

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра "Будівельні, дорожні машини і будівництво"

Допустити до захисту
зав. кафедрою БДМБ
канд. техн. наук, професор
_____ Настоящий В.А.
" ____ " _____ 2024 р.

Кваліфікаційна магістерська робота

на тему:

**Дослідження конструкцій фасадних систем для будівництва
офісної будівлі в м. Кам'янське Дніпропетровської обл.**

Керівник магістерської роботи
канд. техн. наук, доцент
_____ Дарієнко В.В.
" ____ " _____ 2024 р.

Виконав студент гр. БІ-23М-1
спеціальності
192 Будівництво та цивільна інженерія

_____ Головач Д.О.
" ____ " _____ 2024 р.

Кропивницький – 2024 рік

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення ФБТЕ

Кафедра, циклова комісія Будівельні, дорожні машини і будівництво

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

(шифр і назва)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БДМБ,

к.т.н. проф. Настоящий В.А.

“ ” 2024 року

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Головач Денис Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження конструкцій фасадних систем для будівництва офісної будівлі в м. Кам'янське Дніпропетровської обл.

керівник проекту (роботи) к.т.н. доцент Дарієнко В.В.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “7” 08 2024__ року №34-13

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 25.11.2024р

3. Вихідні дані до проекту (роботи): нормативна та довідкова література по темі завдання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Архітектурний розділ;

2. Науково-дослідний розділ;

3. Розділ охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу

Не менше 10 плакатів графічних матеріалів які ілюструють методику та результати досліджень

АНОТАЦІЯ

Виконано дослідження ефективності вентилязованих фасадних систем з повітряним прошарком як засобу підвищення теплового захисту будівель. Вивчено конструктивні особливості, технології монтажу та матеріали, які використовуються для створення таких систем. Проведено аналіз сучасних фасадних систем, їхніх теплотехнічних характеристик та експлуатаційних властивостей в умовах кліматичних навантажень України.

Розроблено методики обчислення несучих конструкцій фасадів з урахуванням комплексних навантажень, таких як вага елементів, вітрові навантаження та температурні деформації. На основі розрахунків визначено оптимальні параметри вентиляційного зазору, типи кріплень та утеплювачів, які забезпечують довговічність конструкції й високі показники енергоефективності.

Встановлено, що використання вентилязованих фасадів дозволяє зменшити тепловтрати будівель до 30-40% у порівнянні зі стандартними рішеннями. Результати дослідження показують, що конструктивні рішення фасадів із вентилязованим прошарком мають високу стійкість до кліматичних навантажень і забезпечують комфортний мікроклімат всередині приміщень.

Розроблені рекомендації щодо проектування вентилязованих фасадних систем впроваджують сучасні підходи до енергозбереження та можуть бути використані в практиці будівельного проектування, особливо в умовах кліматичних викликів та енергетичної кризи в Україні.

ABSTRACT

The article investigates the efficiency of ventilated facade systems with an air gap as a means of improving the thermal protection of buildings. The design features, installation technologies and materials used to create such systems are studied. The analysis of modern facade systems, their thermal characteristics and operational properties under the conditions of climatic loads in Ukraine is carried out.

Methods for calculating load-bearing structures of facades are developed, taking into account complex loads, such as the weight of elements, wind loads and temperature deformations. Based on the calculations, the optimal parameters of the ventilation gap, types of fasteners and insulation are determined, which ensure the durability of the structure and high energy efficiency.

It has been established that the use of ventilated facades can reduce heat loss in buildings by up to 30-40% compared to standard solutions. The results of the study show that the design solutions of facades with a ventilated layer are highly resistant to climatic loads and provide a comfortable indoor climate.

The developed guidelines for the design of ventilated facade systems introduce modern approaches to energy saving and can be used in the practice of building design, especially in the context of climate challenges and the energy crisis in Ukraine.

ЗМІСТ

Вступ	3
1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	5
1.1 Загальна частина	5
1.1.1 Район будівництва	5
1.1.2 Генплан	6
1.1.3 Об'ємно-планувальне та конструктивне вирішення	9
1.2 Архітектурно-будівельна частина	11
1.2.1 Характеристика фундаментів будівлі.	11
1.2.2 Характеристика колон проектованої будівлі	13
1.2.3 Балки покриття та перекриття.	14
1.2.4 Цегляні стіни та перегородки	16
1.2.5 Покриття, покрівля, водовідведення	18
1.2.6 Специфікація металевих і залізобетонних елементів	19
1.2.7 Вікна та двері.	21
1.2.8 Підлога	23
1.2.9 Сходи	24
1.2.10 Антикорові заходи.....	25
1.2.11 Внутрішнє опорядження	26
1.2.12 Інженерне обладнання	26
1.2.13 Адміністративно-побутові приміщення	27
2 НАУКОВО ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	29
2.1 Аналіз конструкцій для теплового захисту будівель за допомогою фасадних систем з повітряним прошарком	29
2.2. Сформовані інженерні методи для підвищення теплового захисту огорожувальних конструкцій будівель	31
2.3. Методи обчислення несучих конструкцій фасадів	35
2.4 Підсумки та формулювання завдань дослідження	46
2.5 Експериментальне вивчення та оптимізація конструктивних рішень несучих елементів фасадних систем.	47
2.5.1. Процедура проведення експериментальних випробувань.	47
2.5.2. Обладнання та інструменти	49
2.5.3. Виконання вимірювальних процедур	50
2.5.4. Експериментальні випробування та оптимізація конструктивних рішень кронштейнів типу "Краспан"	51
2.5.4.1. Традиційний конструктивний підхід.	51
2.5.5. Поліпшення конструктивного підходу до кронштейнів типу «Краспан».	60
3 ОХОРОНА ПРАЦІ	65

					ДФС 2319208 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження конструкцій фасадних систем для будівництва офісної будівлі в м. Кам'янське Дніпропетровської обл.	Літ.	Арк.	Акрушів
Розробив	Головач Д.О.					1		
Перевірив	Дарієнко В.					ЦНТУ гр. БІ-23М-1		
Реценз.								
Н. Контр.	Яцун В.							
Затвердив	Настоящий В.							

ВСТУП

Актуальність роботи:

На сучасному етапі розвитку будівельної галузі особлива увага приділяється енергоефективності та раціональному використанню ресурсів. Це набуває ще більшої актуальності у зв'язку зі зростанням цін на енергоносії та впливом кліматичних змін. Одним із перспективних напрямів є застосування вентиляованих фасадних систем, які сприяють підвищенню теплового захисту будівель та забезпеченню їх довговічності. Використання таких систем дозволяє суттєво знизити тепловтрати, зберегти енергоресурси та покращити комфортні умови експлуатації.

Об'єкт дослідження:

Конструктивні та технологічні особливості вентиляованих фасадних систем з тепловим прошарком.

Предмет дослідження:

Закономірності впливу конструктивних рішень та матеріалів вентиляованих фасадних систем на їх енергоефективність, довговічність та стійкість до експлуатаційних навантажень.

Мета роботи:

Метою роботи є розробка рекомендацій щодо проектування та впровадження вентиляованих фасадних систем, які забезпечують високий рівень теплового захисту та довговічності будівель.

Завдання дослідження:

- Аналіз сучасних фасадних систем для забезпечення енергоефективності будівель.
- Розробка методик обчислення несучих конструкцій фасадних систем з урахуванням експлуатаційних навантажень.
- Вивчення впливу матеріалів та конструктивних рішень на теплотехнічні характеристики фасадних систем.
- Розробка рекомендацій щодо впровадження енергоефективних технологій у сучасному будівництві.

						ДФС 2319208 ПЗ	Лист
							3
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата			

Апробація роботи.

Результати магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на IV Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій».

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
						4
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна частина

1.1.1 Район будівництва

Будівництво планується у місті Кам'янське, що знаходиться у Дніпропетровській області. Цей регіон належить до будівельно-кліматичної зони II В, що впливає на вибір матеріалів і конструктивних рішень.

Кліматичні умови:

- **Зима:** серед найхолодніших періодів – температура повітря опускається до -26°C за добу, а за п'ятиденний період – до -22°C .
- **Сніг:** територія потрапляє до зони II за сніговим навантаженням. Для розрахунків нормативне значення ваги снігового покриву становить $0,7 \text{ кН/м}^2$.
- **Вітер:** район також належить до зони II за вітровим навантаженням, де нормативний тиск вітру дорівнює $0,3 \text{ кН/м}^2$.
- **Опади:** середньорічна кількість опадів у цій місцевості складає 685 мм.

Характеристика ґрунту:

Ґрунти в цій зоні представлені переважно суглинками – осадовими породами змішаного складу, що містять як глинисті, так і піщані частинки. Такий тип ґрунту має помірну несучу здатність та відносно стабільні характеристики. При проведенні геологічних досліджень та буріння свердловин встановлено, що ґрунтові води не з'являються до глибини 5 метрів, що є суттєвим позитивним фактором для будівництва. Відсутність високих ґрунтових вод значно зменшує ризик негативного впливу на фундамент споруди та знижує ймовірність розвитку процесів підтоплення підвальних приміщень.

Отже, враховуючи специфічні кліматичні умови регіону та виявлені характеристики ґрунтового середовища, необхідно особливо ретельно підходити до вибору конструктивних рішень, будівельних матеріалів та

									Лист
									5
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

систем утеплення. Правильно підібрані конструкції повинні забезпечувати стійкість до сезонних температурних коливань, а матеріали – мати високу морозостійкість та вологостійкість. Комплексний підхід до теплоізоляції будівлі, включаючи якісне утеплення стін, покрівлі та фундаменту, дозволить забезпечити не лише комфортні умови експлуатації, але й довговічність та надійність всієї будівельної споруди протягом тривалого терміну експлуатації.

Таблиця 1 – Вихідні дані для побудови «рози вітрів»

	Повторюваність напрямку вітру, %							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
Січень	12	11	13	13	10	10	20	16
Липень	17	11	9	8	6	9	18	24

1.1.2 Генплан

Проектований будинок розміщується на території станції технічного обслуговування. Земельна ділянка має форму прямокутника з розмірами 163x168,5 м, а її рельєф є рівним із висотними відмітками від 157,00 до 159,00 м.

Генеральний план

На проектованій території комплексу, окрім основної виробничої будівлі, передбачено розміщення низки функціональних зон та споруд, що забезпечують повноцінне функціонування підприємства:

Виставковий майданчик

Спеціально облаштована відкрита територія для демонстрації продукції

Оснащений системою освітлення та навісами для захисту експонатів

Має зручні пішохідні доріжки для огляду експозиції

Автомийний комплекс

Окремий корпус для мийки автомобілів різних габаритів

Обладнаний сучасними мийними системами

									Лист
									6
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

Передбачена локальна система очистки стічних вод

Складська зона

Капітальне складське приміщення для зберігання матеріалів та готової продукції

Оснащене системами вентиляції та температурного контролю

Має зручні під'їзні шляхи для вантажного транспорту

Адміністративно-побутовий корпус

Двоповерхова будівля для розміщення офісних приміщень та побутових зон

Включає роздягальні, душові та зони відпочинку для персоналу

Обладнаний сучасними системами життєзабезпечення

Контрольно-пропускні пункти

Дві прохідні на основних в'їздах на територію

Оснащені системами контролю доступу та відеоспостереження

Забезпечують цілодобовий контроль за переміщенням людей та транспорту

Рекреаційна зона

Облаштована територія для відпочинку працівників

Включає озеленення, лавки та навіси

Передбачена можливість організації літнього кафе

Паркувальний простір

Окремі зони для стоянки вантажного та легкового транспорту

Розмітка та освітлення відповідно до норм

Передбачені місця для маломобільних груп населення

Всі об'єкти генерального плану пов'язані мережею внутрішніх доріг та пішохідних доріжок, що забезпечує зручну логістику та безпечне переміщення по території

Головний фасад будівлі зорієнтований на південь. Габарити будівлі становлять 72x41,2 м (згідно з графічним планом). Усі об'єкти на ділянці

									Лист
									7
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

ДФС 2319208 ПЗ

розміщені з дотриманням протипожежних та санітарних розривів відповідно до сучасних будівельних норм (ДБН).

Дороги і пішохідні зони

- Проїзди мають ширину 6 м і закруглення радіусом 4 м.
- Поздовжній уклін доріг складає 3%.
- Заплановано тверде асфальтне покриття доріг та пішохідних доріжок.
- Територія озеленена та освітлюється у вечірній час.

Системи водовідведення та безпеки

Водовідведення з будівлі забезпечується за допомогою водонепроникного вимощення з ухилом від будівлі. Для забезпечення пожежної безпеки:

- між будівлями передбачені пожежні розриви;
- навколо будівлі облаштовано дорогу для проїзду пожежної техніки;
- забезпечено можливість підключення до пожежних гідрантів.

Охорона довкілля

Проект враховує заходи щодо захисту навколишнього середовища:

- модернізація виробничих технологій для зменшення шкідливих викидів;
- впровадження безвідходного виробництва із замкнутим циклом;
- використання систем водо- та газоочистки;
- створення санітарно-захисних зон для розсіювання шкідливих викидів.

Проектування та благоустрій території виконано з урахуванням сучасних екологічних та будівельних вимог, що сприятиме зменшенню впливу підприємства на довкілля.

Техніко-економічні показники проекту:

1. Площа забудови:

- Будівля, що проектується, займає площу **2966,6 м²**.
- Загальна площа забудови будівлями і спорудами на ділянці становить **3566,5 м²**.

