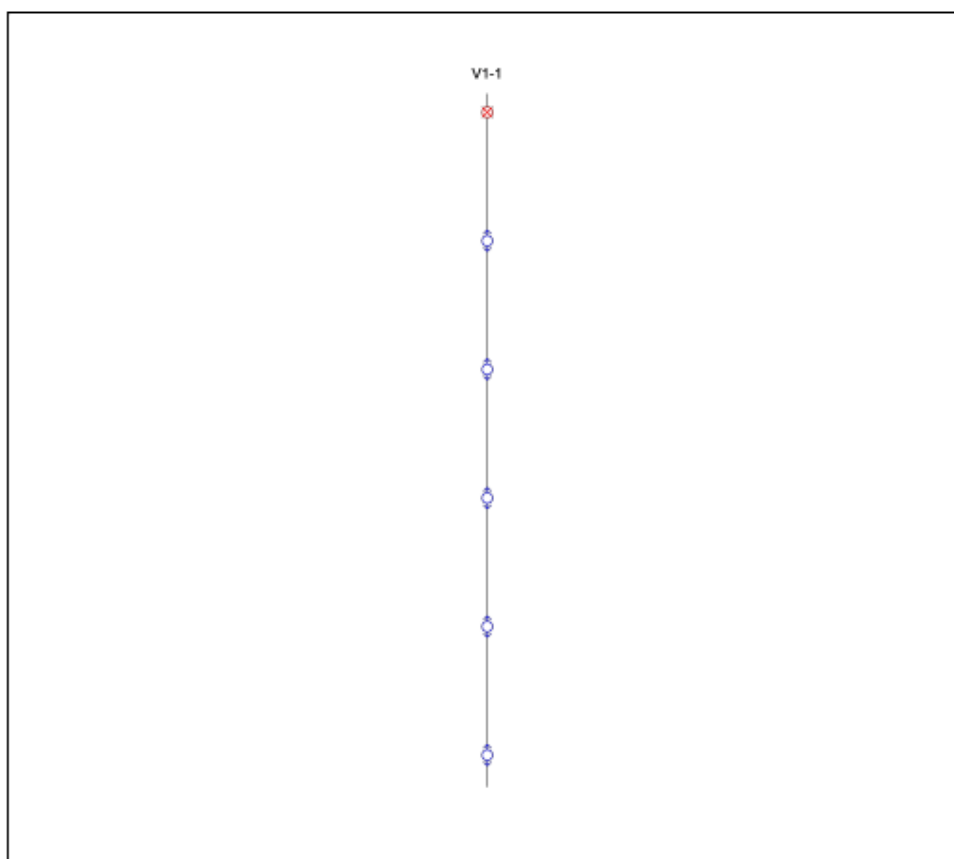
www.hilti.com

PROFIS Facade 2.4.2

Компанія:
Адрес: м. Одеса, вул. Генуезська, 24д
Телефон | Факс |
E-Mail:

Сторінка: 4
Проект:
Місцезнаходження
Дата: 4/22/2016
Автор проекту: ТОВ Сіріус-Проф

3 Ділянка фасада 1 - Ділянка фасада 1



Вводні дані і результати повинні бути перевірені на дійсність! PROFIS Facade
© 2012 EUROFOX GmbH, Gewerbestraße 10, AT-2821 Lanzenkirchen

Рисунок 3.4 – Розрахунок підсистеми та кріплення у програмному комплексі



www.hilti.com

Компанія:
Адрес: м. Одеса, вул. Генуезська, 24д
Телефон | Факс |
E-Mail:

PROFIS Facade 2.4.2

Сторінка: 6
Проект:
Місцезнаходження
Дата: 4/22/2016
Автор проекта: TOB Сіріус-Проф

3.1 Сполучення навантажень

Розрахунок елементів фасаду створен з урахуванням сполучення навантажень, враховуючих наступні навантаження (вітрове навантаження, власна вага, подальше об'єднання)

3.1.1 Предельне становище

3.1.1.1 Вітрове навантаження (рядова та кутова зони) і навантаження від власної ваги

LC u_{s,1}: $\gamma_c \cdot g$ - Навант. від власн.ваги (нерозрах.випадок)

LC u_{s,2}: $\gamma_c \cdot g + \gamma_w \cdot w_{in+}$ - Навант. від власн.ваги (нерозрах.випадок) + Позит. тиск. вітру

LC u_{s,3}: $\gamma_c \cdot g + \gamma_w \cdot w_{in-}$ - Навант. від власн.ваги (нерозрах.випадок)+Негат.тиск.вітру (отсос)

LC u_{s,4}: $1,0 \cdot g + \gamma_w \cdot w_{in+}$ - Навант. від власн.ваги (нерозрах.випадок)+Позит.тиск.вітру

LC u_{s,5}: $1,0 \cdot g + \gamma_w \cdot w_{in-}$ - Навант. від власн.ваги (нерозрах.випадок)+Негат.тиск.вітру(отсос)

3.1.1.2 Вітрове навантаження (рядоватакутова зони) і навантаження від власної ваги и ожеледне навантаження

LC u_{s,6}: $\gamma_c \cdot g + \gamma_r \cdot l$ - Навант. від власн. ваги (нерозрах.випадок) + Двусторонне об'єднання

LC u_{s,7}: $\gamma_c \cdot g + 0,9 \cdot \gamma_r \cdot l + 0,9 \cdot \gamma_r \cdot w_b$ - Навант. від власн.ваги (нерозрах.випадок) + Двусторонне об'єднання + Позит. тиск. вітру

LC u_{s,8}: $\gamma_c \cdot g + 0,9 \cdot \gamma_r \cdot l + 0,9 \cdot \gamma_r \cdot w_b$ - Навант. від власн.ваги (нерозрах.випадок)+Двустороннеоб'єднання+Негат. тиск.вітру (отсос)

3.1.1.4 Коефіцієнти запасу

Вітрове навантаження: $\gamma_w = 1.14$

Навантаження від власн. ваги: $\gamma_c = 1.05$

Ожеледне навантаження: $\gamma_r = 1.16$

3.1.2 Гранічний стан (по 2-ой групі) - прогіб профілю

3.1.2.1 Вітрове навантаження (рядова та кутова зони) і навантаження від власної ваги

LC s_{1,1}: $1,0 \cdot g$ - Навант.від власн.ваги

LC s_{1,2}: $1,0 \cdot g + 1,0 \cdot w_{in+}$ - Навант. від власн.ваги (нерозрах.випадок)+Позит.тиск.вітру

LC s_{1,3}: $1,0 \cdot g + 1,0 \cdot w_{in-}$ - Навант. від власн.ваги (нерозрах.випадок)+Негат.тиск.вітру(отсос)

3.1.2.2 Вітрове навантаження (рядоватакутова зони) і навантаження від власної ваги и ожеледне навантаження

LC s_{1,4}: $1,0 \cdot g + 1,0 \cdot l$ - Навант. від власн. ваги + Двусторонне об'єднання

LC s_{1,5}: $1,0 \cdot g + 0,9 \cdot l + 0,9 \cdot w_b$ - Навант. від власн. ваги + Двусторонне об'єднання + Позит. тиск. вітру

LC s_{1,6}: $1,0 \cdot g + 0,9 \cdot l + 0,9 \cdot w_b$ - Навант. від власн. ваги + Двусторонне об'єднання + Негат. тиск. вітру (отсос)

Вводні дані і результати повинні бути перевірені на дійсність PROFIS Facade
© 2012 EUROFOX GmbH, Gewerbestraße 10, AT-2821 Lanzenkirchen

Рисунок 3.5 – Розрахунок підсистеми та кріплення у програмному комплексі



www.hilti.com

PROFIS Facade 2.4.2

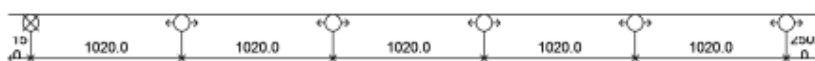
Компанія:
Адрес: м. Одеса, вул. Генуезська, 24д
Телефон | Факс |
E-Mail:

Сторінка: 7
Проект:
Місцезнаходження
Дата: 4/22/2016
Автор проекту: TOB Сіріус-Проф

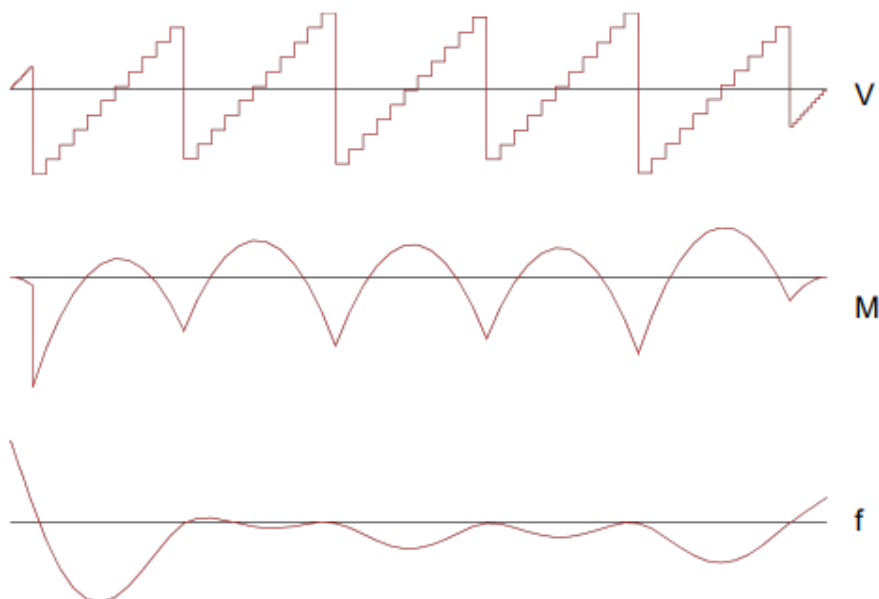
3.2 Статична система та розрахунок реакцій опор, зусиль в пролітах, прогибів