2. Щільність забудови:

Щільність забудови ділянки складає **14,6%**, що є доволі низьким показником, залишаючи достатньо місця для озеленення та інших потреб.

									Лист
									8
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

3. Озеленення території:

- Площа озеленення становить **24 188 м²**, що відповідає **55,9%** від загальної площі ділянки.
- Такий відсоток озеленення сприяє покращенню екологічної ситуації та комфортності перебування на території.

4. Площа доріг і майданчиків із твердим покриттям:

На території передбачено дороги та майданчики з твердим покриттям загальною площею **10 460 м²**, що забезпечує зручний рух транспорту та доступ до всіх споруд.

Узагальнення

Проектована забудова збалансована: значна частина території відведена під озеленення, що забезпечує гармонійне поєднання інфраструктури та екології. Невисока щільність забудови створює комфортні умови для розташування будівель, а великі площі доріг і майданчиків гарантують функціональність території.

1.1.3 Об'ємно-планувальне та конструктивне вирішення

Загальна характеристика будівлі

Проектована будівля має **Г-подібну форму в плані**. Основні розміри в крайніх осях:

- По осях 1-13: **72 м**;
- По осях А-В: **20,16 м**;
- По осях А-І: **41,16 м**.

Будівля складається з **4 поверхів**, кожен із висотою **3,8 м**. Конструкція має два прольоти шириною **10,08 м**, а крок колон становить **6 м** як у крайньому, так і в середньому рядах. Клас будівлі – **II**, ступінь довговічності – **II**, вогнестійкість – також **II**.

Функціональне зонування

Будівля містить приміщення різного функціонального призначення, які можна розділити на наступні групи:

Вхідна група приміщень:

Тамбур - вхідне приміщення для захисту від протягів та тепловтрат

										Лист
										9
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

Приймальний хол - просторе приміщення для зустрічі та розподілу відвідувачів

Вахта - пост цілодобового контролю за безпекою будівлі

Портъе - службове місце для надання інформації та послуг відвідувачам

Вертикальні комунікації: 5. Сходові клітини - основний шлях евакуації та вертикального переміщення 6. Пасажирський ліфт - для комфортного переміщення людей між поверхами 7. Вантажний ліфт - для транспортування габаритних вантажів та обладнання

Зона громадського харчування та відпочинку: 8. Кімната відпочинку - приміщення для короткочасного перепочинку 9. Бар - заклад громадського харчування з продажем напоїв та закусок 10. Доготовочна - приміщення для фінальної обробки страв 11. Підсобне приміщення - допоміжне приміщення для зберігання інвентарю

Службово-побутові приміщення: 12. Камера схову - приміщення для тимчасового зберігання речей відвідувачів 13. Кімната для білизни - спеціалізоване приміщення для зберігання та сортування білизни 14. Туалет - санітарно-гігієнічні приміщення загального користування

Складські та технічні приміщення: 15. Склад - приміщення для зберігання матеріальних цінностей 16. Арковий проїзд - наскрізний проїзд через будівлю для транспортних засобів

Всі приміщення пов'язані між собою коридорами та холами, утворюючи зручну схему функціональних зв'язків. Розташування приміщень враховує вимоги до інсоляції, вентиляції та протипожежної безпеки. Передбачено чітке розмежування потоків відвідувачів та персоналу, а також забезпечено доступність для маломобільних груп населення.

Організація евакуації та інженерних систем

Евакуація: здійснюється через усі доступні двері та ворота.

Вентиляція: приміщення провітрюються через вікна зовнішніх стін, а також завдяки системі примусового повітрообміну.

									Лист
									10
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

Освітлення: у денний час – через вікна зовнішніх стін, у вечірній час – за допомогою люмінесцентних ламп.

Техніко-економічні показники

Площа забудови: 2967,4 м².

Будівельний об'єм: 56 761,6 м³.

Загальна площа: 27 475,5 м².

Робоча площа: 4272,1 м².

Висновок

Проектована будівля є сучасним багатофункціональним об'єктом із добре продуманим зонуванням і достатнім забезпеченням евакуаційних та інженерних систем. Великий робочий об'єм і площа дозволяють ефективно розміщувати різні служби, зони відпочинку та обслуговування. Завдяки примусовій вентиляції, природному та штучному освітленню забезпечуються комфортні умови для персоналу й відвідувачів.

1.2 Архітектурно-будівельна частина

1.2.1 Характеристика фундаментів будівлі.

Для проектованої будівлі передбачені **стовпчасті фундаменти** відповідно до серії **I.412-1**. Ці фундаменти є **збірними залізобетонними стаканного типу**, які використовуються для опор колон основного каркаса будівлі.

Основні параметри:

Тип фундаменту: стовпчастий, збірний, стаканний.

Глибина закладання подошви фундаменту:

-2,250 м – для стандартних колон.

-4,250 м – для колон із підвищеним навантаженням або в місцях із складними ґрунтовими умовами.

Відмітка обрізу: -0,150 м – для забезпечення зручності монтажу колон і подальшого зведення каркаса.

									Лист
									11
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

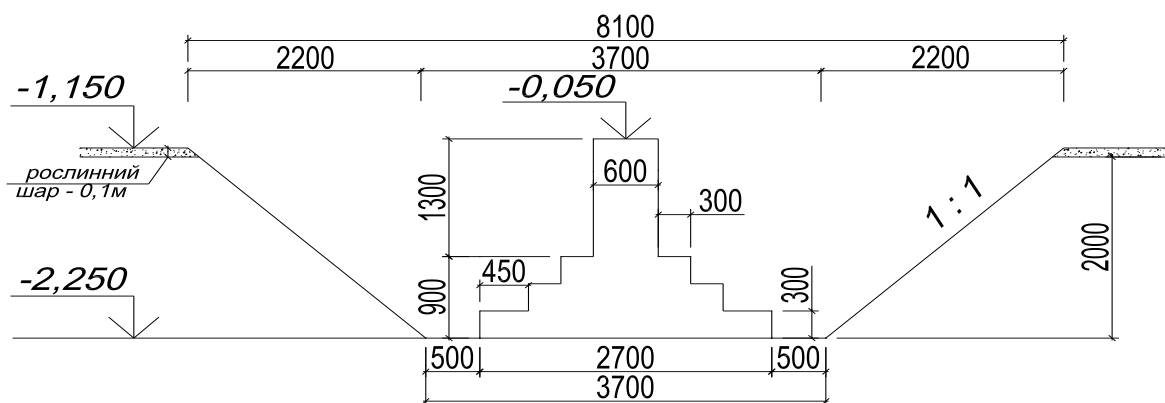
Переваги застосування:

Стійкість і довговічність: збірний залізобетон добре витримує значні вертикальні та горизонтальні навантаження.

Уніфікація: серійні рішення спрощують процес проектування та монтажу.

Простота монтажу: стаканний тип фундаменту забезпечує швидке встановлення колон без необхідності додаткового закріплення під час монтажу.

Ескіз фундаменту рис. 1



У проектованій будівлі передбачено використання **фундаментних балок**, виконаних за серією **I.412-1**. Це збірні залізобетонні конструкції, які виконують роль опори для стін і рівномірно розподіляють навантаження на фундаменти.

Основні параметри:

Тип балки:

Матеріал: залізобетон.

Форма поперечного перерізу: таврова.

Клас бетону: **B25** (висока міцність).

Армування: арматура класу **A-II**.

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
						12
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Відмітка поверхні фундаменту: -0,003 м. Це забезпечує оптимальну висоту для монтажу конструкцій стін.

Захист та утеплення:

Для забезпечення надійності фундаменту та підвищення довговічності використовуються такі заходи:

Засипка з шлаку: створює додатковий захист від спучування ґрунтів і покращує теплоізоляційні властивості.

Гідроізоляція: запобігає капілярному підняттю вологи, що досягається за допомогою шару руберойду та цементно-піщаного розчину.

Водовідведення:

По периметру будівлі влаштовується **водонепроникне вимощення:**

Ухил: 3% від будівлі.

Функції вимощення:

Відведення дощової та талої води від фундаменту.

Захист основи фундаменту від замочування, що знижує ризик промерзання та руйнування основи.

1.2.2 Характеристика колон проектованої будівлі

У проекті будівлі передбачено використання **сталевих двотаврових колон**, які відповідають сучасним стандартам металопрокату.

Основні параметри:

Тип та матеріал:

Матеріал: сталь.

Тип перерізу: двотавровий.

Сортамент: 30К2, згідно з каталогом металопрокату.

Розміри перерізу:

Ширина та висота: 300x300 мм.

Такий розмір забезпечує високу несучу здатність і стійкість конструкції.

Монтаж колон:

Кріплення:

									Лист
									13
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

Колони встановлюються на **опорний столик**, що є частиною фундаменту.

Фіксація колон здійснюється за допомогою **анкерних болтів**, які забезпечують стійкість та міцне з'єднання із фундаментом.

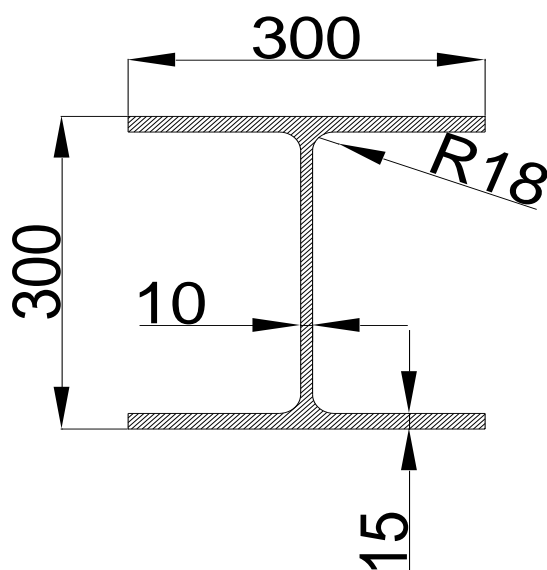
Колони також додатково **заварюються** для посилення з'єднання та запобігання зміщенню під час експлуатації.

Особливості:

Використання двотаврових колон із прокату 30К2 забезпечує високу міцність при порівняно невеликій вазі конструкції.

Завдяки стандартним розмірам і формі двотаврових колон, їх монтаж є швидким і зручним, що скорочує загальний час будівництва.

Ескіз колони рис. 2



1.2.3 Балки покриття та перекриття.

У конструкції проектованої будівлі передбачено використання **сталевих двотаврових балок**, які відповідають сучасним стандартам металопрокату.

Основні параметри:

Тип та матеріал:

Матеріал: сталь.

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
						14
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Тип перерізу: двотавровий.

Сортамент:

Балки покриття: **40Б1** (переріз **388x400** мм).

Балки перекриття: **50Ш2** (переріз **489x300** мм).

Монтаж балок:

Кріплення до колон:

Балки встановлюються на **опорний столик**, який є частиною конструкції колон.

Фіксація здійснюється за допомогою **зварювання**, що забезпечує міцність з'єднання.

Додаткова фіксація:

Для покращення жорсткості та стійкості балок до верхньої частини балки та колони приварюється **сталева накладка**, яка забезпечує рівномірний розподіл навантаження та запобігає деформаціям.

Переваги використання:

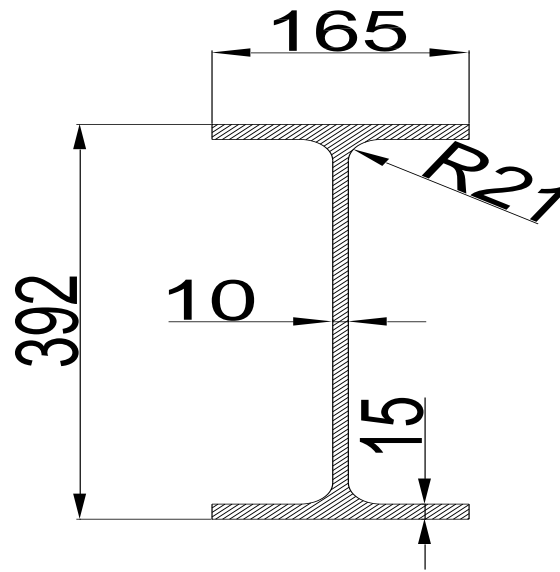
Висока несуча здатність: завдяки правильному вибору сортаменту балок, забезпечується надійність конструкцій під дією значних вертикальних і горизонтальних навантажень.

Зручність монтажу: уніфіковані розміри і стандартні рішення прискорюють процес будівництва.

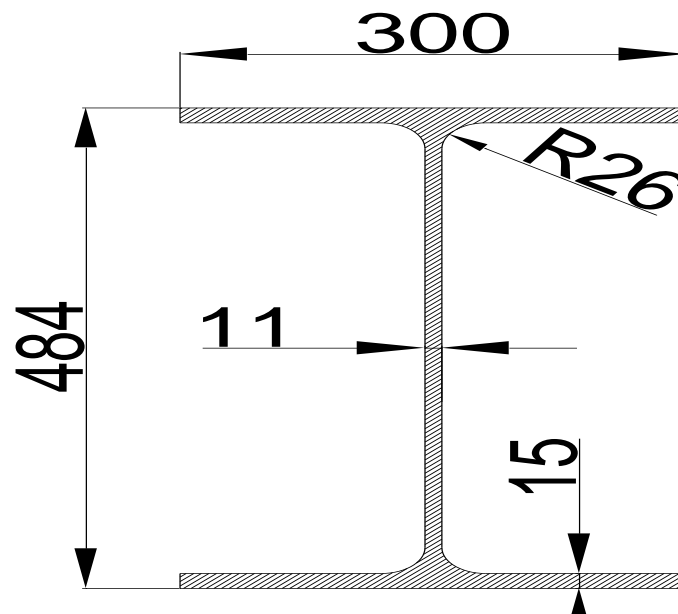
Жорсткість та стабільність: додаткове зварювання та застосування накладок підвищують стійкість конструкції, що особливо важливо для великих прольотів.

									Лист
									15
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

Ескіз балки покриття рис. 3



Ескіз балки перекриття рис. 4



1.2.4 Цегляні стіни та перегородки

У проєктованій будівлі передбачено використання **цегляних стін та перегородок**, які забезпечують необхідну міцність, звукоізоляцію та теплоізоляцію.

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
						16
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Основні параметри:

Зовнішні стіни:

Товщина: **780 мм.**

Призначення: забезпечення теплоізоляції, стійкості конструкції та захисту від зовнішніх впливів.

Внутрішні стіни:

Товщина: **510 мм.**

Призначення: розподіл приміщень та підтримка конструктивної жорсткості будівлі.

Перегородки:

Товщина: **380 мм.**

Призначення: зонування внутрішнього простору без значного навантаження на конструкцію.

Кріплення до каркасу:

Для забезпечення міцності з'єднання цегляних стін із елементами каркасу використовуються **арматурні стержні**, які:

Приварюються до колон;

Закладаються у шви кладки стін, що утворює міцний зв'язок між стіною та каркасом.

Переваги використання:

Міцність: цегляні стіни забезпечують довговічність і здатність витримувати значні навантаження.

Ізоляційні властивості: товсті зовнішні стіни забезпечують високий рівень тепло- і звукоізоляції.

Гнучкість у зонуванні: перегородки легко адаптуються до планувальних рішень будівлі.

Особливості монтажу:

Закладні елементи в каркасі дозволяють надійно закріпити стіни, що зменшує ризик їхньої деформації або відриву від основного каркасу під час експлуатації.

									Лист
									17
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

1.2.5 Покриття, покрівля, водовідведення

У проєктованій будівлі передбачено **безпрогонне, зміщене та утеплене конструктивне покриття**, яке забезпечує надійність, теплоізоляцію та природне освітлення.

Основні параметри покриття:

Конструкція:

Тип: безпрогонне, з двотавровими балками як несучими елементами.

Профіль: скатний із ухилом **1:30**, що сприяє відведенню дощової та талої води.

Природне освітлення: передбачено встановлення пластикових віконних секцій, які виконують роль ліхтарів для ефективного денного освітлення приміщення.

Шарова структура покрівлі:

Нижній шар: профільований лист, який забезпечує жорсткість конструкції.

Другий шар: включає гідро- та пароізоляцію, а також утеплювач **“ISOVER”**, що запобігає втратам тепла і проникненню вологи.

Верхній шар: настил із дерев'яних дошок і металочерепиці, яка забезпечує довговічність, естетичність і захист від атмосферних впливів.

Система водовідведення:

Тип: зовнішнє, самостійне водовідведення.

Ухил даху дозволяє направляти дощову та талу воду до зовнішніх водостічних систем.

Переваги рішення:

Енергозбереження: утеплення забезпечує мінімальні тепловтрати.

Природне освітлення: віконні секції сприяють економії електроенергії, забезпечуючи достатнє освітлення в денний час.

Стійкість: використання двотаврових балок як несучих елементів гарантує міцність конструкції.

									Лист
									18
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

		Плити перекрит			
9	Серія І.465-7	ППН-1.1 ППН-1.2 ППН-1.3 ППН-1.4	760	6000	5960x980 x455
10		ППН-2.1 ППН-2.2	40	3000	2960x980 x455

Таблиця 2.2 Специфікація збірних металевих конструкцій

Марка, позиція	Позначення	Найменування	Кіл	Маса кг	Метал	Примітки
		Колони				
К1	Сортамент	І 30К2	32	2829	сталь	300x300x7800
К2	Сортамент	І 30К2	162	15289,5	сталь	300x300x3700
Б1	Сортамент	І 40Б1	22	1220,6	сталь	6840x300x400
Б2	Сортамент	І 40Б1	23	1253,6	сталь	4800x300x400
Б3	Сортамент	І 40Б1	12	431	сталь	4980x300x400
Б4	Сортамент	І 40Б1	12	483	сталь	3120x300x400
Б5	Сортамент	І 50Ш1	95	10743,6	сталь	10000x400x500

										Лист
										20
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

ДФС 2319208 ПЗ

1.2.7 Вікна та двері.

Віконні прорізи:

Тип заповнення:

Встановлюються **віконні блоки** та **окремі вікна**, що забезпечують природне освітлення та вентиляцію приміщення.

Матеріал:

Вікна виконані з **металопластикових профілів**, які мають гарну тепло- та звукоізоляцію, а також довговічність.

Кріплення:

Віконні блоки надійно закріплюються до **цегляної кладки** за допомогою спеціальних монтажних елементів, що гарантує їхню стійкість.

Дверні прорізи:

Коробка:

Матеріал: дверна коробка виготовляється із дерева або металу, в залежності від функціонального призначення дверей.

Перед монтажем коробка повинна бути **антисептована**, щоб запобігти впливу вологи, грибків та комах.

Додатковий захист:

Дверна коробка оббивається **толем**, що забезпечує захист від вологи та підвищує її довговічність.

Переваги обраних матеріалів та технологій:

Металопластикові вікна:

Високий рівень тепло- та звукоізоляції.

Довговічність і стійкість до зовнішніх впливів.

Простота догляду та естетичний вигляд.

Антисептація дверних коробок:

Захищає матеріал від негативного впливу вологи та продовжує термін експлуатації.

Оббивка толем:

									Лист
									21
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

Зменшує ризик пошкодження коробки та забезпечує додатковий бар'єр для вологи.

Таблиця 3 Специфікація елементів заповнення прорізів

Поз	Позначення	Найменування	Кількість по фасадах				всього	Маса кг	примітка
			1-13	13-1	A-I	I-A			
		Вікна							
1	Каталог вікон	ВБ-1	10	10	10	10	40	2000	
2	Каталог вікон	ВБ-3	10	10	5	5	30	3000	
3	Каталог вікон	ВБ-2	10	10	10	5	35	1750	
4	Каталог вікон	ВБП-1	*	*	*	*	156	6250	по покрівлі
		Двері							
1	Каталог дверей	ДБ-1	2	2	-	-	4	200	
2	Каталог дверей	ДБ-2	1	-	2	-	3	225	
3	Каталог дверей	ДБ-3	2	1	10	-	13	650	

* - вікна розташовані на покрівлі.

1.2.9 Сходи

Основні параметри:

Розташування сходів:

Між осями **1-2, 12-13**, та **А-Б**.

Сходи ведуть на **другий і третій поверхи**.

Габарити:

Ширина сходів: 1400 мм, що відповідає вимогам ДБН для зручного та безпечного пересування.

Конструктивні особливості:

Несучі елементи: металеві косоури.

Сходинок: збірні залізобетонні, які встановлюються на металеві косоури.

Захист несучих елементів:

Вогнестійкість:

Металеві косоури захищаються спеціальним вогнестійким покриттям "**Ендодерм**", що відповідає вимогам ТУ 13481681.01-97.

Межа вогнестійкості конструкцій: **R60** (стійкість до впливу вогню протягом 60 хвилин).

Додатковий захист:

Металеві елементи обшиваються **гіпсокартонними листами**, що додатково підвищує їхню вогнестійкість та надає конструкції завершеного естетичного вигляду.

Переваги конструктивного рішення:

Міцність та довговічність: використання металевих косоурів і залізобетонних сходинок забезпечує надійність конструкції.

Безпека: застосування вогнестійкого покриття та гіпсокартону дозволяє зменшити ризики у разі пожежі.

Естетика та функціональність: комбінування металевих елементів із залізобетонними сходинок створює сучасний і практичний вигляд сходів.

									Лист
									24
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

1.2.10 Антикорозійні заходи

Для забезпечення довговічності металевих конструкцій проектованої будівлі передбачено нанесення **антикорозійного захисного покриття**, яке відповідає сучасним вимогам будівництва.

Технологія захисту:

1. Підготовка поверхні:

- Перед фарбуванням треба добре почистити метал від бруду та іржі
- Наскільки чистим має бути метал, дивимося в ДБН В.2.6-198:2014 "Сталеві конструкції"

2. Як фарбуємо:

- Спершу наносимо два шари сучасної ґрунтовки (наприклад, Farbex ГФ-021 за ДСТУ 8720:2017)
- Потім фарбуємо емаллю (можна використати Kompozit ПФ-115 за ДСТУ 8720:2017)

3. Про матеріали простими словами:

- Ґрунтовка - це як клей, вона допомагає фарбі краще триматися на металі
- Емаль - це верхній шар, який захищає метал від дощу, снігу і сонця

Як це все правильно зробити:

1. Треба дотримуватися правил:

- Всі роботи виконуємо за ДБН В.2.6-198:2014 та ДСТУ Б В.2.6-193:2013
- Безпеку працівників забезпечуємо за ДБН А.3.2-2-2009

2. Важливі умови:

- Фарбувати можна тільки коли сухо
- Метал має бути чистим і сухим
- Дивимося на температуру - має бути така, як написано на банці з фарбою

3. Як перевірити, чи добре пофарбували:

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
						25
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

При такій сітці колон (6x10,08м) можна зробити зручне планування під різні потреби

Чотири поверхи - це оптимально, бо не потрібен ліфт (за нормами ДБН В.2.2-9:2018)

Зовнішні водостоки простіші в обслуговуванні, але треба правильно їх утеплити

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
						28
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2 НАУКОВО ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

Сьогодні в будівництві виникла проблема надмірного використання енергії, яке відбувається під час роботи будівель і різних інженерних об'єктів. Тому все більше шукають способи економії. Один із варіантів – це фасадні системи з вентиляльованим повітряним прошарком, які допомагають зменшити втрати тепла.

Такі фасадні конструкції повинні відповідати певним вимогам: мати хороші фізичні та механічні показники, зберігати свої властивості довго, щоб окремі елементи не деформувались по-різному, бути стійкими до високих температур, корозії, води, а також добре утеплювати будівлю. Крім того, такі фасади мають відповідати санітарним нормам, бути надійними та довговічними.

Зараз у різних країнах, як на рівні громадськості, так і уряду, розуміють, що енергоресурси обмежені, і їх потрібно використовувати раціонально. Заходи з енергозбереження виявляються більш вигідними, ніж нарощування видобутку ресурсів. Враховуючи, що житлові будинки в нашій країні споживають приблизно 35-40% всієї енергії, стає зрозуміло, що важливо розробляти нові енергоефективні матеріали для утеплення будівель і застосовувати їх у конструкціях.

2.1 Аналіз конструкцій для теплового захисту будівель за допомогою фасадних систем з повітряним прошарком

Сьогодні нестача палива стала серйозною проблемою для багатьох країн, і це змушує нас шукати нові рішення. Особливо актуальною ця тема є для України, адже в нас до чверті всієї енергії йде на опалення. При цьому великі обсяги тепла просто втрачаються через застарілі підходи в будівництві та використання неякісних матеріалів.

Виявляється, що близько 40% всіх теплових втрат припадає саме на фасади будівель. Це значить, що через недостатню ізоляцію ми витрачаємо більше ресурсів, ніж могли б. Додатково тепло губиться ще й на шляху від

									Лист
									29
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

ТЕЦ до наших будинків, що додає до загальних втрат приблизно 15-17% від усієї відпущеної енергії. Водночас, у Європі цей показник нижчий майже вдвічі завдяки якісній ізоляції трубопроводів.

Проблеми енергозбереження стають ще актуальнішими з огляду на сучасні енергетичні виклики в Україні. Дефіцит палива та високі ціни на енергоресурси підштовхують до пошуку нових підходів і впровадження сучасних технологій для зменшення енергоспоживання. Тому сьогодні дуже важливо перейти на сучасні ДБН та ДСТУ, які включають рекомендації щодо підвищення енергоефективності, використовувати нові матеріали з високим рівнем теплоізоляції та активніше впроваджувати технології для утеплення фасадів. Це дозволить не лише зекономити ресурси, а й зробити наші міста комфортнішими та теплішими, навіть у складних енергетичних умовах.

Щоб Україна досягла рівня розвинутих країн в економіці, потрібно значно збільшити інвестиції в будівництво. Це стосується як зведення нових об'єктів, так і оновлення старих будівель, аби зробити їх сучасними та енергоефективними. Для цього необхідно розвивати саму будівельну галузь, покращувати її технічну базу, щоб вона могла задовольнити зростаючі потреби у якісних будівельних послугах та матеріалах.

Сьогодні є багато причин для того, щоб більш ефективно використовувати енергію: від економії на опаленні й гарячій воді до покращення умов життя у приміщеннях. Крім того, це дозволяє зберегти гроші платників податків, розвивати міжнародну торгівлю в сфері енергоефективності, знижувати нашу залежність від палива, а також поліпшувати екологічну ситуацію.

У будівництві головний спосіб зменшити витрати на енергію — це підвищити теплозахист будівель. Зокрема, важливо скоротити тепловтрати через стіни, вікна та вентиляційні системи. Оскільки будівлі служать десятиліттями, правильне утеплення може забезпечити довготривалу економію на опаленні і зменшити негативний вплив на довкілля.