3.2.1 Релевантна направляюча - 1-ий шар

Номер направляючої: V1-1
Розрахункове співвідношення зусиль: 8 / ULS
Розрахункове співвідношення зусиль (2 групаПС): 5 / SLS



3.2.1.1 Розподілення поперечних зусиль, згинаючих моментів, прогибів



3.2.1.2 Максимальні/мінімальні реакції опор, згинаючих моментів, прогибів

Максимальна реакція опори $R_D = 0.847428 \text{ kN}$ Максимальний момент $M_{max} = 111.224 \text{ Nm}$
Максимальний прогиб $f_{max} = 0.445824 \text{ mm}$ Минимальний момент $M_{min} = -50.7014 \text{ Nm}$

Вводні дані і результати повинні бути перевірені на дійсність PROFIS Facade
© 2012 EUROFOX GmbH, Gewerbepark 10, AT-2821 Lanzenkirchen

Рисунок 3.6 – Розрахунок підсистеми та кріплення у програмному комплексі



www.hilti.com

PROFIS Facade 2.4.2

Компанія:
Адрес: м. Одеса, вул. Генуезська, 24д
Телефон | Факс |
E-Mail:

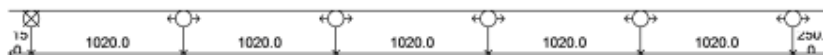
Сторінка: 8
Проект:
Місцезнаходження
Дата: 4/22/2016
Автор проекта: TOB Сіріус-Проф

3.3 Придатних руз для розрахунку

3.3.1 Елементи 1-го шару

$N_{sd,fx}$	Макс. розрахункове навантаження від горизонтальної сили - Фікс. кріплення
$G_{sd,fx}$	Макс. розрахункове навантаження від вертикальної сили - Фікс. кріплення
$N_{sd,sklx}$	Макс. розрахункове навантаження від горизонтальної сили - Ковз. кріплення
$F_{H,sklx}$	Макс. розрахункове навантаження від горизонтальної сили на анкер - Ковз. кріплення
$F_{H,fx}, F_{V,fx}$	Макс. розрахункове навантаження від горизонтальної/вертикальної сил на анкер - Фікс. кріплення
M_{sp}	Макс. розрахункове значення моменту в місці стикування опорної п'ят і стінки кронштейна
M_{sh}	Макс. розрахункове значення моменту в місці кріплення кронштейна и направляючої
$F_{H,sp}, F_{V,sp}$	Макс. розрахункове значення діючої сили на вузол скріплення направляючих
M_{ζ}	Макс. розрахункове значення діючого згинаючого моменту довкола вісі ζ направляючої
M_{η}	Макс. розрахункове значення діючого згинаючого моменту довкола осі η направляючої
$f_{x,sklx}, f_{y,sklx}$	Макс. прогіб направляючої по вісі X/Y - Проліт
$f_{x,cont.}, f_{y,cont.}$	Макс. прогіб направляючої по вісі X/Y - Консоль

Направляюча V1-1



Гранічний стан по 1й групі

Площа Рядова зона, Висота: 0.000 m - 5.000 m

LC	$N_{sd,sklx}$	$F_{H,sklx}$	$N_{sd,fx}$	$G_{sd,fx}$	$F_{H,fx}$	$F_{V,fx}$
	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція
	M_{sp}	M_{sh}	M_{ζ}	M_{η}	$F_{H,sp}$	$F_{V,sp}$
	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція
1 / ULS	-0.050 kN	-	0.042 kN	0.990 kN	1.320 kN	0.495 kN
	1170.0 mm	-	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm
	150.032 Nm	33.0427 Nm	33.0458 Nm	-	-	-
	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	-	-	-
2 / ULS	-0.222 kN	-	-0.066 kN	0.989 kN	1.352 kN	0.495 kN
	1170.0 mm	-	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm
	160.646 Nm	22.4004 Nm	25.6477 Nm	-	-	-
	150.0 mm	150.0 mm	428.2 mm	-	-	-
3 / ULS	0.184 kN	0.184 kN	0.150 kN	0.989 kN	1.285 kN	0.495 kN
	4230.0 mm	4230.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm
	139.108 Nm	43.8938 Nm	45.7681 Nm	-	-	-
	150.0 mm	150.0 mm	150.0 mm	-	-	-

Вводні дані/результати повинні бути перевірені на дійсність! PROFIS Facade®
2012 EUROFOX GmbH, Gewerbepark 10, AT-2821 Lanzenkirchen

Рисунок 3.7 – Розрахунок підсистеми та кріплення у програмному комплексі



www.hilti.com

PROFIS Facade 2.4.2

Компанія:
 Адрес: м. Одеса, вул. Генуезська, 24д
 Телефон | Факс |
 E-Mail:

Сторінка: 11
 Проект:
 Місцезнаходження
 Дата: 4/22/2016
 Автор проекта: TOB Сіріус-Проф

Площа Рядова зона, Висота: 10.000 m - 15.200 m

LC	Н _{сд,лк}	F _{н,лк}	Н _{сд,лк}	G _{сд,лк}	F _{н,лк}	F _{в,лк}
	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція
	M _x	M _y	M _z	M _l	F _{н,рр}	F _{в,рр}
	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція
4 / ULS	-0.394 kN 1170.0 mm	- -	-0.177 kN 150.0 mm	0.942 kN 150.0 mm	1.322 kN 150.0 mm	0.471 kN 150.0 mm
	164.273 Nm 150.0 mm	10.024 Nm 150.0 mm	-37.1396 Nm 1170.0 mm	- -	- -	- -
5 / ULS	0.371 kN 4230.0 mm	0.371 kN 4230.0 mm	0.257 kN 150.0 mm	0.942 kN 150.0 mm	1.186 kN 150.0 mm	0.471 kN 150.0 mm
	120.762 Nm 150.0 mm	53.4569 Nm 150.0 mm	57.2271 Nm 150.0 mm	- -	- -	- -
6 / ULS	-0.082 kN 1170.0 mm	- -	0.070 kN 150.0 mm	1.625 kN 150.0 mm	2.165 kN 150.0 mm	0.812 kN 150.0 mm
	246.134 Nm 150.0 mm	54.4256 Nm 150.0 mm	54.4338 Nm 150.0 mm	- -	- -	- -
7 / ULS	-0.396 kN 1170.0 mm	- -	-0.131 kN 150.0 mm	1.561 kN 150.0 mm	2.139 kN 150.0 mm	0.780 kN 150.0 mm
	256.04 Nm 150.0 mm	32.6875 Nm 150.0 mm	41.4358 Nm 428.2 mm	- -	- -	- -
8 / ULS	0.340 kN 4230.0 mm	0.340 kN 4230.0 mm	0.266 kN 150.0 mm	1.560 kN 150.0 mm	2.015 kN 150.0 mm	0.780 kN 150.0 mm
	216.327 Nm 150.0 mm	72.2732 Nm 150.0 mm	75.7309 Nm 150.0 mm	- -	- -	- -

Площа Кут, Висота: 10.000 m - 15.200 m

LC	Н _{сд,лк}	F _{н,лк}	Н _{сд,лк}	G _{сд,лк}	F _{н,лк}	F _{в,лк}
	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція
	M _x	M _y	M _z	M _l	F _{н,рр}	F _{в,рр}
	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція	Позиція
1 / ULS	-0.050 kN 1170.0 mm	- -	0.042 kN 150.0 mm	0.990 kN 150.0 mm	1.320 kN 150.0 mm	0.495 kN 150.0 mm
	150.032 Nm 150.0 mm	33.0427 Nm 150.0 mm	33.0458 Nm 150.0 mm	- -	- -	- -
2 / ULS	-0.397 kN 1170.0 mm	- -	-0.175 kN 150.0 mm	0.989 kN 150.0 mm	1.385 kN 150.0 mm	0.495 kN 150.0 mm
	171.404 Nm 150.0 mm	11.6082 Nm 150.0 mm	-37.5173 Nm 1170.0 mm	- -	- -	- -
3 / ULS	0.925 kN 4230.0 mm	0.925 kN 4230.0 mm	0.586 kN 150.0 mm	0.988 kN 150.0 mm	1.140 kN 150.0 mm	0.494 kN 150.0 mm
	94.5502 Nm 150.0 mm	88.2124 Nm 150.0 mm	97.6342 Nm 150.0 mm	- -	- -	- -

Вводні дані результати повинні бути перевірені на дійсність! PROFIS Facade©
 2012 EUROFOX GmbH, Gewerbepark 10, AT-2821 Lanzenkirchen

Рисунок 3.8 – Розрахунок підсистеми та кріплення у програмному комплексі



www.hilti.com

PROFIS Facade 2.4.2

Компанія:
 Адрес: м. Одеса, вул. Генуезська, 24д
 Телефон | Факс |
 E-Mail:

Сторінка: 17
 Проект:
 Місцезнаходження
 Дата: 4/22/2016
 Автор проекта: ТОВ Сіріус-Проф

3.4 Розрахунок елементів фасада

Зауваження: розрахунок елементів фасада буде надан з відповідній комбінацією навантажень! Висновки розрахунку кронштейнів, анкерів і елементів кріплення направляючих до кронштейнів є в окремому документі (Система-Статика)

3.4.1 Перевірний обзор елементів фасада

Направляюча V1-1

	Дія	Спротив	Використання	LC	Статус
Площа Рядова зона, Висота: 0.000 m - 5.000 m					
Анкер					
Фіксоване кріплення: HRD-HR 10x100	4.405 kN	4.500 kN	98 %	6 / ULS	Умова виконується
Ковзане кріплення: HRD-HR 10x100	0.369 kN	4.500 kN	9 %	3 / ULS	Умова виконується
Кронштейн					
Фіксоване кріплення: MFT-MF L190	264.93 N/mm ²	135.00 N/mm ²	197 %	6 / ULS	Умова не виконується
Ковзане кріплення: MFT-MF M 190	26.34 N/mm ²	135.00 N/mm ²	20 %	7 / ULS	Умова виконується
Елемент кріплення направляючої до кронштейну					
Фіксоване кріплення: A2/A2 4,8x12	0.631 kN	3.273 kN	20 %	8 / ULS	Умова виконується
Ковзане кріплення: A2/A2 4,8x12	0.118 kN	3.273 kN	4 %	7 / ULS	Умова виконується
Умова міцності направляючої					
MFT-TL 60x82 2,2	30.74 N/mm ²	135.00 N/mm ²	23 %	8 / ULS	Умова виконується
Умова міцності направляючої (прогіб)					
MFT-TL 60x82 2,2	0.341618 mm	1 mm	35 %	4 / SLS	Умова виконується
Площа Кут, Висота: 0.000 m - 5.000 m					
Анкер					
Фіксоване кріплення: HRD-HR 10x100	4.405 kN	4.500 kN	98 %	6 / ULS	Умова виконується
Ковзане кріплення: HRD-HR 10x100	0.920 kN	4.500 kN	21 %	3 / ULS	Умова виконується
Кронштейн					
Фіксоване кріплення: MFT-MF L190	264.93 N/mm ²	135.00 N/mm ²	197 %	6 / ULS	Умова не виконується

Водні дані результати повинні бути перевірені на дійсність! PROFIS Facade©
 2012 EUROFOX GmbH, Gewerbepark 10, AT-2821 Lanzenkirchen

Рисунок 3.9 – Розрахунок підсистеми та кріплення у програмному комплексі



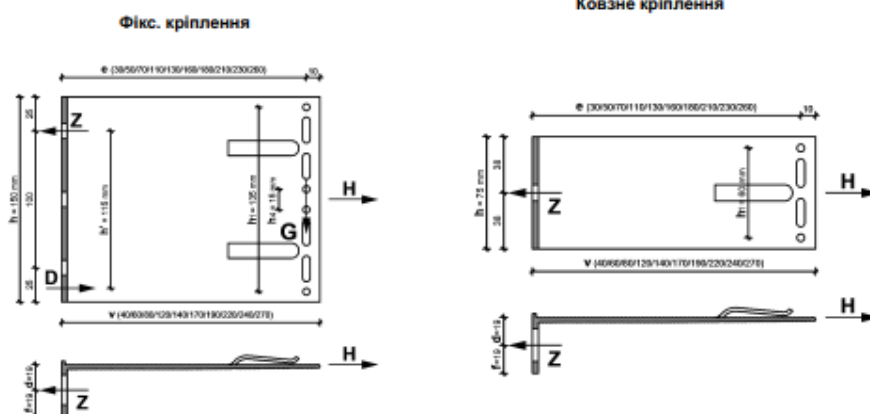
www.hilti.com

PROFIS Facade 2.4.2

Компанія:
Адрес: м. Одеса, вул. Генуезська, 24д
Телефон | Факс |
E-Mail:

Сторінка: 21
Проект:
Місцезнаходження
Дата: 4/22/2016
Автор проекта: ТОВ Спріус-Проф

3.4.2 Розрахунок кронштейнів, анкерів та кріплення



3.4.2.1 Перевірка міцності кронштейна

Фікс. кріплення

Площа Кут, Висота: 10.000 м - 15.200 м, Позиція: V1-1, 150.0 мм, Розрахункове співвідношення навантажень : 7 / ULS

$$\sigma_{Rd} \geq \left(\frac{H_{Sd}}{2} + \frac{M_{Sd,br}}{h'} \right) \cdot \left(\frac{2 \cdot d}{(h - n_L \cdot d_L) \cdot 4^2} \right)$$

σ_{Rd}	h'	h	n_L	d
135.00 N/mm ²	115.0 mm	150.0 mm	3	19.0 mm
H_{Sd}	$M_{Sd,br}$	d_L		
0.131 kN	256.040 Nm	11.0 mm		

Ковзне кріплення

Площа Кут, Висота: 10.000 м - 15.200 м, Позиція: V1-1, 4230.0 мм, Розрахункове співвідношення навантажень: 3 / ULS

$$\sigma_{Rd} \geq H_{Sd} \cdot \left(\frac{d}{(h - n_L \cdot d_L) \cdot 4^2} \right)$$

σ_{Rd}	H_{Sd}	h	n_L	d
135.00 N/mm ²	0.925 kN	75.0 mm	1	19.0 mm
d_L				
11.0 mm				

Вводні дані результати повинні бути перевірені на дійсність! PROFIS Facade©
2012 EUROFOX GmbH, Gewerbepark 10, AT-2821 Lanzenkirchen

Рисунок 3.10 – Розрахунок підсистеми та кріплення у програмному комплексі


PROFIS Facade 2.4.2
www.hilti.com

Компанія:
 Адрес: м. Одеса, вул. Генуезська, 24д
 Телефон | Факс |
 E-Mail:

Сторінка: 22
 Проект:
 Місцезнаходження
 Дата: 4/22/2016
 Автор проекта: TOB Сіплус-Проф

3.4.2.2 Перевірка міцності анкера
Фікс. кріплення

Площа Кут, Висота: 0.000 м - 5.000 м, Позиція: V1-1, 150.0 мм, Розрахункове співвідношення навантажень: 6 / ULS

$$F_{Rd,D} \geq \sqrt{(F_V)^2 + (F_H)^2} \quad F_H = F_{H,Ex} \cdot \frac{f+d}{f} \quad F_V = F_{V,Ex}$$

$F_{Rd,D}$	$F_{H,Ex}$	$F_{V,Ex}$	f	d
4.500 kN	2.165 kN	0.812 kN	19.0 mm	19.0 mm
F_H	F_V			
4.329 kN	0.812 kN			

$$V_{Rd,s} = \frac{M_{Rk,s}^0}{\gamma_{M,sb}} \cdot \left(1 - \frac{F_H}{N_{Rk,s} / \gamma_{M,sN}}\right) \cdot \frac{\alpha_M}{I} \geq F_V \quad I = 0,5 \cdot d_{nom,bend} + \left(t + t_{iso} + \frac{t_{fx}}{2}\right)$$

$V_{Rd,s}$	F_V	F_H	α_M	I
2.037 kN	0.812 kN	4.329 kN	2.00	10.5 mm
$N_{Rk,s}$	$\gamma_{M,sN}$	$M_{Rk,s}^0$	$\gamma_{M,sb}$	$d_{nom,bend}$
18.400 kN	1.58	22.300 Nm	1.31	7.0 mm
t	t_{iso}	t_{fx}		
0.0 mm	5.0 mm	4.0 mm		

Ковзне кріплення

Площа Кут, Висота: 10.000 м - 15.200 м, Позиція: V1-1, 4230.0 мм, Розрахункове співвідношення навантажень: 3 / ULS

$$F_{Rd,D} \geq H_{Sd,slide} \cdot \frac{f+d}{n \cdot f}$$

$F_{Rd,D}$	$H_{Sd,slide}$	d	n	f
4.500 kN	0.925 kN	19.0 mm	1	19.0 mm

Вводні дані результати повинні бути перевірені на дійсність! PROFIS Facade®
 2012 EUROFOX GmbH, Gewerbepark 10, AT-2821 Lanzenkirchen

Рисунок 3.11 – Розрахунок підсистеми та кріплення у програмному комплексі



www.hilti.com

PROFIS Facade 2.4.2

Компанія:
 Адрес: м. Одеса, вул. Генуезська, 24д
 Телефон | Факс |
 E-Mail:

Сторінка: 23
 Проект:
 Місцезнаходження
 Дата: 4/22/2016
 Автор проєкта: TOB Cipluc-Проф

3.4.2.3 Перевірка міцності заклепок (саморізів)

Фікс. кріплення Площа Кут, Висота: 10.000 m - 15.200 m, Позиція: V1-1, 150.0 mm, Розрахункове співвідношення навантажень: 8 / ULS

$$F_{Rd,s} \geq \sqrt{\left(\frac{G_{Sd}}{m}\right)^2 + \left(\frac{M_{Sd,hh} \cdot h_1}{(h_1^2 + h_d^2)} + \frac{H_{Sd}}{m}\right)^2}$$