										Лист
										30
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

Тому створення енергоефективних будинків, які відповідають місцевим умовам, стає важливим напрямком в архітектурі та будівництві. Це дозволяє зменшити споживання обмежених ресурсів, при цьому отримуючи максимальний технічний, економічний і соціальний ефект.

Останніми роками в Україні почали активно утеплювати будівлі, особливо житлові. Раніше, коли будували житло масово, головним завданням було здешевлення будівництва. На майбутні витрати на опалення не звертали уваги, адже ціни на тепло і електроенергію були низькими. Тому багато старих будинків мають недостатньо товсті стіни та неякісні вікна, через що тепло швидко виходить, і рахунки за опалення зростають.

На будівельному ринку тепер стають популярними енергоефективні технології та матеріали, а фасадні системи утеплення є одним із найефективніших способів зберігати тепло в будівлі. Світовий досвід показує, що зовнішнє утеплення стін працює найкраще, допомагаючи створити комфортний мікроклімат у приміщенні та знижуючи витрати на обігрів.

2.2. Сформовані інженерні методи для підвищення теплового захисту огорожувальних конструкцій будівель

Сьогодні багатошарові утеплювальні системи з вентиляльованим прошарком — це один із найдієвіших способів зберегти тепло у будівлях, особливо в умовах війни в Україні, коли питання енергозбереження стали критично важливими. Завдяки такій конструкції будівля тримає тепло взимку та не перегрівається влітку, що дозволяє заощаджувати на опаленні та кондиціонуванні.

Утеплювач, який розміщують зовні стін, створює оптимальні умови для самої стіни: вона менше страждає від перепадів температури, вологи та промерзання. Це захищає стіну від руйнування й підвищує її міцність та тривалість використання. У холодну пору зовнішній шар утеплення не дає стіні охолонути до критичних температур, коли волога починає

									Лист
									31
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

конденсуватися всередині. Це означає, що будівля не "намокає" зсередини, а приміщення залишається сухим і теплим.

Така конструкція зберігає тепло довше навіть після вимкнення опалення, що є особливо важливим, коли існує потреба економити ресурси. Завдяки теплоізоляційному шару будинок нагрівається повільніше, що дозволяє підтримувати стабільну температуру всередині й зменшує залежність від зовнішніх погодних умов.

Основні компоненти цих систем включають утеплювач та несучу конструкцію, яка кріпиться до стіни. Зовнішній оздоблювальний шар монтується з зазором до утеплювача, що дозволяє відводити вологу природним шляхом. Це важливо для запобігання накопиченню вологи, що може призвести до псування стін. Вентиляційний прошарок, який має бути завширшки 60-150 мм, сприяє ефективній вентиляції фасаду.

Системи можуть відрізнятися за матеріалами, способом кріплення та типом оздоблювальних матеріалів, що дозволяє створити різноманітні архітектурні рішення. Для того, щоб конструкція була надійною, потрібно ретельно розраховувати теплопередачу, враховуючи теплопровідні включення, а також підбирати жорсткі матеріали, стійкі до корозії, і використовувати кріплення, які забезпечать стабільне фіксування фасадних плит.

Дотримання всіх цих вимог дає можливість зробити фасадну систему довговічною, надійною й енергоефективною, що стає особливо актуальним для України.

									Лист
									32
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

рішень можна знайти варіанти з використанням металевих, керамічних, композитних панелей, а також фасади з натурального каменю або високоякісного скла. Кожна з цих систем має свої особливості й обирається в залежності від умов експлуатації, бажаного вигляду будівлі та енергозберігаючих властивостей.

Таблиця 2.1 - Основні особливості вентилязованих фасадів

№	Лицювання	Несучі конструкції	Кріпильні елементи	Утеплювач	Примітка
<i>Фасадна система "Краспан"</i>					
1	"Краспан-Калор" – блякнисто-цементні листи, гладка поверхня або з додаванням кам'яної крошки	Кронштейнці, Т- та Г- подібні профілі. Вертикальне рихтування з алюмінію і сталі	Кріплення лицювання – спеціальні заклепки	Негорючі плити і мати Rockwool, Isover, Paroc	
2	Керамічні плитки 600*330мм – кольорова з глазурованим чи акриловим покриттям	Кронштейнці, Т- та Г- подібні вертикальні профілі. Вертикальне рихтування з алюмінію і сталі	Кріплення лицювання – відкритий кляммер	Негорючі плити і мати Rockwool, Isover, Paroc	
3	"КраспанГраніт" – плити з натурального каменю	Кронштейнці, Т- та Г- подібні вертикальні профілі. Вертикальне рихтування з оцинкованої та нержавіючої сталі та алюмінію	Кріплення лицювання – горизонтальні планки-тримачі	Негорючі плити і мати Rockwool, Isover, Paroc	
4	"КраспанМеталлКалор" – металеві панелі, гладка кольорова поверхня. "КраспанМеталлСтон" – металева панель з поверхнею з кам'яної крошки	Кронштейнці, Т- та Г- подібні вертикальні профілі. Сталеве вертикальне рихтування	Кріплення лицювання – в замок чи кріпитель касети	Негорючі плити і мати Rockwool, Isover, Paroc	
5	"КраспанМеталлКалор-К" – металева касета, гладка кольорова поверхня "КраспанМеталлСтон-К" – металева касета з поверхнею з кам'яної крошки	Кронштейнці, Т- та Г- подібні вертикальні профілі. Сталеве вертикальне рихтування	Кріплення лицювання – в замок чи кріпитель касети	Негорючі плити і мати Rockwool, Isover, Paroc	
6	Алюмінієві композитні панелі – окрашений алюміній і композитний матеріал	Кронштейнці, Т- та Г- подібні вертикальні профілі. Вертикальне рихтування з сталі та алюмінію	Кріплення лицювання – спеціальні заклепки	Негорючі плити і мати Rockwool, Isover, Paroc	
<i>Фасадна система "Хвиля"</i>					
1	Керамічна плитка – кольорова з глазурованим чи акриловим покриттям ВиКалор	Кронштейнці, насадка, вертикальний профіль. Несучі елементи сталеві	Кріплення лицювання – спеціальні заклепки	Утеплювач мінераловатний Rockwool, тип Венти Баттс	
2	"КрасСтон" – блякнисто-цементні листи з поверхнею з кам'яної крошки. "КрасКалор" – блякнисто-цементні листи, гладка кольорова поверхня.	Кронштейнці, насадка, вертикальний профіль. Несучі елементи сталеві	Кріплення лицювання – спеціальні заклепки	Утеплювач мінераловатний Rockwool, тип Венти Баттс	
<i>Фасадна система "Транітогрес"</i>					
1	Пресовані плити з фібробетону	Складає кронштейнці, вертикальні профілі	Кріплення лицювання – спеціальні саморізи	Негорючі плити і мати Rockwool, Isover, Paroc	
2	Плити "Транітогрес" з відкритим кріпленням	Складає кронштейнці, вертикальні і горизонтальні профілі	Кріплення лицювання – відкритий кляммер	Негорючі плити і мати Rockwool, Isover, Paroc	
3	Плити "Транітогрес" з закритим кріпленням	Складає кронштейнці, вертикальні і горизонтальні профілі	Кріплення лицювання – спеціальні саморізи	Негорючі плити і мати Rockwool, Isover, Paroc	
4	Касетні алюмінієві панелі	Складає кронштейнці, вертикальні профілі	Кріплення лицювання – кріпитель касети	Негорючі плити і мати Rockwool, Isover, Paroc	
<i>Фасадна система "Інтерал"</i>					
1	Плити керамаграніта	Кронштейнці, горизонтальні та вертикальні профілі з алюмінію	Кріплення лицювання – відкритий кляммер	Венти Баттс, Paroc, Nobasil	
2	Плити керамаграніта	Кронштейнці, горизонтальні та вертикальні профілі з алюмінію	Кріплення лицювання – стопорні оцинковані гвинти (анкери плиточні)	Венти Баттс, Paroc, Nobasil	
3	Алюмінієві панелі – фарбований алюміній та композитні матеріали	Кронштейнці, горизонтальні та вертикальні профілі з алюмінію	Кріплення лицювання – бітумні заклепки	Венти Баттс, Paroc, Nobasil	

Продовження таблиці 2.2

Фасадна система "Метраспецбуд"				
1	Плити з натурального каменя	Кранштейнц, вертикальні та горизонтальні профілі	Кріплення лицювання – наскрізні пази	Мінераловатні плити
2	Плити з керамограніту, склофідробетону, плити з пресованої бетонної суміші з фактурою під мармур	Кранштейнц, вертикальні та горизонтальні профілі	Кріплення лицювання – відкритий кляммер	Мінераловатні плити
Фасадна система "Поліалпан"				
1	Алюмінієві тришарові панелі	Кранштейнц, горизонтальний профіль	Кріплення лицювання – самонарізуючі гвинти з пресшайбою	Лайт Баттс, Венти Баттс
2	Плити з керамограніту, склофідробетону, плити з пресованої бетонної суміші з фактурою під мармур	Кранштейнц, вертикальні та горизонтальні профілі	Кріплення лицювання – відкритий кляммер	Мінераловатні плити
Фасадна система "U-KON"				
1	Касетні панелі з алюмінієвих композитних листів	Кранштейнц, подовжувачі кранштейнів, вертикальні профілі, салазки	Кріплення лицювання – кріпитель касети	Венти Баттс
2	Керамічні і керамогранітні плити	Кранштейнц, подовжувачі кранштейнів, вертикальні профілі, салазки	Кріплення лицювання – відкритий кляммер, кліпси	Венти Баттс
Фасадна система "LTM Сопрану"				
1	СемСтоун – фіброцементна плита з поверхнею з подібного природнього каменя СемКолор – гладка фіброцементна плита Карат – атмосферостійка клеєна фанера з березового шпана	Дерево'яне рихтування	Кріплення лицювання – корозістійкі шурупи	Лайт Баттс, Венти Баттс
Фасадна система "STO"				
1	Штукатурний фасад з несучою плитою з скляного грануліта	Дерево-алюмінієвий каркас	Кріплення лицювання – корозістійкі шурупи	Лайт Баттс, Венти Баттс
Фасадна система "Металпрофіль"				
1	Сайдінг, металеві касети, профільний лист	Кранштейнц, вертикальні і горизонтальні профілі, касетні профілі	Кріплення лицювання – спеціальні заклепки	Лайт Баттс, Венти Баттс
Фасадна система "Делькен"				
1	Панелі "Делькен" – термопластичний полімерний матеріал	Дерево'яні планки	Кріплення лицювання – спеціальні цвяхи з нержавіючої сталі	Лайт Баттс, Венти Баттс

2.3. Методи обчислення несучих конструкцій фасадів

Професор В. С. Зирянов значно просунувся у створенні алгоритмів для розрахунку міцності каркасів фасадних систем з вентиляльованим повітряним зазором. Його дослідження стосуються оцінки міцності різних елементів конструкцій, які працюють під впливом комплексних навантажень, що виникають під час експлуатації.

Каркас фасадної системи складається з елементів, які разом утворюють просторову структуру. На неї впливають різні фактори: вага елементів, вітрові навантаження (враховуючи середні та імпульсні коливання), зміни

температури та процеси деградації, які поступово погіршують міцність, особливо у вузлах з'єднань.

У наукових дослідженнях структуру часто поділяють на окремі компоненти: вертикальні та горизонтальні профілі, несучі кронштейни та облицювальні касети. Це дозволяє точніше вибрати розрахункові схеми для кожного елемента. Наприклад, для фасадної системи "Краспан" використовується розрахункова схема, де вертикальний профіль моделюється як балка з трьома опорними точками: він защемлений угорі, має середню нерозрізну опору і шарнірно-рухому підтримку внизу. Кронштейн вважається консоллю, яка кріпиться до стіни одним болтом. Він сприймає навантаження з різними векторами: вертикальне з врахуванням товщини утеплювача та горизонтальне від вертикального профілю.

Для вертикального профілю проводиться комплексний розрахунок, що включає перевірку його на міцність при розтягуванні та вигині у двох напрямках, горизонтальні зсуви та надійність кріплення до каркасу. Кронштейн перевіряється на розтягнення, вигин і зсув у точці кріплення до стіни.

Важливо зазначити, що у деяких дослідженнях були виявлені невідповідності між обраними розрахунковими схемами та фактичними напруженнями, які виникають у структурі. Це свідчить про необхідність ретельної перевірки та можливих корекцій, щоб забезпечити максимальну точність розрахунків і надійність конструкції.

									Лист
									36
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

При розрахунку вертикальних профілів перевіряються такі параметри:

1. Міцність на розтяг з вигином.
2. Міцність на зсув.
3. Прогин профілів під навантаженням.

Розрахунок несучих кронштейнів включає:

1. Перевірку міцності на розтягнення з вигином.
2. Перевірку на зрушення (зріз).

Ця методика розрахунку дозволяє врахувати всі основні види навантажень та деформації, які можуть виникати у фасадній системі "Гранітогрес". В результаті, забезпечується надійність і довговічність конструкції, що є важливим для збереження її експлуатаційних характеристик у різних умовах експлуатації.

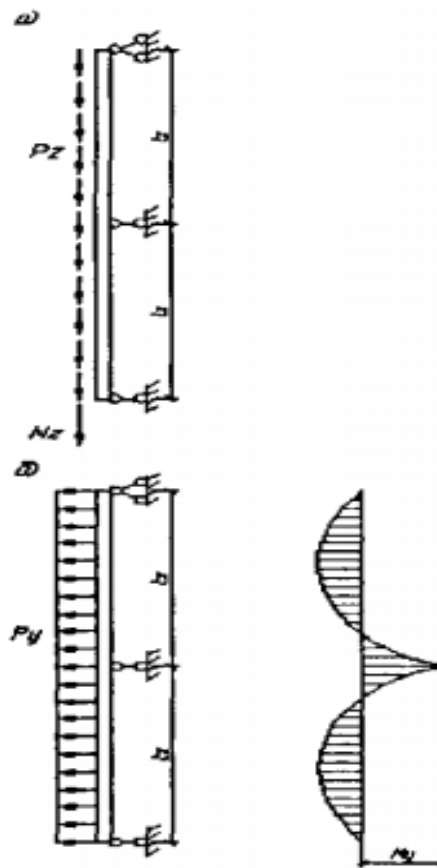


Рисунок 2.4 – Схема для розрахунку вертикального профіля

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		39

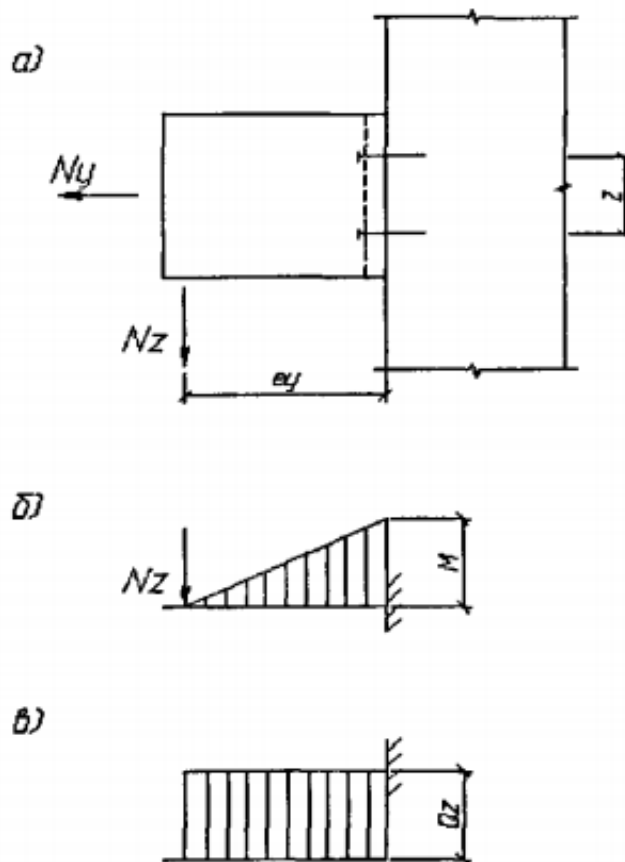


Рисунок 2.5 - Схема для розрахунку несучого кронштейна

Фасадна конструкція, розроблена на основі сучасних стандартів ДБН і ДСТУ, влаштована так, що всі частини конструкції розглядаються як прості моделі для зручності розрахунків.

Горизонтальні елементи працюють як балки з двома прольотами, закріплені посередині, а на кінцях – шарнірно прикріплені до вертикальних компонентів. Це значить, що вони не рухаються з боків, але мають свободу вигину та певний кут повороту посередині. В таких умовах на горизонтальні елементи впливають два основні типи навантажень:

1. Вертикальні сили — тобто вага самої фасадної обшивки, яка створює навантаження у вигляді вигину та крутіння через зміщення центру ваги.

Оцінка вертикального елемента фасадної системи включає кілька ключових перевірок, щоб гарантувати його надійність та стійкість:

1. Міцність при розтягуванні та вигині — елемент має бути здатним витримати навантаження в обох напрямках без пошкоджень.

2. Стійкість до горизонтального зсуву — важливо, щоб конструкція не зміщувалася під впливом бічних навантажень, таких як вітер.

3. Надійність кріплення до кронштейна — кріплення повинні міцно фіксувати елемент, запобігаючи його ослабленню.

4. Величина прогину — щоб фасад залишався візуально рівним і не деформувався з часом, контролюють допустимий прогин.

Аналіз кронштейна також включає кілька аспектів:

1. Міцність при вигині та розтягуванні — кронштейн має бути здатним витримувати навантаження, щоб запобігти поломкам.

2. Стійкість до зсуву — кронштейн повинен витримувати бокове навантаження без зміщення.

3. Надійність фіксації до стіни — перевірка забезпечує, що кронштейн міцно закріплений, що є особливо важливим для стабільності всієї конструкції.

Цей підхід до розрахунку фасадної системи "Метроспецбуд" враховує всі складні взаємодії між елементами, що дозволяє конструкції ефективно витримувати різні види навантажень. У контексті сучасної України це важливо, оскільки фасади мають бути витривалими до додаткових викликів, пов'язаних з вібраціями, пошкодженнями чи іншими зовнішніми факторами.

									Лист
									42
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

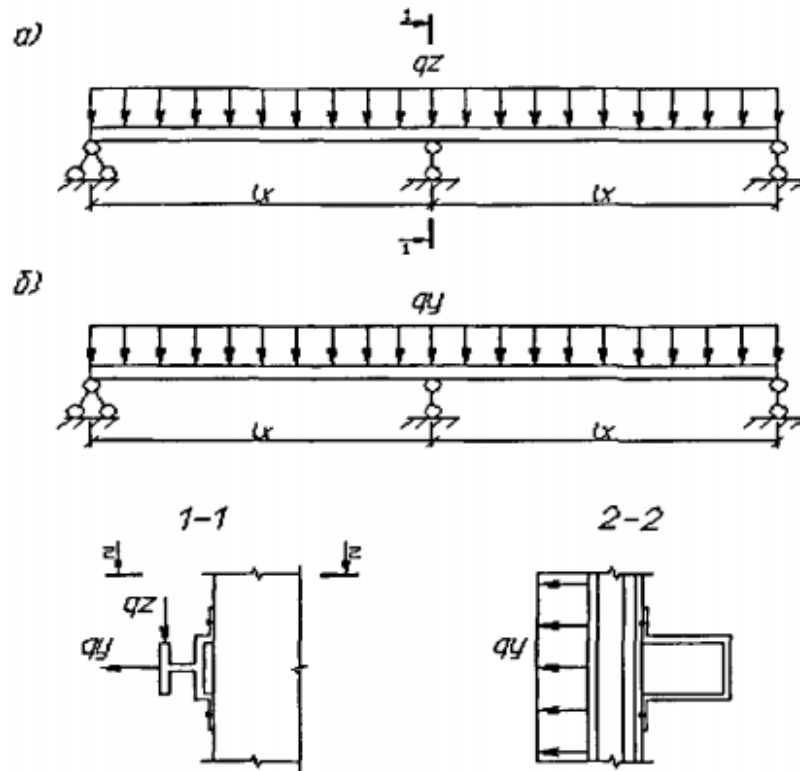


Рисунок 2.7 – Схема для розрахунку горизонтального профіля

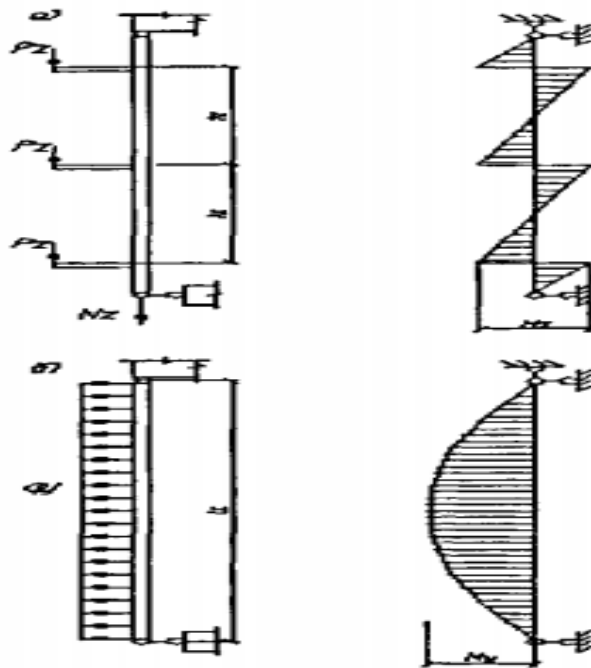


Рисунок 2.8 – Схема для розрахунку вертикального профіля

У системі фасадів "Поліалпан" застосовується кілька ключових розрахункових моделей, щоб забезпечити стійкість і надійність конструкції.

										Лист
										43
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

Панель "Поліалпан" розглядають як багатопрольотну балку, закріплену на проміжних опорах без розривів і шарнірно прикріплену до горизонтального несучого профілю (ГНП). Панель повинна витримувати різні види навантажень, зокрема:

1. Власну вагу — панель має бути достатньо міцною, щоб утримувати себе.
2. Вітровий тиск (або "всмоктування") — особливо актуально для будівель, де фасад може піддаватися сильним вітровим впливам.
3. Температурні коливання — панель розширюється і стискається з перепадами температур, що впливає на її міцність і стабільність.

Горизонтальний несучий профіль (ГНП) теж розглядають як багатопрольотну балку, яка нерозривно з'єднана на проміжних кронштейнах і шарнірно закріплена на кінцевих. Він має витримувати навантаження від своєї ваги, ваги закріплених панелей та вітрових навантажень, які передаються від панелей.

Кронштейни, що використовуються для кріплення, виконують роль консолей. Основні кронштейни, розташовані зверху та знизу панелей, приймають усі навантаження від ГНП, тоді як допоміжні кронштейни приймають навантаження від вітру і частково вертикальні навантаження через температурне розширення панелей.

З'єднання між панелями, кронштейнами і стіною ретельно перевіряють на міцність і жорсткість, щоб витримувати такі навантаження:

1. Розтягування і стискання — щоб панель не деформувалася при навантаженнях у різних напрямках.
2. Згин і зсув — важливо для стабільності під вітровими навантаженнями.
3. Відрив — з'єднання має бути достатньо міцним, щоб протистояти комбінації різних навантажень.

Під час перевірки конструкції враховують такі фактори:

									Лист
									44
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

- Міцність і жорсткість облицювальних панелей (на розтяг, стискання, згин, зсув та прогин під впливом вітру).

- Міцність і жорсткість ГНП (на згин і зсув у різних площинах та прогини).

- Міцність кронштейнів (на розтяг, згин і зсув).

- Надійність з'єднань.

Для українських умов ці конструкції особливо важливі, оскільки вітрові навантаження, температурні перепади та можливі пошкодження конструкцій через зовнішні фактори можуть серйозно впливати на стабільність фасадів.

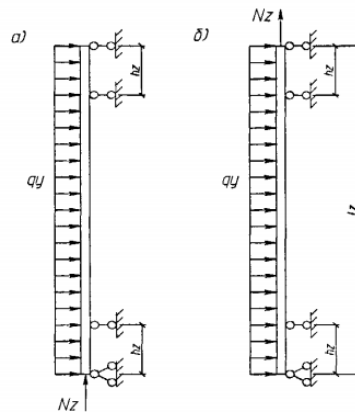


Рисунок 2.9 – Схема розрахунку панелі ПОЛІАСПАН під дією одночасного вертикального та горизонтального навантаження

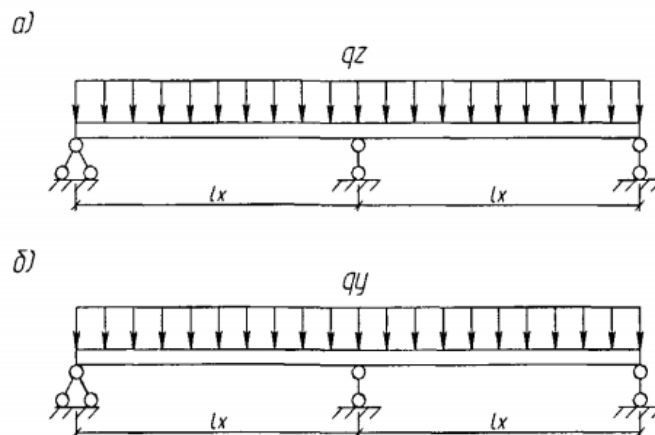


Рисунок 2.10 – Схема розрахунку горизонтального несучого профілю

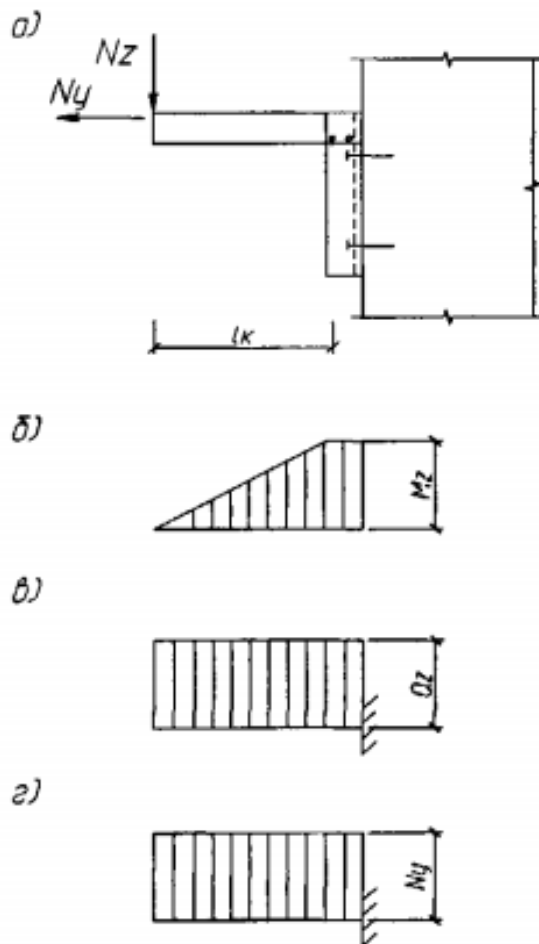


Рисунок 2.11 – Схема розрахунку кронштейна та епюри зусиль

2.4 Підсумки та формулювання завдань дослідження

Дослідження показує, що науковці та інженери все більше зосереджуються на питаннях ефективних фасадних систем. Це стосується як пошуку нових інженерних рішень і енергозберігаючих технологій для нових і вже існуючих будівель, так і оцінки надійності та довговічності ключових елементів таких систем. Попри те, що в Україні фасадні системи з вентиляльованим повітряним зазором з'явилися дещо пізніше, ніж на Заході, у нас уже розроблено понад 25 різних варіантів конструкцій для підвищення теплоізоляції зовнішніх стін.