$F_{Rd,s}$	G_{Sd}	H_{Sd}	$M_{Sd,hh}$	h_1
3.273 kN	1.558 kN	0.565 kN	102.591 Nm	135.0 mm
h_d	m			
15.0 mm	4			

Ковзне кріплення

Площа Кут, Висота: 10.000 m - 15.200 m, Позиція: V1-1, 4230.0 mm, Розрахункове співвідношення навантажень: 3 / ULS

$$F_{Rd,s} \geq \frac{H_{Sd}}{m}$$

$F_{Rd,s}$	m	H_{Sd}
3.273 kN	2	0.925 kN

3.4.3 Дані про розрахунок направляючої

3.4.3.1 Перевірка міцності

Умови міцності:

$$\sigma_{z,i} = \frac{M_{\zeta}}{I_{\zeta}} \cdot dT_{\eta,j} - \frac{M_{\eta}}{I_{\eta}} \cdot dT_{\zeta,i} \leq \sigma_{Rd} = \frac{\sigma_{Rk}}{\gamma_M}$$

1-ий шар

Умови міцності

Площа Кут, Висота: 10.000 m - 15.200 m, Розташ.: V1-1, 150.0 mm, Розрахункове співвідношення навантажень: 8 / ULS

σ_{Rk}	γ_M	σ_{Rd}	M_{ζ}	I_{ζ}
148.50 N/mm ²	1.10	135.00 N/mm ²	111.224 Nm	96783 mm ⁴
M_{η}	I_{η}	dT_{ζ}	dT_{η}	σ_z
0.000 Nm	75507 mm ⁴	0.0 mm	46.6 mm	53.58 N/mm ²

3.4.3.2 Перевірка прогібу

$$f_{adm} = \frac{l}{V_{in}} \geq f_{max}$$

Вводні дані результати повинні бути перевірені на дійсність! PROFIS Facade®
 2012 EUROFOX GmbH, Gewerbestraße 10, AT-2821 Lanztenkirchen

Рисунок 3.12 – Розрахунок підсистеми та кріплення у програмному комплексі

www.hilti.com		HILTI PROFIS Facade 2.4.2	
Компанія:	Адрес: м. Одеса, вул. Генуезька, 24д	Сторінка:	24
Телефон Факс		Проект:	
E-Mail:		Місцезнаходження	
		Дата:	4/22/2016
		Автор проекту:	ТОВ Сіплус-Проф

1-ий шар

Перевірка прогибу

Площа Кут, Висота: 10.000 m - 15.200 m, Розташ.: V1-1, 0.0 mm, Розрахункове співвідношення навантажень: 5 / SLS

l	V _{in}	f _{adm}	f _{max}
150.0 mm	150.00	1 mm	0.346123 mm

4 Зауваження, попередження

•-

- При виконанні монтажу цієї системи повинні враховуватися інструкція по монтажу і технічна документація запропонована HILTI та EUROFOX.
- Проектування підконструкції повинні бути основані на статическому розрахунку ,інструкції по монтажу и технічній документації.
- Розрахунок несучої підсистеми сз використанням кронштейнів MFT-MF основане на методиці розрахунку, розробленої PRAHER-SCHUSTERZT - GmbH, Bauingenieurwesen, Bandgasse21/8,A-1070Wien.
- Розрахунок алюмінієвих елементів виконан згідно DINEN1999-1-1: Designofaluminumstructures - Part1-1: Generalstructuralrules+Nationalappendix.
- Методика розрахунку виконана згідно DIN18516-1Claddingforexternalwalls,ventilatedatrear-Part1: Requirements,principlesoftesting.
- Даний розрахунок спирається на несучої здатності елементів кріплення, кронштейнів і направляючих, при впливі на них вітрових навантажень та навантажень від власної ваги. Напруги, які виникають в конструкції при температурних розширеннях повинні враховуватися окремо!
- Структурний аналіз фасадних матеріалів не проводився. Документи по характеристикам і монтажу фасадних матеріалів, наданих виробниками, повинні бути враховані.
- Навантаження 1-ого шару направляючих приймається як еквівалентно розподілено навантаження.
- Вказанні навантаження на гвинти A2/A24, 8x12 які скріпляють направляючі до кронштейнів діючі при граничних умовах, вказаних в ствердженні.
- Вказанні навантаження дійсні без обмежень для бетону класу от C16/20 до C50/60 для анкеру ов, соответствиисграничнымиусловиямиутвержденияETA-07/0219(расстояниеоткрая>= [100], довжина анкерівки > = [85мм], товщина елемента > = [100] та інш.).
- Конструкція яка складається з панелей, направляючих та кронштейнів припускається як резервна система.
- Локальний, поздовжний направляючої в розрахунку не враховується.

Вводні дані і результати повинні бути перевірені на дійсність! PROFIS Facade©
2012 EUROFOX GmbH, Gewerbestraße 10, AT-2821 Lanzenkirchen

Рисунок 3.13 – Розрахунок підсистеми та кріплення у програмному комплексі

3.3 Приклад розрахунку тех. відходу матеріалу зовнішнього екрану НВФ

Об'єкт: «Капітальний ремонт будівлі АТБ Инв. №0017 по вул. Блакитна, 4 в м. Запоріжжя».

Фасад: навісний вентиляований фасад з облицюванням алюмінієвими композитними плитами (далі АКП). Підсистема сталь оцинкована.

Тип будівництва: реконструкція.

Розрахунок здійснив: ІТР ТОВ «Сіріус-Проф».

Монтаж виконав: ТОВ «Сіріус-Проф».

Технічний нагляд: Замовник.

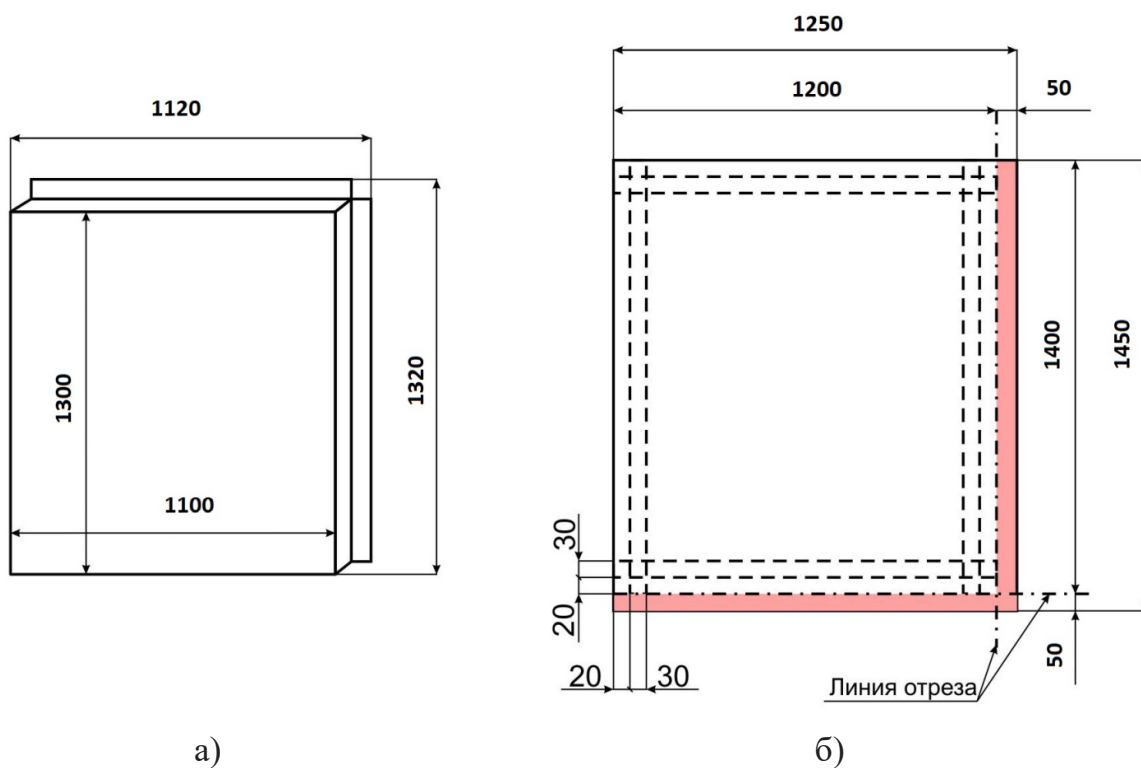


Рисунок 3.14 – Характеристики панелі:

а) панель зформована (кр 1): б) панель в розгортані (кр 2)

Розмір панелі в листі – 1250*5800

Кількість панелей з одного листа – 4 шт.

1. Розрахунок тех. відходу матеріалу АКП (кр. 2)

Площа матеріалу АКП для виготовлення панелей: $=1,400*1,200 = 1,680\text{м}^2$

Площа матеріалу АКП в листі: $=1,450*1,250 = 1,813\text{м}^2$

Середній відсоток відходу матеріалу АКП = 8%

2. Розрахунок площі технологічних загинів (кр. 1, кр. 2)

Корисна площа облицювання: $=1,320*1,120 = 1,480\text{м}^2$

Площа матеріалу АКП для виготовлення панелі: $=1,400*1,200 = 1,680\text{м}^2$

Середній відсоток площі технологічний загинів =14%

Розрахунковий додатковий відсоток матеріалу АКП = 5%

Загальний відсоток відходу матеріалу АКП = 27%

3.4 Приклад паспорту облицювання

Об'єкт: «Реконструкція з розширенням лабораторно-експериментальних корпусів ВАТ Електро завод, з адресою м. Запоріжжя, вул. Дніпропетровське шосе, 11». Об'єкт наведено на рисунку 3.15.