Суть роботи всіх фасадних систем на ринку залишається однаковою: вони мають вентиляльований зазор для кращої термоізоляції. Відмінності ж полягають у виборі матеріалів для несучих конструкцій, декоративного

						ДФС 2319208 ПЗ	Лист
							46
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата			

екрана, типу каркаса і способу кріплення його компонентів. Одним з важливих аспектів є вузол кріплення кронштейнів до стін — він повинен забезпечувати міцність і надійність з'єднання для довготривалої служби всієї конструкції.

2.5 Експериментальне вивчення та оптимізація конструктивних рішень несучих елементів фасадних систем.

2.5.1. Процедура проведення експериментальних випробувань.

Це дослідження спрямоване на аналіз роботи та поведінки несучих елементів фасадних систем з вентиляльованим повітряним зазором, зокрема їх напружено-деформованого стану. Основною метою є спрощення розрахункової моделі конструкцій каркаса, щоб оцінити, чи можливо використовувати спрощені схеми для аналізу таких систем і чи буде це точним для виявлення слабких місць у каркасі. Для цього всі конструкції під час експериментів доводилися до руйнування, що дозволило виявити місця, які потребують удосконалення.

Експериментальне дослідження складалося з двох етапів:

1. Перший етап включав випробування на кронштейнах, які є важливими несучими елементами підсистеми фасаду. Для аналізу використовувалися кронштейни з систем "Краспан" і "Хвиля". Їх встановлювали на металевий стенд, де кріплення виконувалося болтовими з'єднаннями за рекомендаціями виробника. На кронштейни подавали вертикальне зосереджене навантаження у точці з'єднання з вертикальним профілем, щоб перевірити їхню міцність і поведінку під тиском.

2. Другий етап був зосереджений на аналізі напружено-деформованого стану всього несучого каркаса в умовах, максимально наближених до реальних експлуатаційних. Експерименти проводилися на фрагментах фасадних систем розмірами приблизно 1200x1200 мм (для кожного типу облицювання використовували фрагменти з різними розмірами).

									Лист
									47
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

Такий підхід дозволяє не тільки спростити уявлення про статичну роботу системи, але й визначити слабкі місця, які можуть потребувати підсилення чи конструктивних змін.

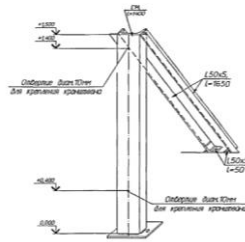


Рисунок 2.12 - Конструктивна схема стенду для випробування несучих елементів каркаса.

Другий етап експериментальних випробувань

Ці дослідження проводились для того, щоб краще зрозуміти, як окремі елементи працюють в цілій системі. Для цього взяли окремі частини фасадних систем «Краспан» з різними матеріалами для облицювання, які по-різному кріпляться до основи. Ці частини системи використовувалися, щоб дослідити, як несуча конструкція поводить себе під навантаженням і в умовах, максимально схожих на реальні. Монтаж проводили досвідчені робітники за рекомендаціями виробника, щоб зробити все максимально правильно.

В якості основи для монтажу вентиляованого фасаду використовували залізобетонну панель, яка імітує стіну будівлі. На цю панель кріпили фрагмент системи, що моделює облицювання будівлі (рис. 2.13).

У контексті сучасних проблем в Україні, де багато будівель постраждали під час війни, такі дослідження допомагають оцінити, наскільки надійними є системи фасадів, особливо в умовах частих пошкоджень та ремонтів.



Рисунок 2.13 - Випробувальний стенд для тестування фрагментів фасадних систем

Під час тестування каркаса на фрагмент фасадної системи діяли вертикальні та горизонтальні сили. Вертикальне навантаження передавали через спеціальну траверсу, прикріплену до основи, яка тиснула на облицювальну панель. Горизонтальне навантаження створювали за допомогою вантажної платформи, рівномірно розподіляючи його на поверхню фрагмента. Для цього використовували гнучкий трос, систему роликів для напрямку сили та додаткові балки, які допомагали рівномірно розподілити навантаження по поверхні (рис. 2.14).

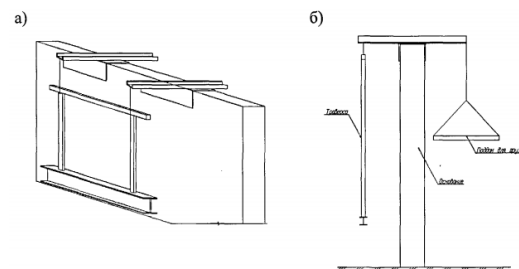


Рисунок 2.14 - Траверса для прикладання вертикального навантаження на фрагмент фасадної системи: а – загальний вигляд, б – бічний вид.

2.5.2. Обладнання та інструменти

Під час експериментів на кожному етапі навантаження заміряли, як зміщуються вгору, вниз та вбік певні точки кронштейна. Щоб визначити прогини кронштейнів, встановили спеціальні прогиноміри ПАО-6, які мають точність до 0,01 мм. Горизонтальні зміщення відстежували за допомогою індикаторів годинникового типу ИЧ-10, з такою ж точністю.

Деформації в несучих елементах вимірювали дротяними тензорезисторами з характеристиками за сучасним стандартом ТУ 25-06.2002-80, які мали базу 5 мм, опір 200,70 м та чутливість 2,16. Всі показники з тензорезисторів записували за допомогою вимірювальної системи СИИТ-3, а обробляли отримані дані в MS Excel, що дозволило зручно та швидко аналізувати результати.

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
						49
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2.5.3. Виконання вимірювальних процедур

Експерименти проводилися в умовах контрольованої температури та вологості: температура підтримувалася на рівні $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, а вологість складала $65\pm 5\%$. Навантаження на зразок подавалося поступово, у кілька етапів.

На першому етапі:

1. Спочатку зразок навантажували на 20% від передбаченого стандартом навантаження, тримаючи його під цією вагою 10 хвилин, а потім розвантажували. Після цього робили паузу на 10 хвилин, щоб прилади показали стабільні значення.

2. На наступних кроках навантаження збільшували на 10% від нормативного, поступово підвищуючи його до розрахункового рівня.

3. Кожне нове навантаження проводили поетапно, збільшуючи його на 10% від розрахункового рівня, аж до руйнування кронштейна.

На другому етапі:

1. Спершу прикладали вертикальне навантаження, яке становило 20% від стандартного, і утримували його 10 хвилин, потім знімали навантаження та чекали близько 10 хвилин, поки прилади стабілізувалися.

Подальші етапи передбачали:

- збільшення вертикального навантаження до нормативного рівня при відсутності горизонтального;

- досягнення нормативного горизонтального навантаження при утриманні вертикального на цьому ж рівні;

- збільшення вертикального навантаження до розрахункового рівня при збереженні нормативного горизонтального;

- підвищення горизонтального навантаження до розрахункового рівня при максимальному вертикальному навантаженні;

- у фіналі — руйнування зразка шляхом поступового прикладання розрахункового вертикального навантаження, утримуючи при цьому горизонтальне на розрахунковому рівні.

									Лист
									50
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

Такі етапи тестування дозволяють детально оцінити стійкість і міцність матеріалу в умовах, наближених до реальних.

2.5.4. Експериментальні випробування та оптимізація

конструктивних рішень кронштейнів типу "Краспан"

2.5.4.1. Традиційний конструктивний підхід.

Експериментальні дослідження

В цьому дослідженні для вивчення роботи фасадної системи «Краспан» з повітряним зазором було обрано кронштейни з оцинкованої сталі та алюмінієвих сплавів. Каркас системи складається з кронштейнів і вертикальних профілів. Вертикальні несучі профілі кріпляться до рухомих частин кронштейнів за допомогою сталевих або алюмінієвих заклепок згідно з певними схемами. Відстань між вертикальними направляючими визначається проектом і не повинна перевищувати 608 мм. Щоб уникнути деформацій від змін температури, між профілями залишають зазор 3-5 мм. З'єднання профілів виконується через кріпильну шину, а температурні розриви розміщують на горизонтальних стиках плит з відстанню не більше 4000 мм.

Вертикальні профілі створюють площину для фасаду, до якої кріпляться облицювальні панелі, залежно від їхнього матеріалу. Зазвичай вертикальні стики панелей розташовуються на несучих профілях.

Конструкція кронштейна (див. рис. 2.15) складається з нерухомої та рухомої частин, які з'єднані між собою болтами. Нерухома частина має форму літери Г, з полицею (1) для кріплення рухомої частини і опорою (2), що прилягає до стіни. Для зміцнення у місці з'єднання зі стіною встановлюється підсилююча шайба (3), яка підтримує бокову частину кронштейна. Рухома частина (4) має овальний отвір, що дозволяє налаштувати виліт кронштейна, і в неї вставляється вертикальний профіль Т- або Г-подібної форми (вставка — 5) для кріплення облицювальних матеріалів. Профіль кріпиться до

										Лист
										51
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата						

кронштейна двома заклепками, а сам кронштейн фіксується до стіни за допомогою анкера (б).

Поздовжні ребра жорсткості по краях кронштейна додають йому міцності. Щоб зменшити втрати тепла в місцях кріплення каркасу до стіни, між ними встановлюють спеціальні прокладки з пароніту. Це запобігає утворенню «містків холоду», які погано впливають на теплоізоляцію.

Висота кронштейна – 65 мм, а товщина залежить від матеріалу: якщо це оцинкована сталь, то 2 мм, а якщо алюміній – 3,5 мм. Опорна частина кронштейна має ширину 65 мм. Для посилення конструкції додається квадратна шайба 50x50 мм з товщиною 2 мм. Нерухома частина кронштейна має довжину 150 мм, а весь виліт – 180 мм (150 мм основної частини і 30 мм виступу).

Вертикальні профілі виготовляються або з оцинкованої сталі товщиною 1,2 мм, або з алюмінію товщиною 3 мм. У Т-профіля ширина полиці 93 мм, висота стінки 22 мм; у Г-профіля – ширина полиці 44 мм, висота 24,5 мм.

Такі характеристики дозволяють кронштейну витримувати навантаження, необхідні для міцного кріплення фасадних конструкцій.

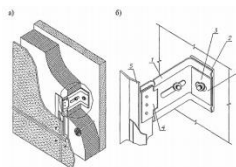


Рисунок 2.15 – Конструктивне рішення фасадної системи «Краспан»: а – загальний вигляд з кріпильним вузлом для несучих елементів; б – детальний вигляд вузла кріплення.

Дослідження експериментальним методом

Дослідження кронштейнів системи «Краспан» проводили відповідно до вимог, зазначених у пункті 2.5.1. Схему розташування вимірювальних приладів на несучому елементі каркасу можна побачити на рисунку 2.16.

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
						52
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

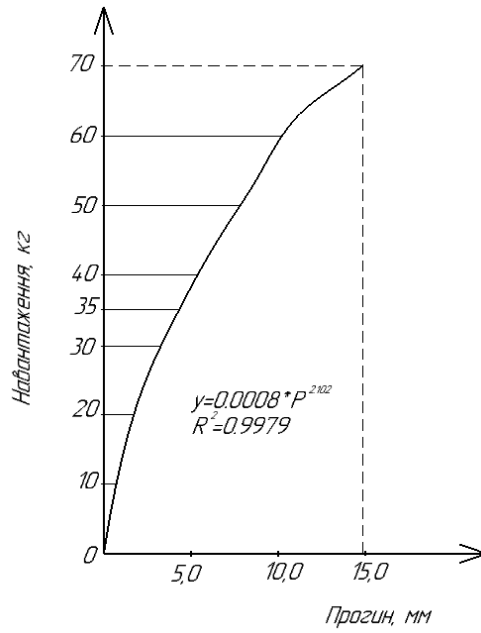


Рисунок 2.18 - Графік залежності «прогин-від навантаження» для кронштейна з оцинкованої сталі.