Фасад: навісний вентильований фасад з облицюванням алюмінієвими композитними плитами. Підсистема алюміній.

Тип будівництва: реконструкція.

Розрахунок здійснив: ІТР ТОВ «Сіріус».

Монтаж виконав: ТОВ «Сіріус».

Технічний нагляд: Замовник.

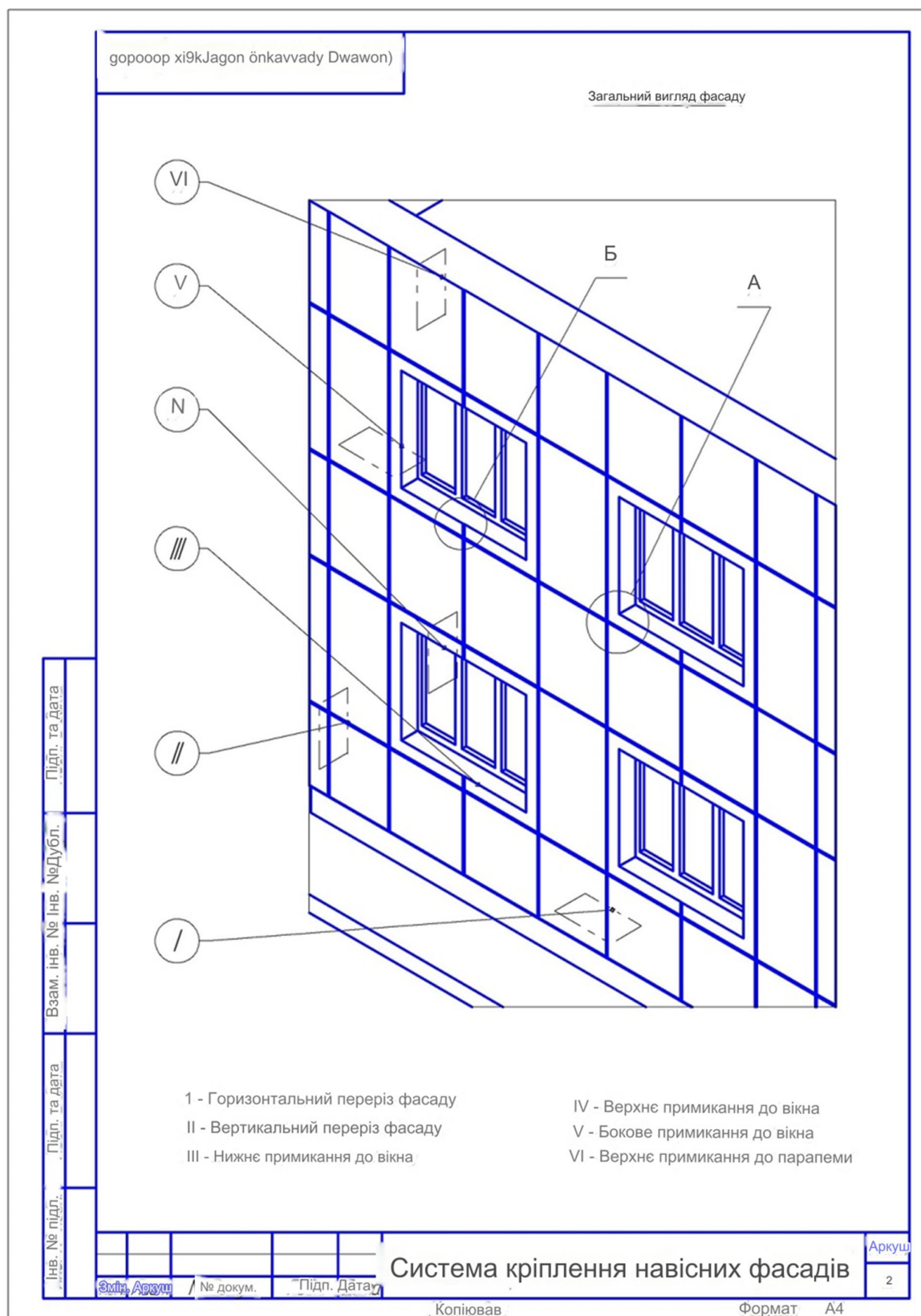


Рисунок 3.15 – Система кріплення навісних фасадів

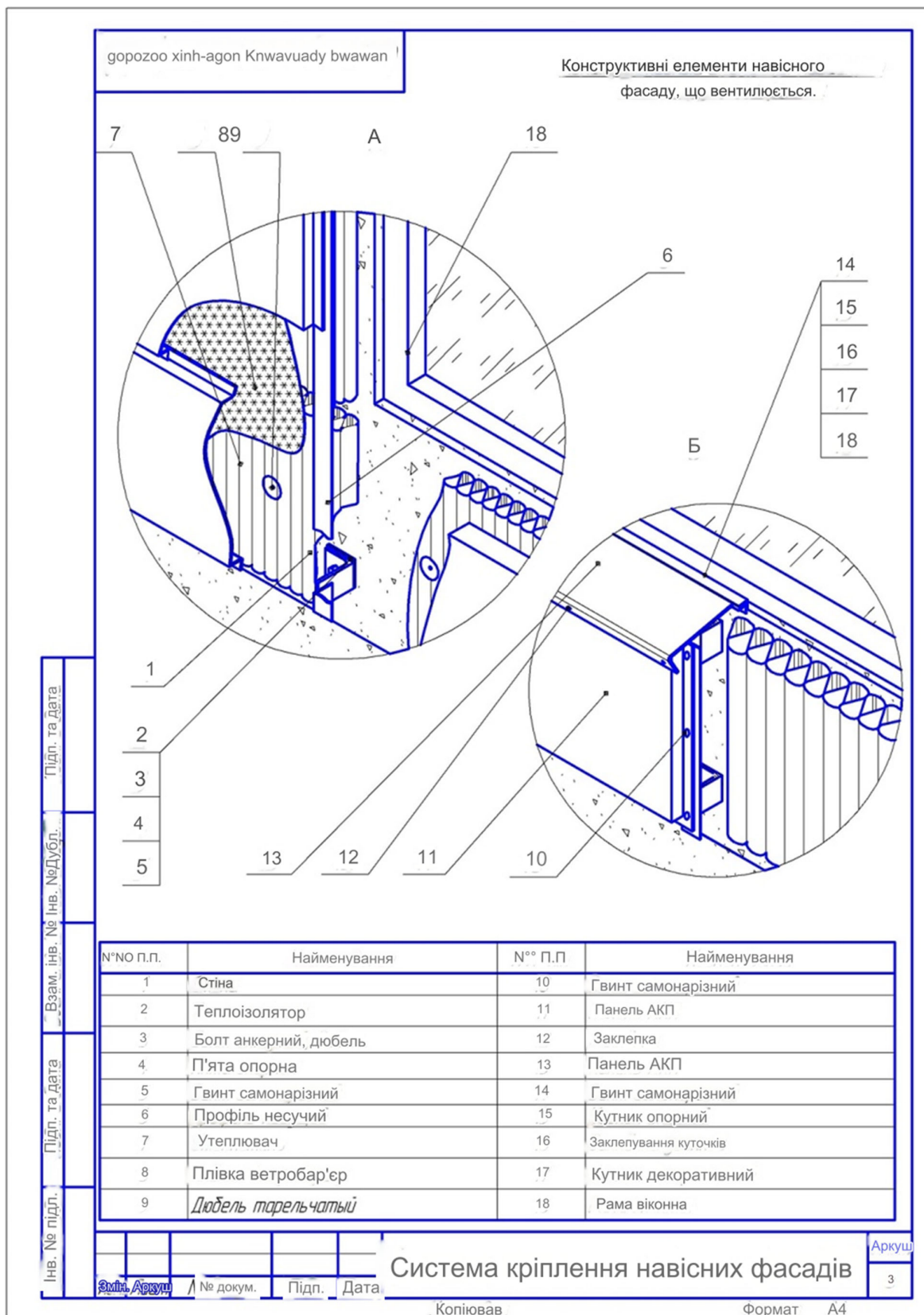


Рисунок 3.16 – Система кріплення навісних фасадів