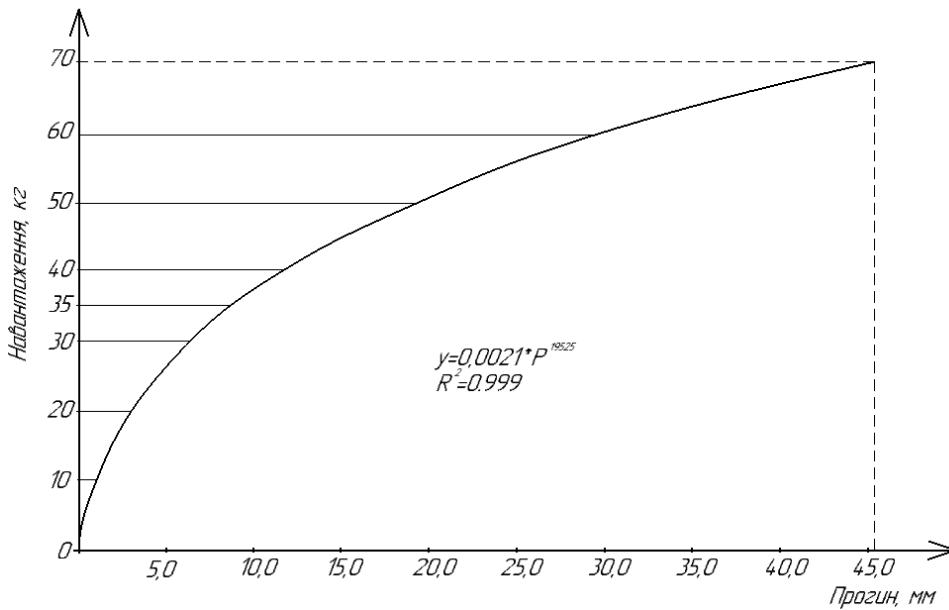


Рисунок 2.19 - Графік залежності "прогин-від навантаження" для кронштейна, виготовленого з алюмінієвих сплавів.

Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

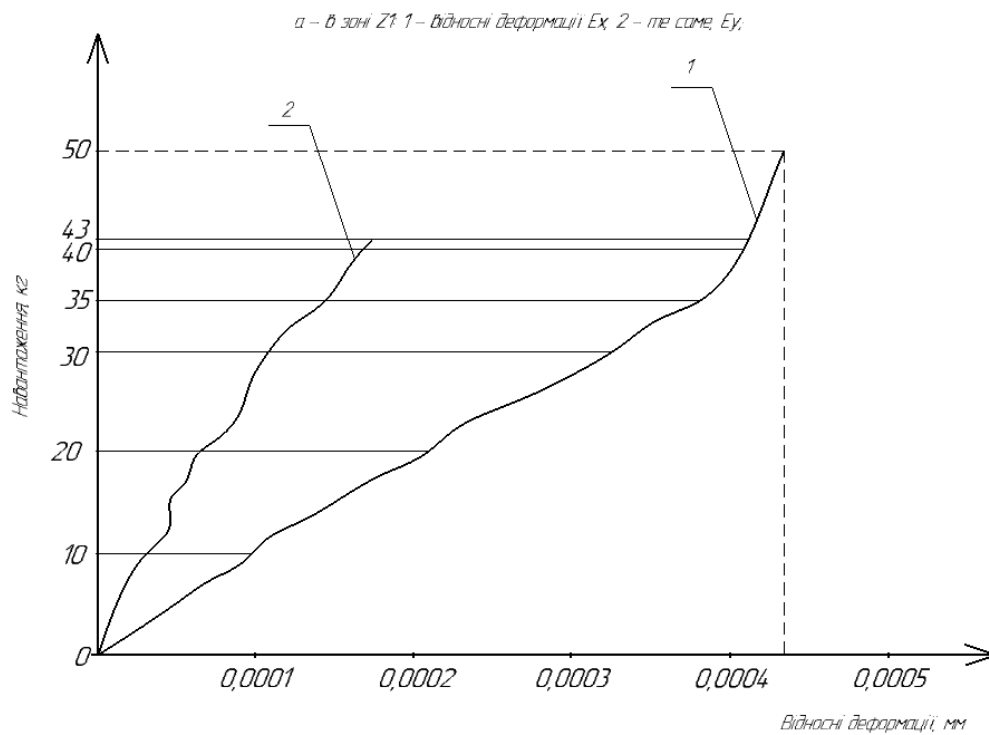


Рисунок 2.20 - Графік залежності «навантаження-відносні деформації» для кронштейна з алюмінієвих сплавів.

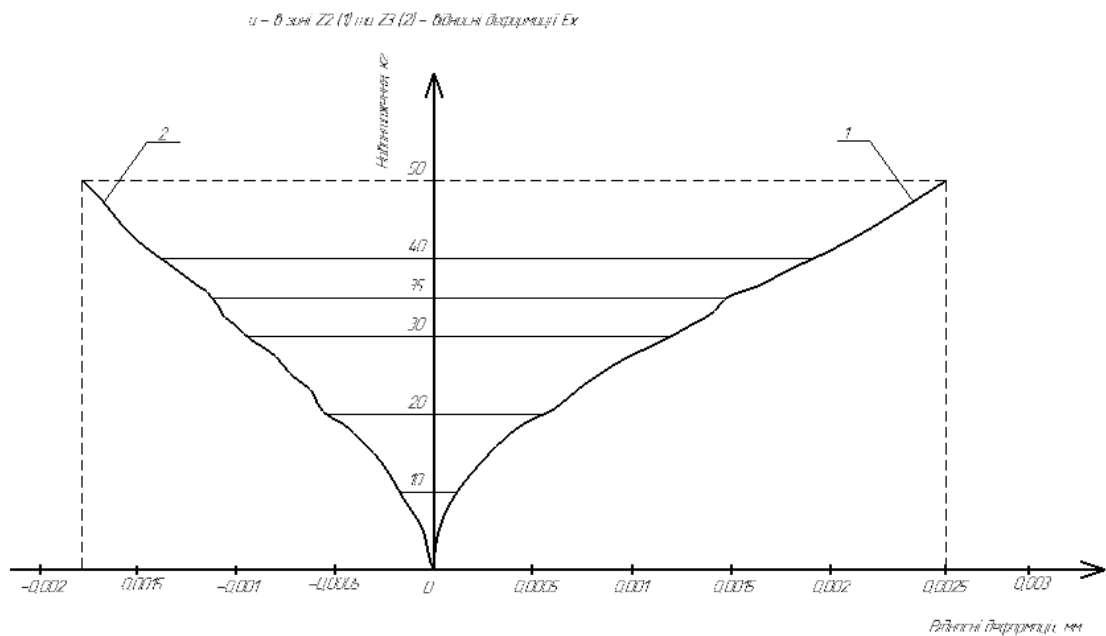


Рисунок 2.21 - Графік залежності «навантаження-відносні деформації» для кронштейна з алюмінієвих сплавів.

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист 56
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

а - в зоні Z1: 1 - відносні деформації E_x ; 2 - те саме, E_y .

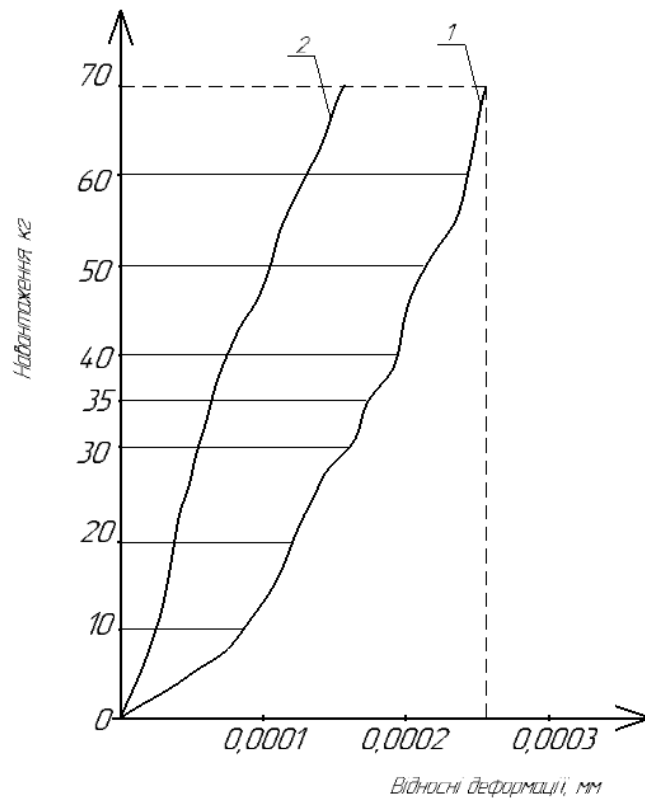


Рисунок 2.22 - Графік залежності «навантаження-відносні деформації» для кронштейна зі сталі з цинкованим покриттям.

а - в зоні Z2 (1) та Z1 (2) - відносні деформації E_x

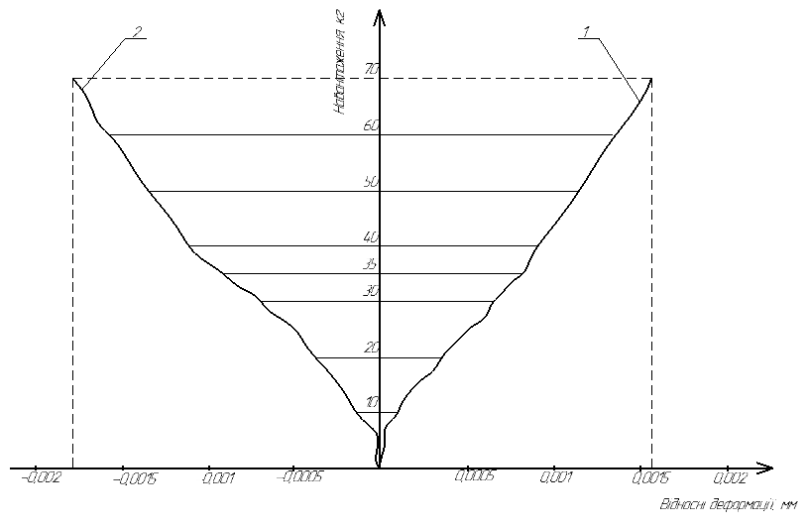


Рисунок 2.23 - Графік залежності «навантаження-відносні деформації» для кронштейна зі сталі з цинкованим покриттям.

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
						57
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Основною метою було вдосконалити несучий елемент фасадної підсистеми «Краспан».

Було запропоновано кілька варіантів підсилюючих шайб для посилення опорної частини кронштейна:

1. Підняття анкерного кріплення відносно поздовжньої осі з використанням стандартної підсилюючої шайби товщиною 2 мм (рис. 2.26, а-б).

2. Збільшення товщини підсилюючої шайби до 3 мм, з можливістю розташування анкерного кріплення по центру (варіант 2.1) або зі зміщенням вгору (варіант 2.2) (рис. 2.26, а-б).

3. Додавання поздовжніх ребер жорсткості до шайби — або по краях, або тільки у верхній частині (варіанти 3.1 і 3.2 відповідно).

4. Шайба у вигляді профілю, що відповідає поперечному перерізу опорної частини, з варіантами розміщення анкерного кріплення по центру (4.1) або зміщеного вгору (4.2) (рис. 2.26, в-е).

5. Конфігурація шайби з відгином: її поперечний переріз відповідає профілю кронштейна, містить поздовжні ребра жорсткості, а висота відгину становить 1-2 см (рис. 2.26, ж).

6. Витягування шайби вгору щодо опорної частини. Нижня частина повторює профіль кронштейна, а верхня має прямокутну форму, з двома анкерними кріпленнями для підвищеної стійкості (рис. 2.26, з).

На рисунках 2.27 і 2.28 наведено конструктивні варіанти посилення опорної частини кронштейна. Вони включають підсилюючі шайби з поздовжніми ребрами жорсткості та зміщеним вгору анкерним кріпленням (рис. 2.28, а), а також варіант з відгином (рис. 2.28, б) та витягнутою вгору шайбою (рис. 2.27).

									Лист
									61
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

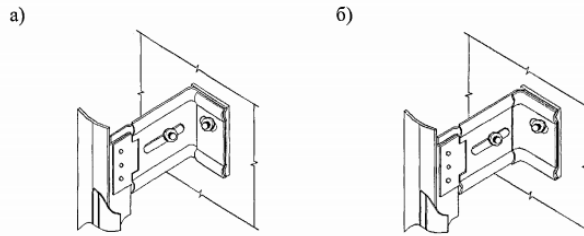


Рисунок 2.26 – Загальна форма конструктивної схеми кронштейна з використанням підсилюючої шайби:

а - з поздовжніми ребрами жорсткості по краях, де анкерні кріплення зміщені вище поздовжньої осі кронштейна; б - аналогічний варіант, з додатковим відгином

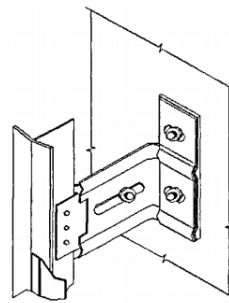


Рисунок 2.27 - Загальний вигляд конструктивної схеми кронштейна з посилювальною шайбою, піднятою над опорною частиною.

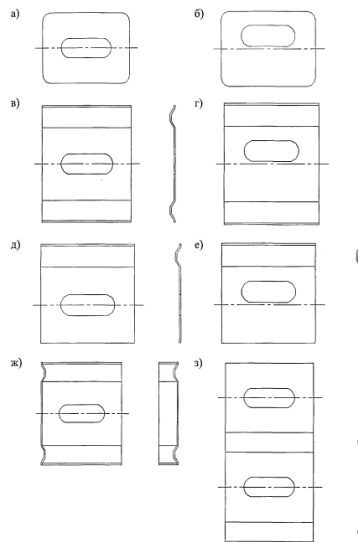
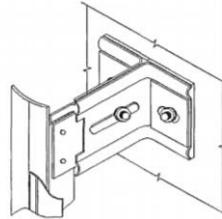


Рисунок 2.28 - Різновиди форм підсилювальної шайби:

а-1,2.1; б-2.2; в-3.1; г-3.2; д-4.1; е-4.2; ж-5; з-б.

									Лист
									62
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

T-подібний кронштейн було розроблено для збільшення вильоту несучого елемента системи «Краспан» без зниження його несучої здатності. Конструкція цього кронштейна включає дві нерухомі Г-подібні частини довжиною 150 мм і рухому частину, що дозволяє ефективно розподіляти навантаження та підвищити стабільність при більших вильотах (рис. 2.29). Такий підхід забезпечує додаткову стійкість, зменшуючи деформації під навантаженням.



Загальний виліт 215 мм.

Рисунок 2.29 – Загальні варіанти форм T-подібного кронштейна.

У таблицях 2.5 і 2.6 подано емпіричні формули, що описують залежність деформацій кронштейна від навантаження. Ці формули були отримані шляхом обробки експериментальних даних у MS Excel і дозволяють оцінювати деформації конструкції під різними навантаженнями, що є важливим для прогнозування її поведінки під навантаженням.

Таблиця 2.5 - Кронштейн зі сталі, покритої цинком

Поз.	Поперечний перетин підсилюючої шайби	Розташування анкерного болта	Емпірична формула
1	Стандартна форма $t = 2\text{мм}$	По центру	$y=0,0008 * P^{2,112}, R^2=0,997$
2		Перенесений вище	$y=0,0042 * P^{1,831}, R^2=0,9981$
3	Стандартна форма $t = 3\text{мм}$	По центру	$y=0,0041 * P^{1,8624}, R^2=0,9995$
4		Перенесений вище	$y=0,0012 * P^{2,1132}, R^2=0,9996$
5	3 ребрами жорсткості по краях $t = 2\text{мм}$	По центру	$y=0,0009 * P^{2,1371}, R^2=0,9978$
6		Перенесений вище	$y=0,0007 * P^{2,1739}, R^2=0,998$
7	3 верхнім ребром жорсткості $t = 2\text{мм}$	По центру	$y=0,0011 * P^{2,125}, R^2=0,9951$
8		Перенесений вище	$y=0,0008 * P^{2,1463}, R^2=0,9991$

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Аналіз небезпечностей і шкідливостей, що виникають на будмайданчику

Будівельний майданчик – це місце, де завжди є ризик для здоров'я і життя, тому дотримання правил безпеки тут обов'язкове. Без цього не обійтись, адже будь-яка помилка може стати причиною серйозного нещасного випадку.

Практично всі види будівельних робіт є потенційно небезпечними. Їх можна розділити на такі основні групи:

- земляні роботи (копання котлованів, траншей);
- бетонні та залізобетонні роботи (залівка фундаментів, перекриттів);
- кам'яні роботи (укладання цегли, блоків);
- монтаж конструкцій (установка балок, колон, перекриттів);
- покрівельні роботи (влаштування дахів);
- оздоблювальні роботи (штукатурка, фарбування);
- вантажно-розвантажувальні роботи.

Під час виконання цих робіт можуть виникнути різні небезпечні ситуації, наприклад:

- зсув ґрунту в котлованах під час копання фундаментів;
- падіння будівельних лісів чи драбин через їх ненадійність;
- ураження електричним струмом;
- травми від неправильної роботи з бетонозмішувачами;
- падіння інструментів чи матеріалів із висоти;
- аварії підйомних кранів або обрив тросів;
- використання несправних такелажних пристроїв;
- нестабільність встановлених конструкцій;
- опіки гарячим бітумом або отруєння лако-фарбовими матеріалами.

На майданчику часто застосовують матеріали та технології, які є шкідливими для здоров'я. Наприклад:

									Лист
									65
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

Отже, безпека на будівельному майданчику – це не тільки дотримання правил, але й систематичний контроль за станом обладнання та умовами роботи. Такий підхід не лише знижує ризик травм, а й сприяє ефективності робіт.

3.3 Протипожежна безпека

Протипожежні заходи на будівельному майданчику важливі для запобігання виникненню пожеж та забезпечення безпеки всіх працівників. Для кожного типу робіт існують чіткі вимоги, які потрібно виконувати. Ось основні з них:

1. Бетонні роботи в зимовий період

- Якщо для прогрівання бетону використовується електропрогрівання, потрібно:
 - Обмежити доступ до місця прогрівання, встановивши огорожі та попереджувальні знаки.
 - У зоні прогрівання ввімкнути червону сигнальну лампу.
 - Всі роботи, пов'язані з переключенням електродів, вимірюванням температури чи ремонтом ліній, виконуються тільки при вимкненому струмі. Ці заходи допомагають звести до мінімуму ризик виникнення пожежі.

2. Монтаж конструкцій та електрозварювальні роботи

- Під час зварювання існує небезпека займання матеріалів поблизу. Для цього:
 - Перед початком роботи очищають робочу зону від горючих матеріалів та сміття.
 - Якщо роботи проводяться на висоті, забезпечують захист від падіння гарячих відходів зварювання.
 - Наявність засобів пожежогасіння на робочому місці обов'язкова.

3. Покрівельні роботи

- Якщо площа покриття перевищує 1000 м²:
 - Монтуються тимчасовий водопровід для пожежогасіння.

									Лист
									68
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

- **Встановлення крана:** Кран монтується на міцній, рівній та підготовленій основі. Використовуються стабілізатори (опори) для запобігання перекосу.
- **Дотримання допустимої вантажопідйомності:** Важливо не перевищувати зазначених у технічному паспорті крана параметрів.
- **Перевірка обладнання:** Регулярна перевірка механізмів, особливо стріли, контрвантажів та гідравлічної системи.
- **Погодні умови:** Роботи не виконуються при сильному вітрі, який може вплинути на рівновагу крана.

Дотримання цих правил гарантує безпечне проведення монтажних робіт і зменшує ризик аварійних ситуацій.

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
						72
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

кран відносно також ребра з врахуванням найбільшого допустимого ухилу шляху, Н м.

Вантажний момент

$$M_z = Q \cdot (a - e),$$

де Q – вага найбільшого робочого вантажу, Н;

a – відстань від осі обертання крану до центру ваги найбільшого робочого вантажу, підвішеного до крану, м;

e – відстань від осі обертання до ребра перекидання.

$$M_z = 28500 \cdot (21,76 - 1,75) = 3113785 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Утримуючий момент, що виникає від дії основних і додаткових навантажень

$$M_n = M_\epsilon^1 - M_y - M_{y.c.} - M_i - M_\epsilon,$$

де M_ϵ^1 – утримуючий момент від дії власної ваги крану

$$M_\epsilon^1 = G \cdot (e + c) \cdot \cos \alpha$$

де G – вага крану, Н;

c – відстань від осі обертання крану до його центру ваги, м;

α – кут нахилу шляху крану, $\alpha = 2^\circ$ при роботі на тимчасовому шляху;

$$M_\epsilon^1 = 544000 \cdot (1,75 + 0,5) \cdot 0,999 = 1222776 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M_y = G \cdot h_1 \cdot \sin \alpha,$$

де M_y – момент, що виникає від дії власної ваги крана при ухилі шляху;

h_1 – відстань від центра ваги крана до площини, що проходить через точки опорного контуру,

									Лист
									74
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

W – вітрове навантаження, що діє паралельно площині на якій встановлено кран, на підвітрену площу крану, Н;

ρh_1 – відстань від площі, що проходить через точки опорного контуру, до центру прикладення вітрового навантаження;

Тиск вітру на кран

$$W = W_0 \cdot k \cdot c \cdot F ,$$

де F – навітрена поверхня крану;

W_0 – нормативне значення вітрового тиску, Па;

k – коефіцієнт що враховує зміну вітрового тиску по висоті;

c – аеродинамічний коефіцієнт;

$$W = 300 \cdot 0,85 \cdot 0,7 \cdot 4,2 = 7497 \text{ Н};$$

$$W = 300 \cdot 0,85 \cdot 0,7 \cdot 1,5 = 268 \text{ Н};$$

$$M_6 = 7497 \cdot 10,5 + 268 \cdot 21 = 84346 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_n = 1222776 - 199349 - 3097 - 2751 - 84346 = 933251;$$

$$M_n = 1222776 - 199349 - 3097 - 2751 - 84346 = 933251 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$1,15 \cdot 313785 = 360862 \text{ Н} \cdot \text{м} < 933251 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Вантажна стійкість баштового крану КБ-405.1 забезпечена.

3.5.2. Розрахунок власної стійкості баштового крану.

Стійкість крану без вантажу визначається рівнем власної стійкості.

$$K_2 M_0 \leq M_y ,$$

де K_2 – коефіцієнт власної стійкості;

M_0 – момент, що складається вітровим навантаженням, Н · м;

M_y – момент що виникає від дії власної ваги крана при ухилі шляху, Н · м;

									Лист
									76
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата					

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ:

1. Дослідження різних типів кронштейнів показують, що вони досить деформуються, і це, перш за все, пов'язано з недоліками у конструкції основної частини, яка підтримує кронштейн.

2. Запропоновано кілька способів покращити конструкцію:

- зробити стандартну підсилювальну шайбу товстішою з перерізом для більшої міцності;
- використовувати підсилювальну шайбу з додатковими поздовжніми ребрами жорсткості для підвищення стійкості;
- застосувати підсилювальну шайбу, яка витягнута вгору від основи кронштейна, що додасть конструкції більше жорсткості;
- підняти анкерне кріплення вище вздовж осі кронштейна, щоб зменшити навантаження на опорну частину.

Такі зміни значно знижують деформацію майже всіх видів кронштейнів, роблячи їх більш надійними.

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
						78
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

GENERAL CONCLUSIONS:

1. Experiments with different types of brackets show that they are quite deformable, and this is primarily due to deficiencies in the design of the main part that supports the bracket.

2. Several ways to improve the design have been proposed:

- make the standard reinforcement washer thicker with a cross-section for greater strength;

- use a reinforcing washer with additional longitudinal stiffeners to increase stability;

- use a reinforcing washer that extends upwards from the base of the bracket, which will give the structure more rigidity;

- Raise the anchorage higher along the axis of the bracket to reduce the load on the support part.

Such changes significantly reduce the deformation of almost all types of brackets, making them more reliable.

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
						79
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іванов О. В. Енергоефективні будівельні матеріали. Київ: Будівельник, 2018. 256 с.
2. Петренко О. М. Енергоефективні фасадні системи з вентиляльованим повітряним прошарком. Будівельні конструкції. 2020. Т. 12(3): 45–52.
3. ДСТУ Б В.2.6-35:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустриальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. 24 с.
4. Сидоренко П. В. Сучасні тенденції в енергоефективних фасадних системах. Енергоефективність в будівництві. 2021. URL: <http://www.energybuild.ua/articles/2021/03/15> (дата звернення: 22.11.2024).
5. Коваленко І. П. Дослідження енергоефективності фасадних систем з вентиляльованим повітряним прошарком: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01. Київ, 2019. 180 с.
6. Гончарук А. І. Інноваційні матеріали для фасадних систем. Матеріалознавство в будівництві. 2020. № 2. С. 32–38.
7. Клименко В. Г. Теплоізоляційні матеріали для фасадів. Будівельна наука і практика. 2019. № 3(12). С. 15–22.
8. Захарченко Т. В. Методи обчислення несучих конструкцій фасадів. Сучасне будівництво. 2021. № 4(16). С. 45–52.
9. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель. Київ: Мінрегіонбуд України, 2006. 55 с.
10. Карпенко Ю. О. Енергоефективні технології для утеплення фасадів. Архітектура та будівництво. 2020. № 5. С. 24–30.
11. Іваненко Н. М. Вентильовані фасадні системи: інноваційні рішення. Харків: ХНУБА, 2019. 128 с.

						ДФС 2319208 ПЗ	Лист
							80
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата			

12. Кравченко М. П. Аналіз теплоізоляційних властивостей сучасних фасадних систем. Будівельні технології. 2020. № 6. С. 12–18.
13. Бойко О. Л. Енергозбереження у будівлях: сучасні підходи та матеріали. Львів: ЛНУБА, 2017. 212 с.
14. Морозова С. В. Вплив фасадних конструкцій на енергозбереження будівель. Київ: Науковий світ, 2020. 175 с.
15. Лисенко А. Г. Теплотехнічні розрахунки для фасадних систем. Журнал енергоефективності. 2019. № 8(4). С. 18–25.
16. Ковальчук І. П. Оцінка ефективності фасадних систем з вентиляваним прошарком. Український журнал будівництва. 2021. Т. 5(3): 45–49.
17. Громов О. М. Економічні аспекти енергоефективного утеплення фасадів. Економіка будівництва. 2020. № 2. С. 39–45.
18. ДСТУ Б А.2.2-6:2010. Методика розрахунку теплотехнічних параметрів будівельних конструкцій. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 36 с.
19. Левченко С. Д. Композитні матеріали для вентиляваних фасадів. Харків: ХНУБА, 2019. 102 с.
20. Зирянов В. С. Конструкції фасадних систем: механічні властивості і стійкість. Київ: НАН України, 2020. 210 с.

					ДФС 2319208 ПЗ	Лист
						81
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		