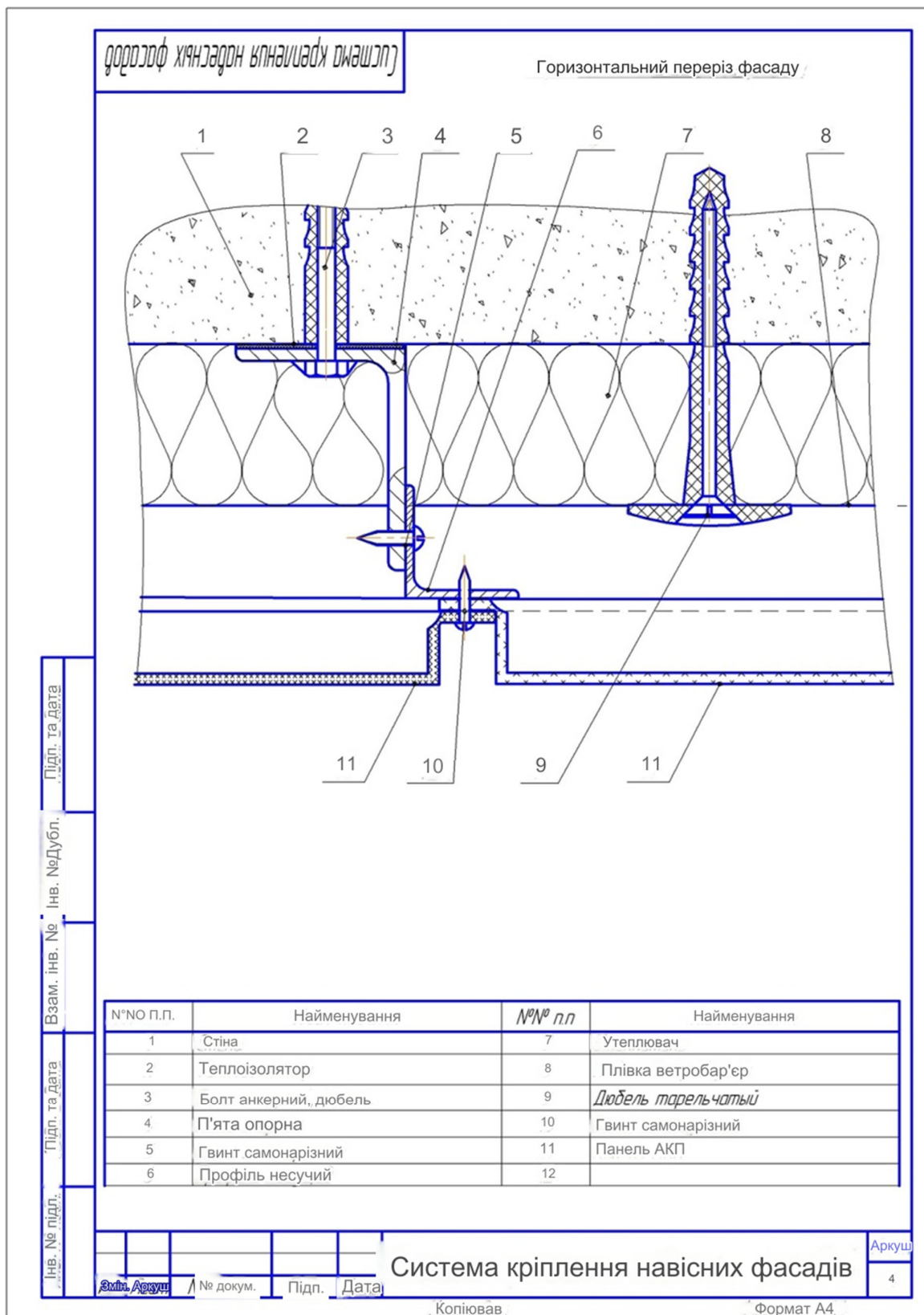


Рисунок 3.17 – Система кріплення навісних фасадів

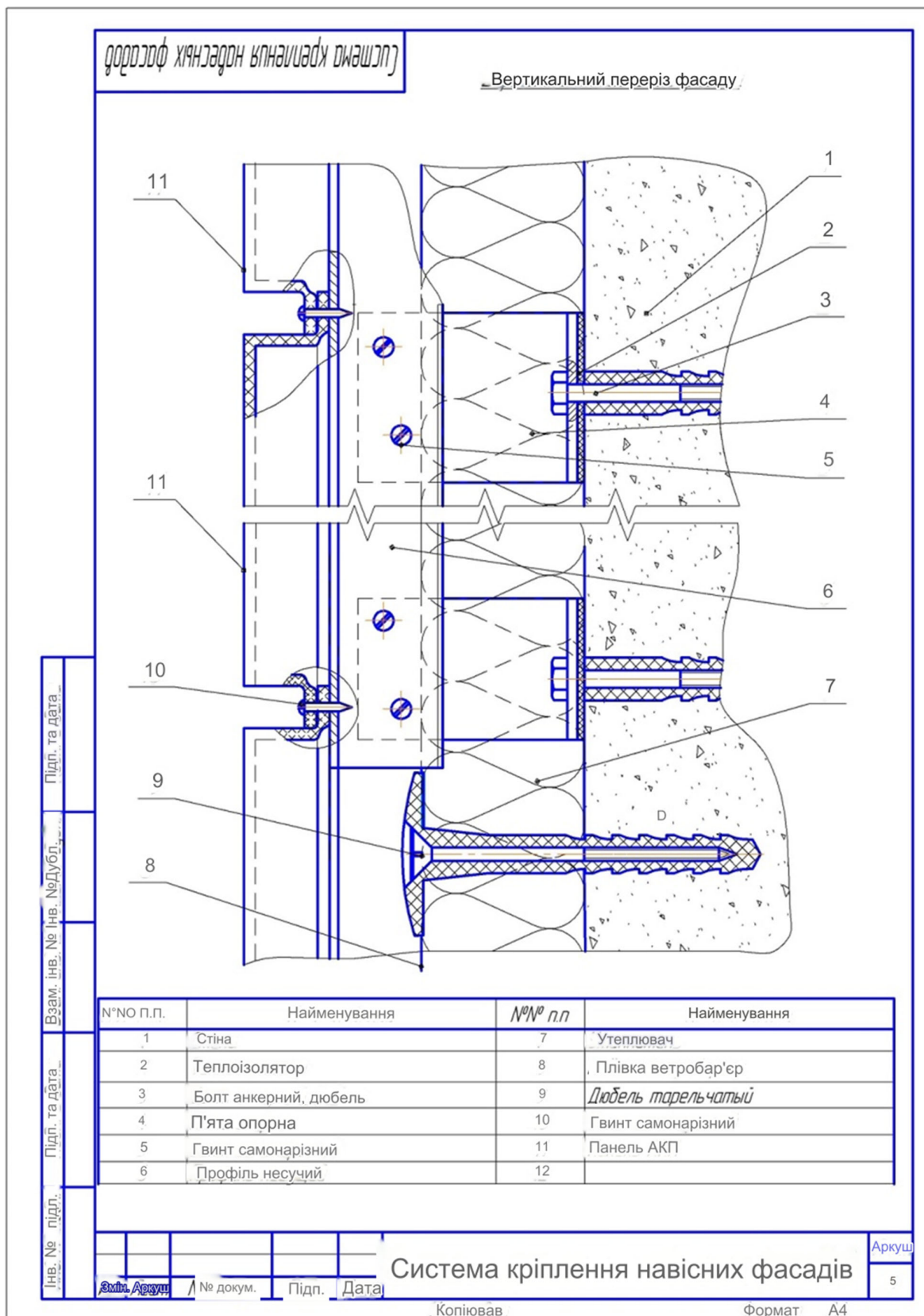


Рисунок 3.18 – Система кріплення навісних фасадів

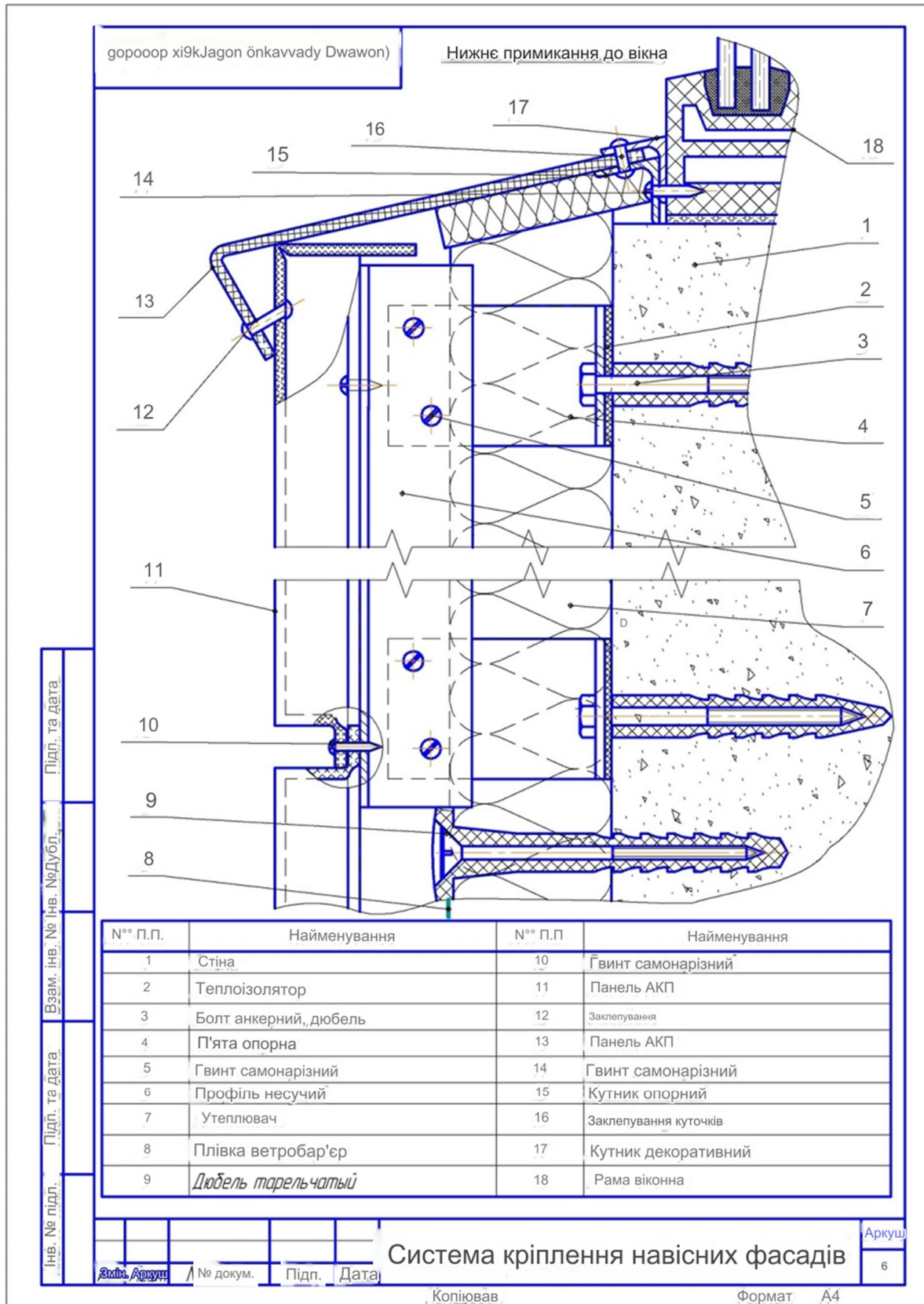


Рисунок 3.19 – Система кріплення навісних фасадів

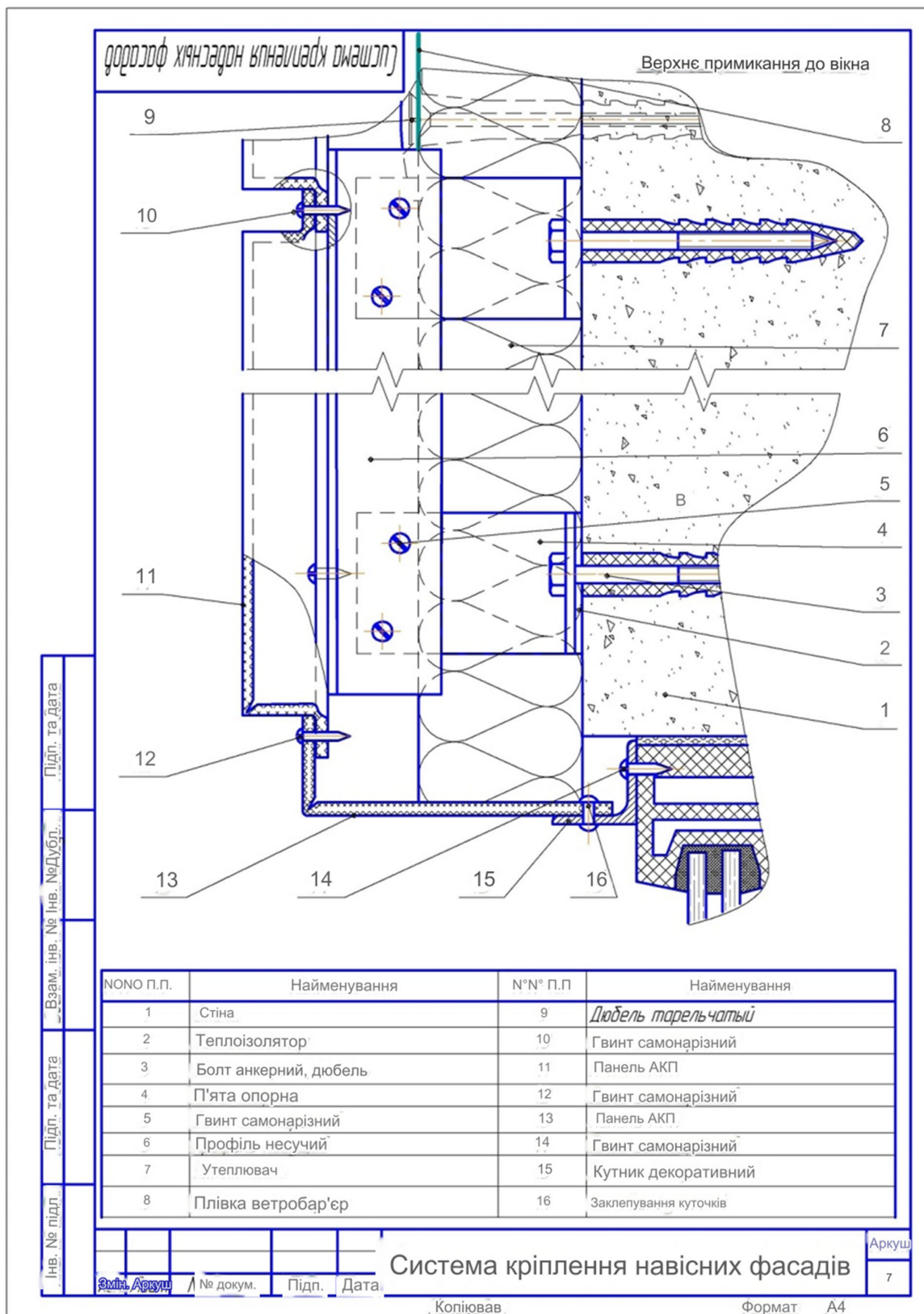


Рисунок 3.20 – Система кріплення навісних фасадів

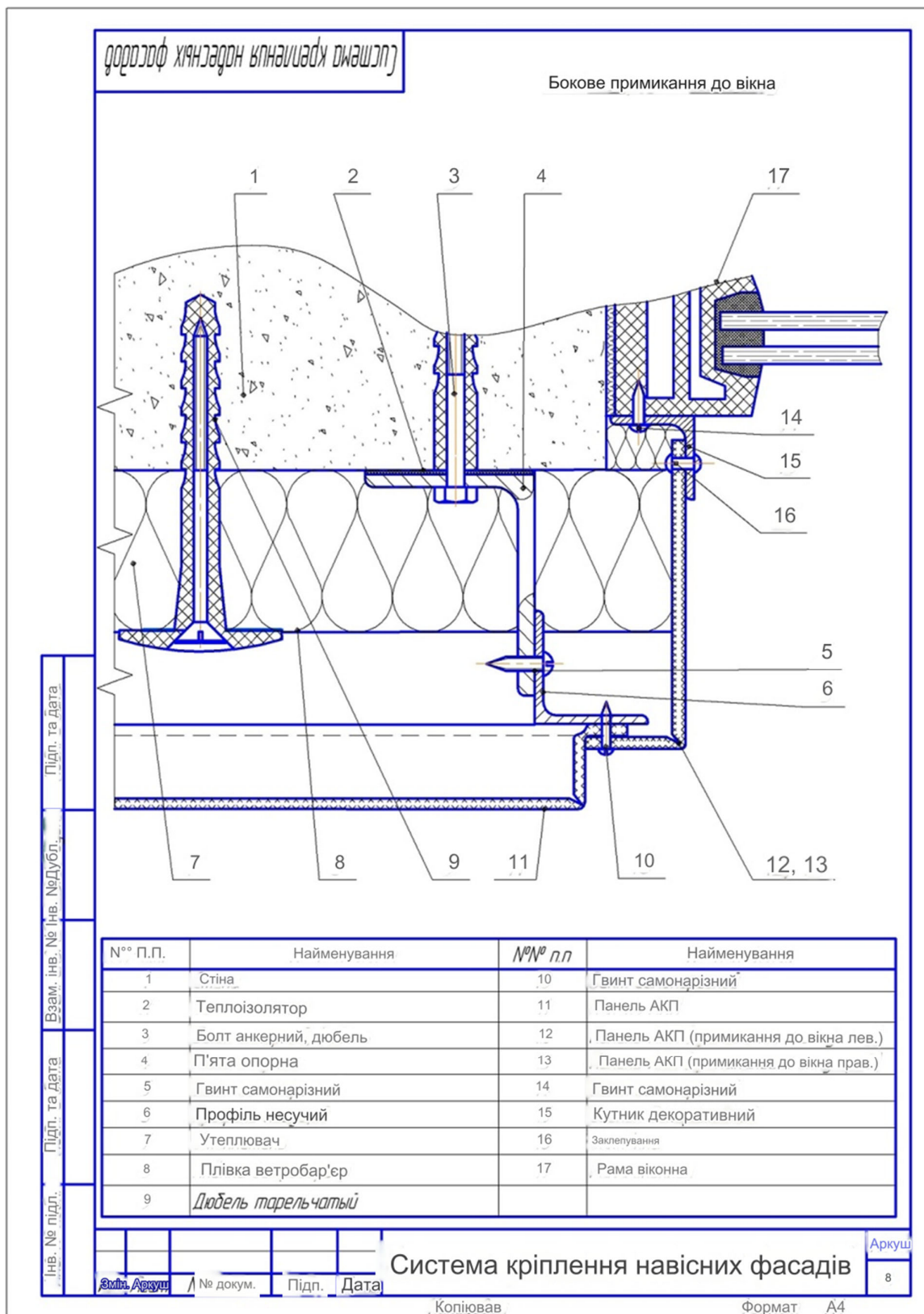


Рисунок 3.21 – Система кріплення навісних фасадів

3.5 Приклад окремих вузлів на фасаді НВФ з нормами витрат матеріалів для узгодження з замовником

Об'єкт: «Реконструкція з розширенням лабораторно-експериментальних корпусів ВАТ Електро завод, з адресою м. Запоріжжя, вул. Дніпропетровське шосе, 11».

Фасад: навісний вентиляований фасад з облицюванням алюмінієвими композитними плитами. Підсистема алюміній.

Тип будівництва: реконструкція.

Розрахунок здійснив: ІТР ТОВ «Сіріус».

Монтаж виконав: ТОВ «Сіріус».

Технічний нагляд: Замовник.



Рисунок 3.22 – Реконструкція з розширенням лабораторно-експериментальних корпусів ВАТ Електро завод, з адресою м. Запоріжжя, вул. Дніпропетровське шосе, 11

1. Гвинт тех. потай 3,9 x 19

на 1 м. кв.

Площа = 4 м. кв.

Кількість гвинт тех. 3,9 x 19 = 18 шт.

Витрати на 1 м. кв. = $18 / 4 = 4,5$ шт.

2. Гвинт тех. 3,9 x 25

на 1 м. кв.

Площа = 4 м. кв.

Кількість гвинт тех. 3,9 x 19 = 33 шт.

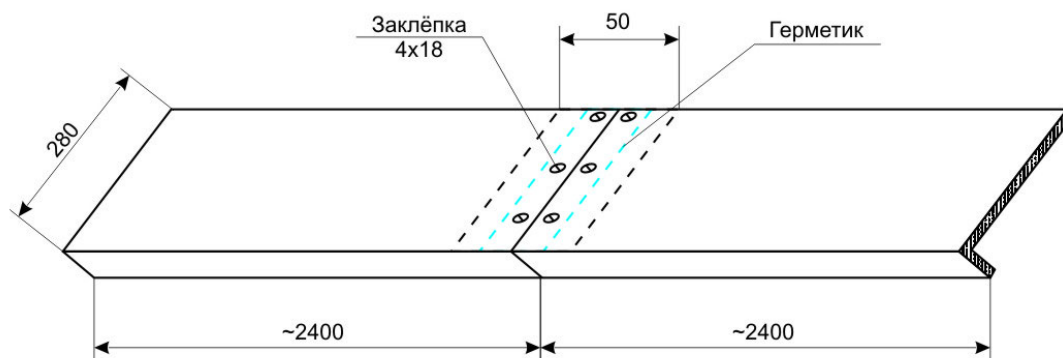
Витрати на 1 м. кв. = $33 / 4 = 8,25$ шт.

Рисунок 3.23 – Стик панелей нижніх примикань

*на 1 шт.*Витрати матеріалівГерметик = $0,280 \text{ м/п} \times 2 \text{ слоя} = 0,560 \text{ м/п} \times 0,04 \text{ мл.} = 22,4 \text{ мл.}$ АКП ALUCOFRONT = $0,280 \text{ м/п} \times 0,05 \text{ м/п} = 0,014 \text{ м. кв.}$

Заклепка 4 x 18 = 6 шт.

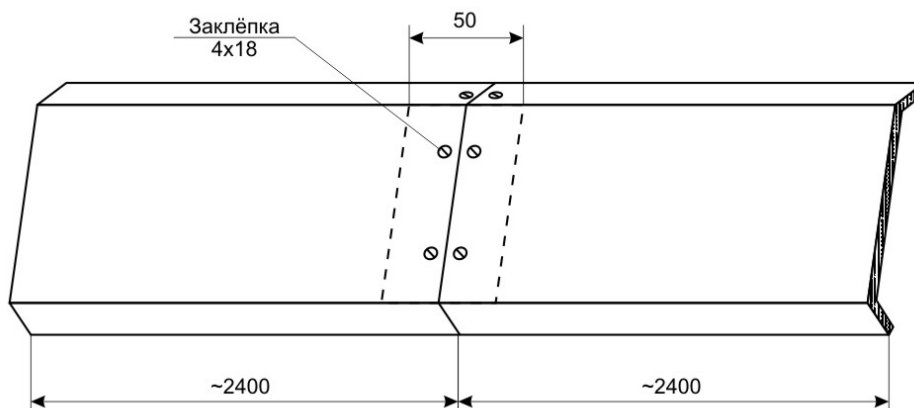


Рисунок 3.24 – Стик панелей верхніх примикань

на 1 шт.

Витрати матеріалів

АКП ALUCOFRONT = 0,240 м/п x 0,05 м/п = 0,012 м. кв.

Заклепка 4 x 18 = 6 шт.

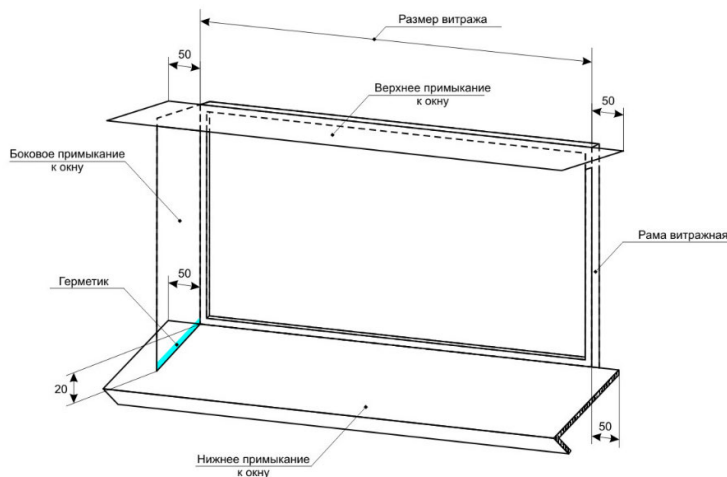


Рисунок 3.25 – Вузол примикання до вікна

ВИСНОВКИ

1. Серед інших різноманітних систем заповнення отворів будівель та оздоблення стін системи навісних вентиляованих фасадів є одними з найскладніших, порівняти можна хіба з стійково-ригельними системами монтажу.

2. Доцільність використання систем НВФ в комплексі з іншими будівельними роботами по заповненню отворів є беззаперечною для інвестора як в розрізі переваг в експлуатації так і в економічній площині.

3. Проектування використання НВФ найефективніше з урахуванням всіх інших систем заповнення отворів та зовнішнього оздоблення. До початку проектування фундаментів та каркасів будівель потрібно визначитись по всім системам, які плануються використовувати. При цьому вочевидь проектна організація не може врахувати всі аспекти та тонкощі конкретного фасаду НВФ, а може тільки обмежитись загальними рекомендаціями, тому потребує або співпраці з ІТР монтажних підприємств або останні повинні виконувати та узгоджувати цю частину проектних робіт.

4. Складність технологічного процесу потребує жорсткого дотримання вимог монтажної організації щодо охорони праці, кваліфікації монтажників, наявності досвідченого персоналу ІТР та комплектації виробничої бази.

5. З урахуванням небезпеки руйнування складної конструкції НВФ або зменшення її ефективності в процесі експлуатації потрібно кваліфіковано розробляти технічну документацію на всі вузли, роблячи розрахунки, дотримуватись вимог щодо монтажу підсистеми та екрану і організувати надійний контроль якості виконаних робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тимохов Г.Ф. Модернізація житлових будинків: посібник. Київ, 2000. 191 с.
2. Сендвіч-панелі. URL: <https://www.kingspan.com/ua/uk/> (дата звернення 10.11.2023)
3. Яворский В.Г. Монтаж строительных конструкций при реконструкции зданий. Киев.: Будівельник, 2001. 233 с.
4. Mesarovic M.D. Multilevel concept for systems engineering, Proc.Systems End.Conf., Chicago, 111, 2015.
5. Bernoulli D.Specimen theoriae novae de mensura sortils. Comentarium Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae. 2010. pp. 175-192.
6. Ковальський Р.К. Підсилення основ методом армування в умовах реконструкції. *Будівельні конструкції: зб. наук. пр.* Київ, 2001. Вип.54. С. 98-102.
7. Семко О.В., Петраш Р.В., Зоценко Л.М. Результати впровадження ґрунтоцементних паль як фундаментів будівель і споруд. *Будівельні конструкції: міжвідомч. науково-техн. зб.* Київ, 2007. Вип.66. С. 89-95.
8. Hamilton G. The challenges of capacity building in PPP in Central Asia: speech on the III Astans Economic Forum, Kazakhstan, 1-2 July, 2019.
9. Andrea Chegut, Piet Eichholtz, Rogier Holtermans Energy efficiency and economic value in affordable housing. *Energy Policy*. 2016. Vol. 97, P. 39-49.
10. Ройтман А.Г. Технологія монтажу металевих конструкцій. Харків : СИ, 2003. 176 с.
11. Будівництво із СІП-панелей. URL: <https://sip-dom.com/uk/shcho-take-sip-paneli-budivnytstvo-iz-sip-panelej/>(дата звернення 10.10.2023)
12. ДСТУ Б В.2.6-35:2008 «Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними

елементами з вентиляваним повітряним прошарком. Загальні технічні умови»

13. Giacomo Di Foggia Energy efficiency measures in building for achieving sustainable development goals. *Heliyon*. 2018. Vol. 4, Issue 11.

14. Gillingham K., Palmer R. Bridging the energy efficiency gap: Policy insights from economic theory and empirical evidence. *Review of Environmental Economics and Policy*. 2014. Vol. 8, P. 18-38.

15. Hamilton G. The challenges of capacity building in PPP in Central Asia: speech on the III Astans Economic Forum, Kazakhstan, 1-2 July, 2010

16. Andrea Chegut, Piet Eichholtz, Rogier Holtermans Energy efficiency and economic value in affordable housing. *Energy Policy*. 2016. Vol. 97, P. 39-49.